

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

Институт инженерной и экологической безопасности
(наименование института полностью)

20.04.01 Техносферная безопасность
(код и наименование направления подготовки)

Управление промышленной безопасностью, охраной труда и окружающей среды в
нефтегазовом и химическом комплексах
(направленность (профиль))

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)

на тему Моделирование сценариев развития аварийных ситуаций для нестационарных
опасных производственных объектов нефтегазового комплекса

Обучающийся

А.Э.Агеева

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.х.н., доцент, И.А. Сумарченкова

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

Консультант

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

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

Содержание

Введение.....	4
Термины и определения	6
Перечень сокращений и обозначений.....	7
1 Основные модели, используемые для описания возникновения и развития аварийных ситуаций на нестационарных опасных производственных объектах нефтегазового комплекса (на примере Накынской нефтебазы Накынского отделения УМТС АК «АЛРОСА» (ПАО))	8
1.1 Методы моделирования, используемые для прогнозирования сценариев возникновения и развития аварийных ситуаций для опасных производственных объектов	8
1.2 Анализ причин аварийных ситуаций, возникающих при эксплуатации опасных производственных объектов нефтегазового комплекса.....	12
2 Идентификация опасностей и построение моделей развития аварийных ситуаций на Накынской нефтебазе	17
2.1 Основные источники возникновения возможных аварийных ситуаций на исследуемом объекте	17
2.2 Основные сценарии возникновения и развития аварийных ситуаций и их последствия, возникающие при ведении технологического процесса на исследуемом объекте	27
3 Разработка мероприятий, по снижению вероятности возникновения аварийных ситуаций	43
3.1 Разработка мер, направленных на снижение вероятности возникновения аварийных ситуаций на исследуемом объекте	43
3.2 Анализ и оценка эффективности предлагаемых мер по обеспечению техносферной безопасности.....	61
Заключение	71
Список используемой литературы и используемых источников.....	74

Приложение А	Акт об окончании пусконаладочных работ по ручным пожарным извещателям	80
Приложение Б	Акт об окончании пусконаладочных работ по монтажу порошковой системы пожаротушения БМНС.....	81
Приложение В	Акт об окончании пусконаладочных работ по монтажу порошковой системы пожаротушения насосной станции авиатоплива	82
Приложение Г	Акт об окончании пусконаладочных работ по монтажу датчиков ДВК в резервуарном парке ПЭР.....	83

Введение

Тема магистерской диссертации: «Моделирование сценариев развития аварийных ситуаций для нестационарных опасных производственных объектов нефтегазового комплекса (на примере Накынской нефтебазы Накынского отделения УМТС АК «АЛРОСА» (ПАО))».

Техника и технологии определяют жизнь человека. Среда обитания, которую называют, в том числе, и техносферой, содержит большое количество опасностей, грозящих как человеку, так и окружающей среде. В первую очередь, это определяется наличием сложных многофункциональных производственных комплексов, неполадки в работе которых могут привести к экологическим катастрофам. Техносфера составляет целостную среду обитания, внутри которой живет человек.

Техносферная безопасность – это свойство объекта, выраженное в его способности противостоять техносферным опасностям (негативным факторам техносферных опасностей). Обеспечение техносферной безопасности достигается созданием благоприятных для человека условий существования в преобразуемой человеком биосфере – техносфере. На управленческом уровне в настоящее время реализуется ряд систем для обеспечения безопасности человека в техносфере (безопасность труда, защита в чрезвычайных ситуациях, пожарная защита и др.). Они имеют общие цели и задачи, поэтому в перспективе могут быть сведены в общую систему «обеспечения безопасности техносферы».

Несмотря на то, что в области промышленной безопасности постоянно принимаются меры по снижению риска возникновения аварийных ситуаций, на все сто процентов исключить вероятность возникновения аварий на опасных производственных объектах (далее – ОПО) не представляется возможным. В большинстве случаев аварии возникают вследствие нарушения технологии производства, правил эксплуатации оборудования, машин и механизмов, неудовлетворительной трудовой и технологической

дисциплины, не соблюдением работников объекта мер безопасности, отсутствием должного контроля за состоянием оборудования, машин и механизмов.

«Установление степени аварийной опасности ОПО или его составных частей для предварительного предупреждения угроз причинения вреда жизни, здоровью людей, вреда экологии, имуществу физических и юридических лиц, находящихся как на исследуемом объекте, так и вблизи него, не государственному или муниципальному имуществу, угроз возникновения аварий и чрезвычайных ситуаций техногенного характера для разработки, реализации и своевременной корректировки обоснованных рекомендаций по снижению риска аварий и мероприятий, направленных на снижение масштаба последствий аварий и размера ущерба, нанесенного в случае аварии, являются в настоящее время наиболее актуальными задачами» [19].

С целью улучшения техносферной безопасности на объектах хранения нефти и нефтепродуктов необходимо развивать модернизацию действующего оборудования и оснастки, которые улучшили бы техногенную обстановку. А также усилить безопасность работников нефтебазы и работников рядом расположенных объектов на Накынской площадке. Для этого необходим повышенный контроль (без участия человека) за возможными утечками топлива и за скоплением паров от нефти внутри, например, насосных станций авиатоплива.

Для этого объекты нефтебазы и резервуарный парк, в том числе и после проведения независимого аудита, датчиками дозрывных концентраций, ручными пожарными извещателями, автоматическими системами пожаротушения. Дополнительно произведена установка полимерных эластичных резервуаров (далее ПЭР-250) в количестве 31 штука. Такая модернизация существующего оборудования поможет обеспечить дальнейшую защиту зданий и сооружений от развития аварийных ситуаций и в целом улучшить техносферную обстановку.

Термины и определения

Авария – разрушение сооружений и технических устройств применяемых на опасном производственном объекте, неконтролируемый взрыв или выброс опасных веществ.

Автоматическая система пожаротушения – совокупность стационарных технических средств для тушения пожара за счет выпуска огнетушащего вещества.

Акт о прохождении практики – документ, который является практическим подтверждением прохождения студентом практики и отражает всю проделанную им работу.

Нестационарные опасные производственные объекты – объекты, в составе которых имеются технические устройства, место работы которых может меняться.

Опасные производственные объекты – объекты, на которых получают, используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются опасные вещества.

Технические устройства – машины, технологическое оборудование, системы машин и оборудования, агрегаты, аппаратура, механизмы, применяемые при эксплуатации опасного производственного объекта.

Техносферная безопасность – область науки, которая занимается изучением рисков и опасностей, существующих в техносфере, разработкой методов и средств, обеспечивающих благоприятные для человека условия существования в техносфере.

Перечень сокращений и обозначений

УМТС – управление материально-технического снабжения;
АК – акционерная компания;
НО – Накынское отделение;
ПАО – публичное акционерное общество;
АЗС – автозаправочная станция;
РВС – резервуар вертикальный стальной;
РГС – резервуар горизонтальный стальной;
ГСМ – горюче-смазочные материалы;
ТРК – топливо-раздаточная колонка;
ООО – общество с ограниченной ответственностью;
ТВС – топливно-воздушная смесь;
ЧС – чрезвычайная ситуация;
ОПО – опасный производственный объект;
АСФ – аварийно-спасательное формирование;
ПЧ –пожарная часть;
АПТ – автоматическое пожаротушение;
СОУЭ – система оповещения и управления эвакуацией людей
ЗАО – закрытое акционерное общество;
ПЭР – полимерный эластичный резервуар;
ПНД – под низким давлением;
ПУЭ – правила устройств электроустановок;
БМНС –блочно-модульная насосная станция;
ПС – пожарная сигнализация;
ППКУП – прибор приёмно-контрольный и управления пожарный;
ДВК – дозрывные концентрации;
МПа – мегапаскаль;
ЛАРН – ликвидация аварийных розливов нефти;
АБК – административно-бытовой комплекс.

1 Основные модели, используемые для описания возникновения и развития аварийных ситуаций на нестационарных опасных производственных объектах нефтегазового комплекса (на примере Накынской нефтебазы Накынского отделения УМТС АК «АЛРОСА» (ПАО))

1.1 Методы моделирования, используемые для прогнозирования сценариев возникновения и развития аварийных ситуаций для опасных производственных объектов

«Топливо-энергетический комплекс является базовой отраслью российской промышленности, обеспечивающей стабильность внешних и внутренних экономических процессов в стране. От уровня безопасности предприятий отпуска, приема и хранения нефтепродуктов зависит не только уровень экономической рентабельности, но и состояние окружающей среды и здоровье работников близлежащих к нефтебазам других объектов и территорий» [5].

В качестве основных показателей для моделирования аварийных ситуаций использованы техногенные риски, такие как промышленный, экологический, человеческий фактор возникновения опасных (аварийных) ситуаций на опасных производственных объектах. Риски позволяют оценить возможный ущерб природной среде в случае возникновения аварийных ситуаций в сложных системах объектов снабжения нефтепродуктами.

Одной из важных задач функционирования сложной схемы снабжения нефтепродуктами объектов АК «АЛРОСА» (ПАО) на Накынской производственной площадке является минимизация рисков аварийных ситуаций. Для решения этой задачи при эксплуатации нефтебазы необходимо учитывать и прогнозировать возможное возникновение и развитие опасных и чрезвычайных ситуаций на ее объектах.

«В результате проведенных исследований по анализу и классификации опасных ситуаций на объектах Накынской нефтебазы были спроектированы и внедрены системы поддержки принятия решений (СППР) для прогнозирования и управления рисками опасных ситуаций и принятия решений по уменьшению опасности возникновения ЧС. Важнейшими компонентами является оперативный анализ режимов функционирования объектов, реализующи три процедуры: предварительный качественный анализ опасностей, выявление последовательностей опасных ситуаций, прогнозирование последствий опасных ситуаций и расчет значений промышленного и экологического рисков. В качестве основных показателей рисков использованы техногенные риски (промышленный, эко-логический, социальный) возникновения опасных (аварийных) ситуаций» [6].

Накынское отделение УМТС (далее – НО УМТС) является структурным подразделением АК «АЛРОСА» (ПАО) и предназначено для своевременного снабжения алмазодобывающих предприятий Компании необходимым оборудованием, техникой, различными материалами.

Опасный производственный объект «Площадка нефтебазы по хранению и перевалке нефти и нефтепродуктов п. Накын Накынского отделения УМТС» расположен по адресу: Республика Саха (Якутия), Нюрбинский район, вахтовый поселок Накын, в 200 км от г. Нюрба. Основное направление деятельности, связанное с эксплуатацией объекта – хранение и отпуск темных и светлых нефтепродуктов для предприятий АК «АЛРОСА» (ПАО).

«Общая емкость резервуарных парков, без учета сезонной наполняемости в полимерные эластичные резервуары, составляет 48,4 тыс.м³. При нефтебазе расположена АЗС, на которой производится реализация ГСМ для автотранспорта АК «АЛРОСА» (ПАО) и других организаций п. Накын» [21].

Доставка нефтепродуктов на нефтебазу осуществляется автомобильными цистернами. Хранение нефтепродуктов происходит в РВС и

РГС. Отпуск производится как с резервуарного парка в автоталивной транспорт, так и через АЗС, предназначенной для хранения топлива и заправки через топливораздаточные колонки (далее – ТРК) автомобилей.

При выборе методов моделирования аварийных ситуаций необходимо учитывать этапы функционирования ОПО (проектирование, эксплуатация и т.д.), цели анализа, критерии приемлемого риска, тип анализируемого ОПО и характер опасности, наличие ресурсов для проведения анализа, опыт и квалификацию исполнителей, наличие необходимой информации и другие факторы. Так, на стадии идентификации опасностей и предварительных оценок риска рекомендуется применять методы качественного анализа и оценки риска, опирающиеся на продуманную процедуру, специальные вспомогательные средства и практический опыт исполнителей.

«Практика показывает, что использование сложных количественных методов анализа риска зачастую дает значения показателей риска, точность которых для сложных технических систем невелика. В связи с этим проведение полной количественной оценки риска более эффективно для сравнения источников опасностей или различных вариантов мер безопасности (например, при размещении ОПО), чем для составления заключения о степени безопасности ОПО. Однако количественные методы оценки риска всегда очень полезны, а в некоторых ситуациях и единственно допустимы, в частности для сравнения опасностей различной природы, оценки последствий крупных аварий или для иллюстрации результатов» [8].

Обеспечение необходимой информацией является важным условием проведения оценки риска. Вследствие недостатка статистических данных на практике рекомендуется использовать экспертные оценки и методы оценки рисков, основанные на упрощенных методах количественного анализа риска. В этих подходах рассматриваемые модели или элементы моделирования обычно разбиваются по величине вероятности, тяжести последствий и риска на несколько групп (или категорий, рангов), например, с высоким, промежуточным, низким или незначительным уровнем риска. При таком

подходе высокий уровень риска может считаться (в зависимости от специфики ОПО) неприемлемым (или требующим особого рассмотрения), промежуточный уровень риска требует выполнения программы работ по уменьшению уровня риска, низкий уровень считается приемлемым, а незначительный вообще может не рассматриваться.

При выборе и применении методов моделирования, используемых для прогнозирования сценариев возникновения и развития аварийных ситуаций для Накынской нефтебазы рекомендуется придерживаться таких требований, что методы должны быть научно обоснованы и соответствовать рассматриваемым опасностям. Методы должны давать результаты в виде, позволяющем лучше понять формы реализации опасностей и наметить пути снижения риска. Методы должны быть повторяемыми и проверяемыми.

Целью создания моделей явились определения:

- возможных масштабов последствий разливов нефтепродуктов, степени и негативного влияния на население и объекты его жизнеобеспечения, объекты производственной и социальной сферы, а также на объект окружающей природной среды;
- границ районов повышенной опасности возможных разливов нефтепродуктов;
- последовательности, сроков и наиболее эффективных способов выполнения работ по ликвидации разливов нефтепродуктов.

«Частота возникновения аварий на нефтебазе, связанных с разливом нефтепродуктов, как без воспламенения, так и с последующим их воспламенением, соответствует уровню отказа «редкий» матрицы «вероятность-тяжесть последствий»» [27].

«Относительная частота инициирующих событий аварийных ситуаций на опасных производственных объектах составляет:

- дефекты труб – 13,9%,

- дефекты оборудования – 1,4%,
- брак при строительном-монтажных работах – 23,2%,
- нарушение правил технической эксплуатации – 3,9%,
- внутренняя эрозия и коррозия – 2,4%,
- подземная коррозия – 37,1%,
- механические повреждения – 6,9%,
- стихийные бедствия – 2,2%,
- прочие события – 9%» [21, с. 35].

«Как видно из вышеуказанной частоты, большинство аварий фиксируется на элементах технологических трубопроводов (без учета строительном-монтажных работ)[1]. На территории Накынской нефтебазы разливы нефтепродуктов могут происходить вследствие ошибок персонала, нарушения герметичности резервуаров или автоцистерн» [21].

«Опасные факторы при моделировании сценариев рассчитываются для представленных вариантов аварийных ситуаций на различном расстоянии от возможных мест возникновения аварии в направлении развития пожара, взрыва, разлива топлива» [24].

1.2 Анализ причин аварийных ситуаций, возникающих при эксплуатации опасных производственных объектов нефтегазового комплекса

«Несмотря на все внимание, уделяющееся технологическому процессу проектирования и эксплуатации нефтегазового комплекса, полностью минимизировать риски и аварийные ситуации не удастся. Так, углеводородное сырье и продукты нефтегазопереработки обладают крайне взрывоопасными свойствами, определяемыми как физическими и химическими свойствами углеводородов и их смесей, так и параметрами технологического процесса, в частности, износом оборудования. Статистика

показывает, что больше половины объектов коммуникаций нефтепромысловых месторождений (более 60% элементов систем поддержания пластового давления и более 50% трубопроводов систем сбора нефти, а также других составляющих нефтегазового комплекса не дорабатывают до срока амортизации, то есть средний срок до первого ремонта составляет, приблизительно, 9-12 лет, когда срок разработки месторождений – 50 и более лет» [10, с. 56].

«Все эти факторы крайне остро ставят вопрос об обеспечении безопасности эксплуатации месторождений, функционировании скважин, наземных сооружений, коммуникаций, а также объектов хранения нефти и нефтепродуктов (как Накынская нефтебаза, например) . Также крайне важно минимизировать возможные природные и техногенные риски с целью охраны окружающей среды от разного рода загрязнений и различных агрессивных веществ, образующихся в нефтегазовом промысле» [10, с. 56].

«Аварии на объектах нефтегазового комплекса характеризуются тяжестью последствий и большим радиусом поражения. Даже при современном уровне и качестве оборудования, используемом как при разработке, так и при ликвидации ЧС, аварии на объектах нефтегазового комплекса приравниваются к серьезнейшим техногенным катастрофам, которые ведут к экологическим проблемам, вплоть до разрушения экосистем» [10, с. 57].

В результате погрешности изготовления, ошибок эксплуатации, выходов параметров за критические значения, может возникнуть внезапный отказ оборудования, вероятность которого не зависит от длительности предыдущей работы оборудования.

Отказы вследствие физического износа связаны с эксплуатацией оборудования сверх нормативного срока, несвоевременной заменой. Физический износ чаще всего встречается в подвижных деталях машин и аппаратов. Причиной аварий с выбросами опасных веществ, как правило, является частичная разгерметизация технологического оборудования (из-за

разрушения прокладок во фланцевых соединениях, коррозии сварных швов и т.д.), приводящая к незначительным утечкам.

«Исходя из анализа неполадок и аварий, можно сделать вывод, что коррозионное разрушение при достаточной прочности конструкций ёмкостей и аппаратов, чаще всего имеет локальный характер и не приводит к серьезным последствиям. Однако при несвоевременной локализации может произойти дальнейшее развитие аварии» [23].

Наиболее опасными причинами по своим последствиям могут оказаться брак строительно-монтажных работ, физическое старение и усталостные напряжения в металле. Данные причины могут привести к катастрофическому разрушению оборудования, трубопроводов, вследствие чего произойдет выброс большого количества продукта в открытое пространство, где возможно образование токсичного облака и его дальнейшее распространение.

Основные причины возникновения аварий на Накынской нефтебазе, связанных с эксплуатацией оборудования, можно выделить следующие:

- неудовлетворительный надзор службами предприятий за техническим состоянием производственных зданий и сооружений;
- нарушения правил эксплуатации оборудования и технологических инструкций при ведении металлургических процессов.

Анализ аварий, приведенных выше, позволил выявить следующие причины:

- организационные – 20 %,
- технические – 33,3 %,
- человеческий фактор – 26,7%,
- ошибки при транспортировании – 20 %.

«К организационным причинам относятся: использование оборудования не по назначению, нарушение правил обслуживания оборудования, неполнота сведений в технологическом регламенте,

некачественная организация ремонтных работ, недостаточная эффективность производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности, неудовлетворительная организация подготовки оборудования к проведению ремонта с использованием огневых работ, неудовлетворительный контроль за проведением ремонтных и огневых работ со стороны должностных лиц; низкая производственная дисциплина» [11].

Среди причин несчастных случаев доминируют причины, связанные с неисправностью средств связи и сигнализации, а также нарушениями регламента ревизии технических устройств, неправильной организацией производства работ, неэффективностью производственного контроля.

Исходя из приведенных сведений, можно выделить следующие группы причин их возникновения:

- аварии, связанные с отказом оборудования или отдельных элементов технологических систем;
- аварии, связанные с ошибками технологического или ремонтного персонала при выполнении производственных операций.

Для первой группы аварий характерны следующие причины:

- неправильный выбор конструкционных материалов,
- разрушение или разгерметизация оборудования, трубопроводов из-за превышения внутренних нагрузок,
- потери механической прочности материалов из-за коррозии, усталости материала,
- разгерметизация сварных или фланцевых соединений,
- неисправность противоаварийной защиты,
- неисправность запорно-регулирующей арматуры.

Предпосылками второй группы аварий являются:

- отсутствие у персонала знаний о возможных опасностях,
- отсутствие у персонала достаточных навыков,
- переоценка персоналом своих возможностей.

«К основным причинам отказа, связанным с человеческим фактором, относятся:

- ошибки и оплошности персонала,
- нарушение правил ведения работы и ремонта,
- нарушение правил техники безопасности» [25-26],
- низкая производственная дисциплина,
- низкий уровень знаний требований промышленной безопасности.

Кроме того, причины аварии могут быть не связаны с эксплуатацией опасного объекта (различные внешние воздействия, как природного, так и техногенного характера). Например, землетрясения и оползни, так как при возможном внешнем воздействии может произойти механическое разрушение оборудования, зданий и сооружений. Также прекращение подачи энергоресурсов может привести к значительным аварийным ситуациям. Так как достоверная статистическая информация по данным направлениям на производственной площадке п. Накын отсутствует, то при анализе причин они подробно не рассматриваются.

Причиной аварий с выбросами опасных веществ, как правило, является частичная разгерметизация технологического оборудования (из-за разрушения прокладок во фланцевых соединениях, коррозия сварных швов и т.д.), приводящая к незначительным утечкам.

2 Идентификация опасностей и построение моделей развития аварийных ситуаций на Накынской нефтебазе

2.1 Основные источники возникновения возможных аварийных ситуаций на исследуемом объекте

«Виды аварийных ситуаций, которые могут иметь место при эксплуатации объектов нефтебазы, определяются возможностью реализации потенциальных опасностей, присущих обращающимся в технологическом процессе опасным веществам, характеру технологического процесса, а также параметрам и оборудованию этого процесса» [32-36].

Возможные аварии, связанные с транспортировкой и хранением нефти и нефтепродуктов, на северных территориях крайне опасны и в случае возникновения могут привести к необратимым последствиям, в том числе и окружающей природной среде.

Данные об известных авариях на других аналогичных объектах представлены ниже в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень известных аварий, имевших место на других аналогичных объектах

Объект, дата, категория аварии	Причина аварии	Краткая характеристика аварии	Описание ущерба оборудованию и производству
ООО «Ярославский нефтеперерабатывающий завод им. Д.И. Менделеева» 06.03.2021 г.	Образование взрывоопасной концентрации паров вследствие слива некондиционного продукта легкой фракции с содержанием в нем некондиционным продуктом тяжелой	На площадке основного производства в результате воспламенения взрывоопасной смеси паров углеводородов внутри резервуара РВС-100 произошел взрыв, приведший к отрыву кровли резервуара и на	Разрушение резервуаров и трубопроводов обвязки, повреждение ограждения насосной вакуумного блока, технологического оборудования, электрооборудования. Пострадавших нет.

Продолжение таблицы 1

Объект, дата, категория аварии	Причина аварии	Краткая характеристика аварии	Описание ущерба оборудованию и производству
	фракции, нагретых от регистров обогрева самого резервуара и воспламенением от искры, возникшей от неисправного электро-оборудования.	рядом расположенное технологическое оборудование, несущие конструкции зданий и сооружений, с последующим горением (пожаром)	
АО «Петросах» 08.04.2021.	Разгерметизация соединения манометар и нагнетательного трубопровода.	При проведении технологического процесса на узле компаундирования бензина произошел взрыв, с последующим неконтролируемым горением (пожаром) в производственном помещении.	Повреждены установки компаундирования. Пострадал один человек, получивший термические ожоги.
ООО «КАСПЕТРОЛ-СЕРВИС» 10.05.2021.	Разгерметизация люк-лазов резервуара РВС-5000 и снижение уровня подтоварной воды из резервуара со скоростью более 0,5 метра в час.	При зачистке резервуара для хранения товарной нефти, связанной с подготовкой к его заполнению нефтепродуктами более высокого качества, чем хранившиеся в них ранее, произошел хлопок с последующим возгоранием паров остатков нефтепродуктов.	Повреждены резервуар и технологические трубопроводы. Пострадавших нет.
КГУП «Примтеплоэнерго» 13.03.2020.	Превышение величины давления греющего пара, подаваемого в	При осуществлении хранения нефтепродукта (мазута) произошел неконтролируемый выброс	Повреждено оборудование, технические Устройства. Пострадавших нет.

Продолжение таблицы 1

Объект, дата, категория аварии	Причина аварии	Краткая характеристика аварии	Описание ущерба оборудованию и производству
	подогреватель резервуара.	нефтепродукта (мазута) из резервуара за пределы обвалования резервуарного парка.	Повреждено оборудование, технические Устройства. Пострадавших нет.
ГУП РК «Черноморнефтегаз» 21.05.2021.	Воспламенение остаточного количества смеси паров газового конденсата с воздухом в замкнутом пространстве с последующим взрывом и его разрушением, в следствии параллельного дугового пробоя, возникшего при неправильном подключении вентилятора к электрической сети.	При проведении подготовительных работ к ремонту резервуара произошёл взрыв смеси паров газового конденсата и воздуха, с последующем неконтролируемым горением (пожаром).	Поврежден и разрушен резервуар. Пострадавших нет.
ПАО «Уфаоргсинтез» 25.01.2021	Снижение прочностных характеристик материала корпуса аппарата из-за его переохлаждения	При переводе печи пиролиза с газообразного топлива на бензин в отделении компримирования очистки и осушки пирогаза произошло разрушение аппарат с мгновенным выбросом, вскипанием этан-этилена, образованием пожаровзрывоопасной смеси и последующим ее взрывом и факельном горением.	Разрушены и повреждены производственное здание, технологическое оборудование и трубопроводы, подъемные сооружения. Пострадало два человека.

Продолжение таблицы 1

Объект, дата, категория аварии	Причина аварии	Краткая характеристика аварии	Описание ущерба оборудованию и производству
ОАО «Норильско-Таймырская энергетическая компания» 29.05.2020	Разрушение резервуара.	Произошла разгерметизация РВС для хранения нефтепродуктов, с последующим истечением дизельного топлива за пределы обвалования резервуарного парка.	Разрушен резервуар, технические устройства, здания и сооружения. Пострадавших нет.
АО «Норильсктрансгаз» 12.07.2020.	Разрушение технологического трубопровода в связи с его износом	При приеме авиационного топлива с нефтеналивного судна в резервуарные склады ГСМ произошла разгерметизация технологического трубопровода, приведшая к разливу топлива	Разрушен технологический трубопровод. Пострадавших нет.
ООО «РН-Сахалин-морнефтегаз» 25.11.2020.	Разгерметизация магистрального нефтепровода.	В результате внепланового обхода при проведении работ по освобождению бездействующего магистрального нефтепровода обнаружен выход нефти на поверхность на 575,7 км.	Пострадавших нет.
ООО «Лукойл-Коми» 17.10.2020.	Разгерметизация промышленного трубопровода с выбросом нефтесодержащей жидкости.	На опасном производственном объекте произошла разгерметизация промышленного трубопровода с выбросом нефтесодержащей жидкости и попаданием ее в реку Колва.	Пострадавших нет. Расходы на ликвидацию последствий аварий – 49 340 515, 61 руб. Экологический ущерб – 24 934 309, 51 руб.

Продолжение таблицы 1

Объект, дата, категория аварии	Причина аварии	Краткая характеристика аварии	Описание ущерба оборудованию и производству
ООО «Южно-Охтеорское» 04.06.2020.	Подача электроэнергии на блок электронагревателя находящегося в технологической ёмкости при отсутствии в ней жидкости.	На пункте налива нефти при выполнении ежемесячного обхода территории производственной площадки с осмотром оборудования операторами товарными в блоке подготовки жидкого топлива произошёл взрыв.	Повреждение технических устройств, зданий и сооружений. Погиб один человек.

«Исходя из аварий, произошедших на других аналогичных объектах (которые уже стали известны общественности), можно вычислить сценарии и их дальнейшее развитие для Накынской нефтебазы. Каждая авария, в том числе потенциальная, на Накынской нефтебазе по совокупности всех признаков от момента возникновения до полной ее локализации и ликвидации последствий, однозначно будет уникальной. Однако, по ряду параметров, признаков и показателей, все аварии могут быть объединены в группы, для которых применимы количественные и качественные оценки по основным показателям последствий» [21].

Возможными источниками возникновения аварийных ситуаций являются:

- резервуары хранения,
- автомобильные цистерны, используемые для доставки нефтепродуктов,
- технологические трубопроводы, запорная арматура,
- насосные агрегаты.

Разгерметизация – когда в оборудовании и трубопроводах образуются отверстия с размерами, которые значительно меньше, чем размеры оборудования и трубопроводов. Через них нефтепродукты какое-то время поступают в окружающую среду.

Разрушение оборудования и трубопроводов – когда значительно нарушается целостность оборудования и трубопроводов. Образуются отверстия с размерами, сопоставимыми с размерами самого оборудования и трубопроводов, при этом находящиеся в них бензин и дизтопливо сразу же выделяются в окружающую среду.

Основными причинами, которые могут привести к возникновению аварийных ситуаций на технологическом оборудовании объекта, является его разгерметизация или разрушение, вызванные:

- аварийными ситуациями с подвижным автомобильным транспортом,
- атмосферной коррозией,
- внутренней коррозией,
- недостаточным качеством технологического оборудования (преждевсего труб),
- недостаточным качеством проектных и строительно-монтажных работ,
- нарушением регламента и сроков испытаний,
- нарушениями правил эксплуатации оборудования,
- механическими повреждениями,
- дефектами и усталостными изменениями в металле и сварных элементах,
- ремонтными работами с нарушением правил их проведения.

Аварии на технологическом оборудовании могут привести к разливу нефтепродуктов по территории объекта. Ущерб окружающей природной среде в результате выхода нефтепродукта в окружающую среду может быть обусловлен загрязнением атмосферного воздуха испарениями нефтепродукта с поверхности разлива и загрязнением почвы.

В большинстве своем «начальная стадия известных аварий начинается с высвобождения опасных веществ из закрытого технологического

оборудования. Степень разгерметизации аварийного объекта имеет решающее значение для характера дальнейшего развития аварии и тяжести ее последствий. Как правило, принимают две степени разгерметизации:

- полная, при которой прогнозируется разрушение объекта с освобождением всего количества содержащегося в нем опасного вещества (нефти и нефтепродуктов);
- частичная, когда в результате иницирующих событий образуется место вытекания с площадью, достаточной для такого вытекания опасного продукта (отверстия диаметром 20-25 мм)» [21].

«Для облаков топливно-воздушной смеси, которые могут образоваться в результате аварии, принимают стадии со следующими вариантами:

- взрыв облака топливно-воздушных смесей (ТВС),
- «огненный шар»,
- сгорание облака ТВС в виде «пожара-вспышки»,
- рассеивание облака ТВС» [21].

«Образование облаков топливно-воздушно смеси происходит в случаях выброса из разгерметизированного или разрушенного оборудования большого количества опасного вещества в фазе пара или мгновенного испарения опасного вещества из жидкой фазы за счет значительного перегрева. Дальше происходят газодинамические процессы смешения паров опасного вещества с воздушной массой и появление на внешних слоях парогазового облака массивов смеси с концентрациями опасного вещества в пределах между нижним и верхним концентрационными пределами воспламенения» [21].

«Когда источник зажигания проявляется, то может произойти взрывное превращение облака топливно-воздушной смеси, основным поражающим фактором которого является взрывная ударная волна, или сгорание облака ТВС с низкой скоростью распространения фронта пламени в режиме

«пожара-вспышки». В этом случае основным поражающим фактором является тепловое воздействие» [21].

Еще одной разновидностью возможных аварий с участием взрывоопасных веществ является взрыв расширяющихся паров вскипающей жидкости при попадании закрытого резервуара с нефтью или нефтепродуктами в очаг пожара [12]. «При этом происходит нагрев содержимого резервуара до температуры, которая значительно превышает нормальную температуру кипения, с соответствующим повышением давления. За счет нагрева сухих стенок резервуара уменьшается предел прочности их материала, в результате чего при определенных условиях оказывается возможным разрыв резервуара с возникновением волны давления и образованием «огневого шара»» [21].

«При частичных разрушениях оборудования под избыточным давлением и трубопроводов возможно также горение нефти и нефтепродуктов в виде факела. Наиболее часто это наблюдается при частичном разрушении (разгерметизации) оборудования перегретыми легковоспламеняющимися жидкостями. Авария может также сопровождаться появлением расширяющейся территории горячей разлившейся жидкости.

Другой вид превращения взрывоопасных веществ в возможных авариях является пожар разлития, который может возникать как обособленное событие аварии, так и в сочетании с возможными взрывами облаков ТВС и пожаром- вспышкой. Наиболее вероятными могут быть аварии, возникающие при незначительных нарушениях герметичности оборудования» [21].

«Аварии с пожарами и взрывами менее вероятны, но ведут к более серьезным последствиям, поэтому являются более опасными» [14]. «В перечне аварийных ситуаций применительно к каждому участку, технологической установке, зданию и сооружению Накынской нефтебазы выделяются группы аварийных ситуаций, которым соответствуют одинаковые модели возникновения и развития аварии.

Основными путями распространения пожаров на нефтебазе являются:

- дыхательные клапаны и дыхательные линии резервуаров,
- разлившиеся нефтепродукты при повреждении резервуаров,
- облако паров легко воспламеняющихся жидкостей» [21].

Для предотвращения распространения пожара все наземные резервуары оборудуются сплошным земляным валом или бетонным обвалованием, которое рассчитывается на гидравлическое давление жидкости. Высота земляного вала, обвалования в группе резервуаров, согласно требованиям, на 0,2 м. выше расчетного уровня разлившейся жидкости, но не менее 0,5 м.

Ширина вала по верху 0,5 м. Объем, образуемый между откосами обвалования для группы резервуаров, равен емкости наибольшего резервуара, расстояние от стенки резервуара до подошвы внутренних откосов обвалования не менее 6 метров.

Для предотвращения распространения пожара по системе производственной канализации предусматривается устройство в ней гидравлических затворов. На дыхательных клапанах резервуаров, соединяющих паровоздушное пространство над поверхностью нефтепродукта в резервуаре с окружающей средой, устанавливаются огнепреградители.

Для определения возможных причин и факторов, способствующих возникновению и развитию аварий, выделяют опасности, связанные с:

- основными (типовыми) процессами,
- физическим износом оборудования,
- прекращением подачи энергоресурсов,
- возможными ошибками персонала,
- внешними воздействиями природного и техногенного характера.

Аварии с тяжелыми последствиями возникают вследствие взрывов ТВС внутри оборудования, емкостей и производственных помещений и

сопровожаются разрушением строительных конструкций и иногда последующим пожаром. При этом источников массового поражения населения не образуется. Источником загрязнения окружающей среды могут быть только продукты горения, образующиеся в результате пожара или взрыва на объекте.

«Аварии, возникающие на взрывопожароопасных объектах, характеризуются возникновением взрывов и пожаров. К поражающим факторам аварий на взрывопожароопасных объектах относятся воздушная ударная волна, тепловое излучение при пожаре» [13].

Аварии с пожарами и взрывами на объектах с наличием горючих жидкостей являются, как правило, следствием ситуаций, развивающихся по следующей типовой схеме:

- когда герметичность арматуры или оборудования нарушается, то происходит вытекание в окружающую среду;
- вытекшее опасное вещество может или воспламениться, или создать большую зону ТВС, у которой будет взрывоопасная концентрация;
- возникший пожар или взрыв начинают воздействовать на сооружение или трубопровод, из которого идет вытекание, в том числе и на соседнее оборудование, здания, сооружения; из-за этого в них происходит увеличение давления на значения больше, чем расчетное;
- оборудование теряет прочность, происходит разрушение либо происходит нарушение герметичности вследствие разрушения от пламени уплотняющих устройств;
- размеры вытекающей горючей жидкости и общая площадь пожара вырастают со временем, наносят значительный материальный ущерб, могут привести к человеческим жертвам.

«Наиболее опасные аварии на объектах хранения нефтепродуктов будут сопровождаться неконтролируемым выбросом опасных веществ в окружающую среду с последующим образованием и распространением

токсического и взрывоопасного облака и, как следствие, поражением персонала и третьих лиц» [2].

Таким образом, пожар или взрыв происходят когда совпадают во времени одновременно три фактора: утечка горючей жидкости, образование горючей смеси паров с воздухом, наличие источника воспламенения.

2.2 Основные сценарии возникновения и развития аварийных ситуаций и их последствия, возникающие при ведении технологического процесса на исследуемом объекте

Под сценарием аварии понимается последовательность отдельных логически связанных событий, обусловленных конкретным иницирующим событием, приводящих к аварии с конкретными опасными последствиями.

Сценарии развития чрезвычайных ситуаций (ЧС) в резервуарных парках происходят по схемам взрыв-пожар или пожар-взрыв.

«При этом поражающими факторами в первом случае выступают ударная волна взрыва и тепловое излучение пожара; во втором случае наоборот. В результате аварии, связанной со взрывом РВС, пожаром нефтепродуктов, может возникать дальнейшая разгерметизация стенок резервуаров с эффектом «домино», переливом нефтепродуктов через обвалование и воздействием на соседние резервуары» [27].

«Иницирующее событие аварии состоит в разгерметизации системы хранения и/или переработки, отпуска опасных веществ. Возможными причинами неконтролируемого выброса продуктов в окружающую среду являются:

- отказы оборудования,
- ошибки персонала,
- внешние воздействия природного и техногенного характера,
- постороннее вмешательство» [21].

Причины и факторы, связанные с отказами оборудования.

К основным причинам и факторам, связанным с отказами оборудования, относятся:

- опасности, связанные с типовыми процессами,
- физический износ, коррозия, механические повреждения,
- температурная деформация оборудования или трубопроводов,
- прекращение подачи энергоресурсов,
- отказы под воздействием внешних причин.

Опасности, связанные с типовыми процессами.

Процессы, протекающие в оборудовании, используемом в технологических блоках, можно разделить на технологические и гидродинамические.

Технологические процессы – когда обращение в технологических блоках объекта большого объема пожароопасных и взрывоопасных жидкостей может создавать потенциальную угрозу ситуации, в которой возникают различные виды аварий при различных видах незапланированной разгерметизации на участках оборудования. Его переполнение, нарушение правил эксплуатации при проведении работ по его ремонту. При разгерметизации оборудования следует ожидать взрыв, пожар и загазованность территории блоков, а при несвоевременной локализации дальнейшего развития пожара в зданиях и сооружениях нефтебазы.

В зависимости от свойств опасных веществ, погодных и других условий, характера разгерметизации оборудования и т.п., крупные аварии могут реализовываться в следующих видах:

- пожар пролива,
- взрыв ТВС.

Гидродинамические процессы – данные процессы сопровождаются транспортированием опасных веществ по технологическим трубопроводам. Гидродинамические процессы и транспортирования опасных веществ по трубопроводам может служить источником возникновения кавитации, гидродинамической неустойчивости и, как следствие пульсации жидкости и

образования зон повышенного давления. Последствиями этих процессов могут явиться разрушение или разгерметизация технологического оборудования и при дальнейшем развитии возможной аварийной ситуации возникновением зон токсического поражения.

Физический износ, коррозия, механические повреждения, температурная деформация ёмкостей. Наиболее опасными причинами нарушения герметичности оборудования по своим последствиям могут оказаться повреждения емкостного и насосного оборудования, технологических трубопроводов и запорно-регулирующей арматуры, связанные с физическим износом, коррозией, механическими повреждениями, ошибками при проектировании и изготовлении, дефектами в сварных соединениях, усталостными дефектами металла или температурной деформацией, вибрацией, которые являются дополнительным фактором опасности производства и могут привести как к частичному, так и полному разрушению стенок емкостей, трубопроводов, насосного оборудования и возникновению аварии.

На объектах Накынской нефтебазы оборудование может иметь множество подвижных деталей и сложные конструкции. Отказы оборудования могут быть связаны с физическим износом, коррозией, механическими повреждениями, ошибками при проектировании и изготовлении, дефектами в сварных соединениях, усталостными дефектами металла или температурной деформацией, вибрацией. В результате погрешности изготовления, ошибок эксплуатации, выходов параметров за критические значения, может возникнуть внезапный отказ оборудования, вероятность которого не зависит от длительности предыдущей работы оборудования.

Постепенные отказы возникают в результате старения материалов оборудования или неправильной эксплуатации.

Отказы могут быть катастрофическими и промежуточными – от течи через небольшое отверстие или незначительной поломки до крупной аварии.

Причинами разгерметизации трубопроводов могут быть:

- остаточные напряжения в материале трубопроводов в сочетании с напряжениями, возникающими при монтаже и ремонте, которые могут вызвать поломку элементов запорных устройств, прокладок, образование трещин;
- разрушения под воздействием температурных деформаций;
- гидравлические удары;
- вибрация;
- повышение давления выше предельно допустимого значения.

Причинами разгерметизации для технологического оборудования могут быть:

- дефект конструкции и дефект материала,
- образование усталостных трещин в сварных швах и основном металле в процессе старения,
- разрушение сварных и фланцевых соединений,
- несанкционированное повышение давления,
- коррозия,
- разрушения под воздействием температурных деформаций,
- отказ предохранительных клапанов,
- нарушение требований регламента (рабочих инструкции) по поддержанию норм технологического режима,
- дефект монтажа оборудования.

В результате погрешности изготовления, ошибок эксплуатации, выходов параметров за критические значения, может возникнуть внезапный отказ оборудования, вероятность которого не зависит от длительности предыдущей работы оборудования. Отказы вследствие физического износа связаны с эксплуатацией оборудования сверх нормативного срока, несвоевременной заменой.

Физический износ чаще всего встречается в подвижных деталях машин и аппаратов. Причиной аварий с выбросами опасных веществ, как правило, является частичная разгерметизация технологического оборудования (из-за разрушения прокладок во фланцевых соединениях, коррозии сварных швов и

т.д.), приводящая к незначительным утечкам. Исходя из анализа неполадок и аварий, можно сделать вывод, что коррозионное разрушение при достаточной прочности конструкций ёмкостей и аппаратов, чаще всего имеет локальный характер и не приводит к серьезным последствиям. Однако, при несвоевременной локализации может произойти дальнейшее развитие аварии.

Наиболее опасными причинами по своим последствиям могут оказаться брак строительно-монтажных работ, физическое старение и усталостные напряжения в металле. Данные причины могут привести к катастрофическому разрушению оборудования, трубопроводов, вследствие чего произойдет выброс большого количества продукта в открытое пространство, где возможно образование токсичного облака и его дальнейшее распространение.

Причины и факторы, связанные с возможными ошибками персонала при ведении технологического процесса и при пуске и остановке оборудования. Человеческий фактор играет решающую роль в обеспечении безаварийной, безопасной эксплуатации производственного оборудования. Несоблюдение технологического регламента, правил пожарной безопасности, принятие ошибочных решений могут привести к аварийной ситуации. В случае нарушения режимов ведения технологических процессов возможно повышение давления в аппаратах, разрушение, выброс опасных веществ.

«Так как на объектах Накынской нефтебазы обращаются взрывопожароопасные вещества, курение в не отведенных для этого местах может также стать причиной пожара и взрыва. Одним из наиболее важных факторов безопасного обслуживания и эксплуатации является установление порядка допуска к работе лиц, удовлетворяющих соответствующим квалификационным требованиям и не имеющих медицинских противопоказаний, а также контроля за соблюдением этого порядка, в том числе при проведении подготовки и аттестации работников в области

промышленной безопасности. Работники нефтебазы должны регулярно проходить периодический медицинский осмотр, в том числе на предмет выявления психических заболеваний» [21].

Уровень автоматизации технологического процесса требует от работников нефтебазы высокой квалификации и повышенного внимания. «В качестве причин, способных вызвать возникновение аварии можно назвать следующие:

- бездействие или ошибочные действия в нештатной ситуации;
- эксплуатация аппаратов, оборудования, трубопроводов при выходящих за пределы технических условий параметрах;
- нарушение (повреждение) системы контроля уровня загазованности, систем автоматики и безопасности электрооборудования;
- проведение постоянных или временных огневых работ без специального разрешения;
- самовольное возобновление работ, остановленных органами Ростехнадзора;
- выдача должностными лицами указаний или распоряжений, принуждающих подчиненных нарушать правила безопасности и охраны труда;
- нарушение правил пожарной безопасности» [21].

Возможные ошибочные действия персонала могут быть причиной крупной аварии. В этом случае особую роль играет укомплектованность производства высококвалифицированными кадрами, создание служб, ответственных за безопасную эксплуатацию производства, повышение требовательности к знаниям персонала инструкций по эксплуатации установок, технике безопасности, проведение тренировочных занятий.

Особую опасность представляют ошибки персонала, которые могут иметь место при проведении следующих работ:

- при ведении технологического процесса,
- при ведении ремонтных работ,

- при пуске и остановке.

«Ошибки при ведении технологического процесса. Наиболее распространенными ошибками при ведении технологического процесса является несоблюдение требований должностных и производственных инструкций, инструкций по промышленной безопасности, недостаточный контроль за состоянием работающего оборудования и технологических трубопроводов и исправностью всего оборудования» [21].

Такие ошибки могут привести к следующим последствиям:

- нарушению целостности оборудования (уменьшению толщины стенок до недопустимых размеров, развитию трещин сварных швов, металла корпуса, штуцеров, люков, трубопроводов, нарушению разъемных соединений и т.д.);
- выходу из строя насосного оборудования, повышению давления в резервуарах выше предельно допустимого;
- выходу из строя ответственных элементов системы контроля за определяющими безопасностью процесса технологическими параметрами, системы противоаварийной защиты.

В случае нарушения режимов ведения технологических процессов возможно повышение давления в оборудовании и трубопроводах, их разрушение и выброс опасных веществ.

Ошибки, совершаемые персоналом, также разнообразны, как и их конкретные производственные функции. Наиболее часто встречающиеся ошибки:

- ошибка оператора при нажатии не на ту кнопку или открывание не того клапана),
- ошибки связи,
- не соблюдение требований инструкций и технологического регламента.

Ошибки при ремонтных работах. Невыполнение ремонтных работ в полном объеме и некачественно проведенные ремонтные работы могут привести в дальнейшем при эксплуатации оборудования к возникновению

аварий. Кроме того, наибольшая вероятность ошибочных действий при проведении планово-предупредительных ремонтов оборудования и трубопроводов возникает при использовании средств механизации.

Наиболее часто встречающиеся ошибки:

- неправильно проведенный ремонт,
- неразрешенные сварочные работы,
- проведение огневых работ без остановки оборудования,
- проведение огневых работ без очистки от пыли внутренних объемов оборудования, емкостей, воздухопроводов и т.д.,
- проведение огневых работ без перекрытия технологических коммуникаций,
- проведение огневых работ при открытых люках на емкостях или оборудовании в зоне проведения работ,
- проведение огневых работ без организации наблюдения за местом проведения огневых работ и прилегающими участками после окончания огневых работ.

Ошибки персонала при пуске и остановке. Пуск и остановка оборудования связаны с переходными режимами работы оборудования, что повышает вероятность ошибок персонала.

Неправильно проведенные операции с регулированием давления могут привести к гидравлическим ударам, вследствие чего может произойти разгерметизация оборудования и возникновение аварии. Неправильные переключения по технологической схеме могут привести к выходу из строя оборудования.

«Причины и факторы, связанные с возможными внешними воздействиями природного и техногенного характера. При возможном внешнем воздействии природного и техногенного характера может произойти механическое разрушение аппаратов или трубопроводов, разлив опасных веществ и загазованность территории. К числу природных опасностей относятся землетрясения, наводнения, оползни, карстовые явления, затопления в результате снеготаяния или разлива рек, смерчи, ураганы, избыточная величина снегового покрова и т.п. Согласно

характеристике района расположения рассматриваемого объекта, все эти явления не будут оказывать прямого воздействия на Накынскую нефтебазу» [21].

Оборудование, подвергшееся разгерметизации, может привести к процессу возникновения аварийной ситуации, при которой опасные вещества, которые используются на объектах нефтебазы, а также ее технологическое оборудование, участвуют в процессах, не предусмотренных регламентом (в том числе в физико-химических) – взрывы и пожары. Они могут создавать поражающие факторы: ударные и тепловые нагрузки для работников нефтебазы, объектов нефтебазы, объектов всего вахтового поселка Накын.

В основу определения сценариев возможных аварий на объекте были положены следующие материалы:

- характеристика опасных веществ, обращающихся на объекте,
- план размещения основного технологического оборудования, в котором обращаются опасные вещества,
- описание технических решений по обеспечению безопасности,
- анализ причин возникновения и развития аварий на аналогичных объектах с учетом имеющихся статистических данных.

Для построения такой последовательности необходимо провести полное и формализованное описание таких событий, как фаза инициирования аварии или инициирующего события, фаза аварийного процесса и чрезвычайной ситуации, включая специфические количественные характеристики событий аварии, их пространственно-временные параметры и причинные связи.

«На основе анализа причин возникновения и факторов, определяющих исходы аварий, учитывая особенности применяемых технологических процессов, свойства и распределение опасных веществ, можно выделить следующие типовые сценарии аварии:

- сценарий 1 (С1) – пролив горючей жидкости,

- сценарий 2 (С2) – пожар разлития горючих жидкостей на открытой площадке,
- сценарий 3 (С3) – пожар в замкнутом пространстве,
- сценарий 4 (С4) – образование и взрыв топливно-воздушной смеси в замкнутом пространстве,
- сценарий 5 (С5) – взрыв (дефлаграционное горение) топливно-воздушной смеси в открытом пространстве на месте разгерметизации оборудования,
- сценарий 6 (С6) – открытый пожар внутри резервуара» [21].

Перечень наиболее вероятных сценариев возникновения и развития аварийных ситуаций представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень наиболее вероятных сценариев возникновения и развития аварийных ситуаций

Сценарий	Описание сценария аварии
«С 1 Разлитие горючей жидкости» [21, с. 18-19].	«Полная разгерметизация оборудования или продуктопровода (катастрофическое разрушение) → выброс горючей жидкости и ее растекание в пределах обвалования (на ландшафт) → загрязнение промплощадки (окружающей природной среды)» [21, с. 18-19].
«С 2 Пожар разлития» [21, с. 18-19].	«Полная разгерметизация оборудования или продуктопровода (катастрофическое разрушение) → выброс пожароопасного вещества и его растекание → воспламенение пролива при условии наличия источника инициирования → пожар разлития → термическое поражение оборудования и персонала» [21, с. 18-19].
«С 3 Пожар в замкнутом пространстве» [21, с. 18-19].	«Нарушение герметичности оборудования→пролив горючей жидкости и образование паровой фазы→ воспламенение смеси при условии наличия источника инициирования →диффузионное горение пролива → термическое поражение здания и персонал» [21, с. 18-19].
«С4 Взрыв ТВС в замкнутом пространстве (в оборудовании, в помещении)» [21, с. 18-19].	«Взрыв ТВС в оборудовании. Нарушение штатного режима эксплуатации оборудования→ образование взрывоопасной смеси → воспламенение смеси при условии наличия источника инициирования →дефлаграционное сгорание (взрыв) ТВС→ частичное или полное разрушение оборудования→ поражение персонала ударной волной и осколками оборудования» [21, с. 18-19].

Продолжение таблицы 2

Сценарий	Описание сценария аварии
«С5 Взрыв ТВС в открытом пространстве» [21, с. 18-19].	«Разгерметизация оборудования или трубопровода с опасным веществом → растекание горючей жидкости → образование взрывоопасной ТВС, образовавшейся путем испарения пролива → взрыв ТВС (дефлаграционное сгорание) при наличии источника инициирования → поражение оборудования и персонала ударной волной» [21, с. 18-19].
«С6 Открытый пожар внутри резервуара» [21, с. 18-19].	«Образование горючей смеси внутри резервуара → воспламенение смеси при наличии источника зажигания для внутреннего пространства (удар молнии, разряд статического электричества, механический удар) → срыв крыши → воспламенение опасного вещества → термическое поражение оборудования и персонал» [21, с. 18-19].

Перечень сценариев аварий наиболее опасных по последствиям представлен в таблице 3.

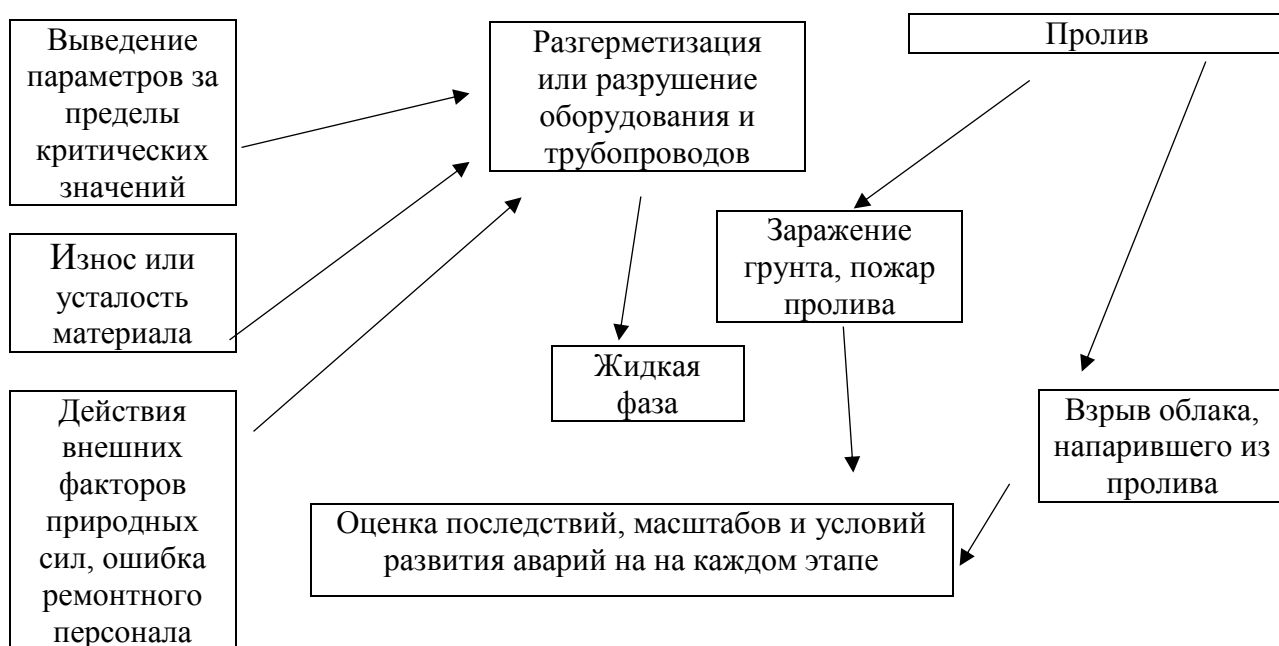
Таблица 3 – Перечень сценариев аварий наиболее опасных по последствиям

Сценарий	Описание сценария аварии
«С 1 Разлитие горючей жидкости» [21, с. 18-19].	«Полная разгерметизация оборудования или продуктопровода (катастрофическое разрушение) → выброс горючей жидкости и ее растекание в пределах обвалования (на ландшафт) → загрязнение промплощадки (окружающей природной среды)» [21, с. 18-19].
«С 2 Пожар разлития» [21, с. 18-19].	«Полная разгерметизация оборудования или продуктопровода (катастрофическое разрушение) → выброс пожароопасного вещества и его растекание → воспламенение пролива при условии наличия источника инициирования → пожар разлития → термическое поражение оборудования и персонала» [21, с. 18-19].
«С 3 Пожар в замкнутом пространстве» [21, с. 18-19].	«Нарушение герметичности оборудования → пролив горючей жидкости и образование паровой фазы → воспламенение смеси при условии наличия источника инициирования → диффузионное горение пролива → термическое поражение здания и персонал» [21, с. 18-19].
«С4 Взрыв ТВС в замкнутом пространстве (в оборудовании, в помещении)» [21, с. 18-19].	«Взрыв ТВС в оборудовании Нарушение штатного режима эксплуатации оборудования → образование взрывоопасной смеси → воспламенение смеси при условии наличия источника инициирования → дефлаграционное сгорание (взрыв) ТВС → частичное или полное разрушение оборудования → поражение персонала ударной волной и осколками оборудования» [21, с. 18-19].

Продолжение таблицы 3

Сценарий	Описание сценария аварии
«С5 Взрыв ТВС в открытом пространстве» [21, с. 18-19].	«Разгерметизация оборудования или трубопровода с опасным веществом → растекание горючей жидкости → образование взрывоопасной ТВС, образовавшейся путем испарения из пролива → взрыв ТВС (дефлаграционное сгорание) при наличии источника инициирования → поражение оборудования и персонала ударной волной» [21, с. 18-19].
«С6 Открытый пожар внутри резервуара» [21, с. 18-19].	«Образование горючей смеси внутри резервуара → воспламенение смеси при наличии источника зажигания для внутреннего пространства (удар молнии, разряд статического электричества, механический удар) → срыв крыши → воспламенение опасного вещества → термическое поражение оборудования и персонал» [21, с. 18-19].

Схема сценариев развития аварий с указанием основных причин их возникновения применительно к оборудованию блоков ОПО представлена на рисунке 1.



Типовые сценарии аварий, возможные на объекте. Указаны физико-химические свойства опасных веществ, обращающихся на объекте, и их последствия.

Рисунок 1 – Схема сценариев развития аварий на нефтебазе

«На объекте при ЧС устанавливается ограниченное передвижение транспортных средств. На аварийный объект допускаются спецслужбы, участвующие в локализации и ликвидации чрезвычайных ситуаций, которые определены ответственным руководителем работ по ликвидации последствий аварий» [29].

Аварийно-спасательные работы на ОПО «Площадка нефтебазы по хранению и перевалке нефти и нефтепродуктов п. Накын Накынского отделения УМТС», выполняются спасателями ООО «АСФ СПб», которые привлекаются к ликвидации последствий аварий на договорной (платной) основе. «Для лучшего взаимодействия со всеми спасательными, медицинскими и другими привлекаемыми службами на объекте должен быть разработан план мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий» [22].

Сторонние организации (скорая медицинская помощь, пожарная часть), участвующие в ликвидации последствий аварий, производят работы в соответствии со своими уставными задачами на безвозмездной основе.

При возникновении аварии взаимодействие с персоналом аварийного объекта осуществляется путем оповещения, отдаче распоряжения об эвакуации, выявлении наличия пострадавших, организации материального и медицинского обеспечения. Персонал применяет личные средства защиты и под руководством руководства немедленно приступает к локализации аварии (выполняет действия по безопасной остановке технологического процесса).

Персонал, не участвующий в ликвидации аварии, покидает зону аварии. При угрозе возникновения или возникновении аварии, при необходимости, осуществляется взаимодействие с ООО «АСФ СПб», которое заключается в оповещении, встрече и сопровождении спасателей к месту аварии и отключении оборудования в зоне аварии.

В обязанности командира АСФ (ООО «АСФ СПб») входит:

- руководство спасательными работами в соответствии с заданиями ответственного руководителя работ по ликвидации последствий аварий;
- организация эвакуации людей из аварийной зоны, оказание первой помощи, передача пострадавшим работникам скорой помощи;
- поддержка постоянной связи с ответственным руководителем и, по согласованию с ним, обследование помещений для выявления людей, застигнутых аварией;
- определение аварийной зоны, установка предупредительных знаков;
- выставление перед аварийной зоной дежурных постов из членов ООО «АЛРОСА-охрана»;
- доклад ответственному руководителю работ о ходе работ и ликвидации аварии.

При обнаружении загорания первый заметивший и в зависимости от ситуации, применяет противопожарные средства. Одновременно по телефону ставится в известность руководство и при необходимости пожарно-спасательная служба ФКУ «6 ОФПС ГПС по РС(Я) (договорной)» ПЧ-1.

По прибытии пожарно-спасательной службы ФКУ «6 ОФПС ГПС по РС(Я) (договорной)» ПЧ-1 оперативное управление по тушению пожара принимает на себя старшее должностное лицо ФКУ «6 ОФПС ГПС по РС(Я) (договорной)» ПЧ-1. Взаимодействие с пожарно-спасательной частью заключается в оповещении, встрече и сопровождении пожарных расчетов к месту пожара, указании мест подключения к источникам водоснабжения, проведению инструктажа по особенностям объекта, на котором возник пожар, выполнении работ по заземлению пожарной техники и отключении оборудования в зоне пожара.

Пожарно-спасательная служба выполняет распоряжения ответственного работника, а по прибытии АСФ действует по согласованию со старшим руководителем АСФ. При выполнении работ по ликвидации

пожара начальник пожарно-спасательной службы организует пожарную разведку, поиск и эвакуацию пострадавших из опасной зоны, руководит работами по тушению пожара и охлаждению соседнего оборудования и несущих конструкций в зоне пожара, поддерживает постоянную связь с ответственным работником. Скорая помощь по вызову прибывает на место аварии, производит оказание медицинской помощи в соответствии со своими уставными задачами на безвозмездной основе, при необходимости организует эвакуацию пострадавших в медицинские учреждения. Для организации оцепления места аварии, исключения доступа в опасную зону транспортных средств и лиц, не занятых в ликвидации аварии организуется взаимодействие с ООО «АЛРОСА-охрана». Главный специалист отдела главного энергетика и главный специалист отдела главного механика НО УМТС организуют дежурство слесарей, электриков и других рабочих для выполнения работ по ликвидации аварии и по указанию ответственного работника обеспечивают выключение или включение электроэнергии, действие связи и сигнализации, исправное состояние водопровода, бесперебойную работу необходимого электромеханического оборудования и подвижных транспортных средств.

Главный специалист отдела главного энергетика, дислоцированный в г. Мирный, выдает распоряжение электромонтеру, дислоцированному в п. Накын, посредством связи, о выезде на объект для проведения операций, обеспечивающих безопасное выполнение работ по ликвидации аварии (отключение, включение энергоснабжения аварийных участков).

Главный специалист отдела главного механика, дислоцированный в г. Мирный, организует бесперебойную работу транспорта, сбор аварийной бригады (электромонтер, докеры-механизаторы, сантехник, слесарь) для доставки в зону ликвидации аварии.

«При организации взаимодействия уточняются границы зон ответственности формирований, устанавливается порядок действий на смежных объектах, особенно при выполнении работ, которые могут

представлять опасность для соседних объектов или повлиять на их работу, согласовываются действия по времени и месту сосредоточения усилий при совместном выполнении особо важных и сложных работ, определяется система обмена данными об изменении обстановки и о результатах работ на смежных участках, устанавливается порядок оказания экстренной взаимной помощи» [21, с. 30-31]. «В ходе проведения операции по локализации и ликвидации последствий аварии связь поддерживается постоянно. Доклады (информация) должны быть четкими, достоверными, полными: источник, характер и обстоятельства аварии, время обнаружения аварии, ход развития аварии, наличие пострадавших, предпринятые меры, возможность привлечения дополнительных сил и средств для ликвидации, вероятные последствия и способы защиты персонала и населения (выдача средств индивидуальной защиты, эвакуация и т.д.), любая другая значимая информация» [21, с. 30-31]. После окончания ликвидации аварии ответственный работник отдает распоряжение на проведение восстановительно-ремонтных работ и намечает мероприятия по предотвращению повторения подобных аварий.

Выводы: Проведена оценка идентификации опасностей и моделей развития аварийных ситуаций на Накынской нефтебазе. Выявлены наиболее опасные участки, сооружения и оборудование, выход поражающих факторов за границы нефтебазы при авариях на рассматриваемом объекте является значительным и угрожает работникам нефтебазы и окружающим объектам.

Подтверждается адекватность планируемых эксплуатирующей организацией мер по обеспечению промышленной безопасности выявленным опасностям (оборудование объектов датчиками дозрывных концентраций, автоматическими установками порошкового пожаротушения, оснащение резервуарных парков ручными пожарными извещателями).

3 Разработка мероприятий, по снижению вероятности возникновения аварийных ситуаций

3.1 Разработка мер, направленных на снижение вероятности возникновения аварийных ситуаций на исследуемом объекте

Меры по снижению вероятности возникновения аварийных ситуаций на исследуемом объекте, то есть на Накынской нефтебазе УМТС, заключаются в том, чтобы в качестве первоочередных планировать и разрабатывать:

- обоснованные рекомендации по снижению риска аварий для наиболее опасных составных частей нефтебазы;
- способы предупреждения возникновения возможных инцидентов и аварий на нефтебазе.

«Выбор рекомендаций по снижению риска аварий имеет следующие приоритеты:

а) меры, снижающие возможность возникновения аварий, включающие:

- 1) уменьшение возможности возникновения инцидентов,
- 2) уменьшение вероятности перерастания инцидента в аварию;

б) меры, снижающие тяжесть последствий возможных аварии, включающие:

- 3) уменьшение вероятности эскалации аварий, когда последствия какой-либо аварии становятся непосредственной причиной аварии на соседних составных частях нефтебазы;
- 4) уменьшение вероятности нахождения групп людей в зонах поражающих факторов аварий;
- 5) ограничение возможности возрастания масштаба и интенсивности воздействия поражающих факторов аварий;

- б) уменьшение вероятности развития аварий по наиболее опасным сценариям возможной аварии;
- 7) увеличение требуемого уровня надежности системы противоаварийной защиты, средств активной и пассивной защиты от воздействия поражающих факторов аварий;
- 8) меры обеспечения готовности к локализации и ликвидации последствий аварий» [20].

Любые нефтепродукты, разлитые на поверхности, претерпевают изменения в результате сложных процессов, происходящих под воздействием окружающей среды.

Естественные процессы, которые первоначально происходят с нефтепродуктами, имеют важное значение и включают следующие этапы:

- когда нефтепродукт растекается,
- когда нефтепродукт испаряется.

Когда нефтепродукт растекается – то это обуславливается разливом бензина и дизтоплива на поверхности при воздействии факторов внешней среды. Бензин и дизтопливо, которые выливаются на землю при условии воздействия температуры ниже точки текучести, они практически не разливаются. Если температура окружающего воздуха или земли выше, чем точка застывания, то первым фактором, определяющим растекание, является объем разлившейся жидкости. Если сбросы имеют большой объем и растекаются залпом, то они растекаются быстрее, чем горючая жидкость, которая растекается постепенно. Также свободное растекание по земле происходит довольно быстро. Наиболее интенсивное распространение бензина и дизельного топлива происходит в процессе растекания.

Когда нефтепродукт испаряется – то это обуславливается плотностью бензина и дизтоплива, массой растекаемого топлива (то есть толщиной нефтяной пленки), температурой внешней среды и скоростью ветра. С повышением температуры и скорости ветра увеличивается и скорость испарения. Легкие фракции испаряются первыми, потом более тяжелые.

Поэтому при испарении и образовании устойчивой эмульсии, сохраняющейся во времени, изменяются их основные характеристики, которые определяют их поведение (плотность, вязкость, поверхностное натяжение).

В таблице 4 представлены объем, масса и площадь возможных разливов нефтепродуктов Накынской нефтебазы [21].

Таблица 4 – Объем, масса и площадь возможных разливов нефтепродуктов Накынской нефтебазы

Сценарий аварийной ситуации	Объем разлива Qm, м ³ (масса разлива Mm, т)	Максимальная площадь разлива F м ²
Разрушение технологического трубопровода максимальной прокатки	3,2 м ³ (2,8 т)	63,6 м ²
Разрушение котла автоцистерны (100% объема)	32 м ³ (27,5 т)	642 м ²
Разрушение надземного вертикального резервуара хранения (100% объема)	2000 м ³ (1720 т)	9500 м ²

Меры, направленные на снижение вероятности возникновения аварийных ситуаций, могут быть следующими. Проведение своевременного обучения, инструктажа и противоаварийных тренировок персонала. Оборудование и аппараты производственных процессов должны быть герметизированы. Помещения должны быть снабжены приточно-вытяжной вентиляцией. Не допускается обращение с открытым огнем. Электрические лампы необходимо монтировать взрывопожаробезопасным способом. Применение материалов и приспособлений, способных вызвать искру при ударе, запрещается. Необходимо создание контурного ограждения (обвалования, отбортовки площадки для установки автоцистерны) при помощи специальных технических средств. Обеспечить наличие нулевого резервуара. Обеспечить выход паров рабочей среды в атмосферу через дыхательные клапаны с огнепреградителями.

С целью оперативного оповещения о происшествиях, для немедленной организации взаимодействия технических служб, оперативной и корректной классификации происшествий, для своевременного принятия руководством УМТС АК «АЛРОСА» (ПАО) действенных предупредительных и корректирующих мероприятий, была разработана схема оповещения при возникновении нештатной ситуации на объектах УМТС, в том числе и на объектах Накынской нефтебазы.

На рисунке 2 представлена схема оповещения при возникновении нештатной ситуации Накынской нефтебазы.



Структура оповещения руководителей и специалистов. Блок 1 – руководящий состав Накынской нефтебазы, блок 2 – руководство УМТС, блок 3 – управление Компании .

Рисунок 2 – Схема оповещения от работников Накынской нефтебазы до управления Компании.

Как видно из рисунка 2, своевременное оповещение о появившихся первых признаках любой нештатной ситуации (несчастный случай, пожар, взрыв, розлив и т.д.) позволит принять экстренные меры в целях предотвращения появления более масштабных зон поражения.

Повышение и совершенствование квалификации руководителей и специалистов в действиях по предупреждению и ликвидации аварий,

создание материальных резервов также помогут снизить вероятность возникновения аварийных ситуаций.

В таблице 5 представлены материальные ресурсы для предотвращения возникновения аварийных ситуаций Накынской нефтебазы.

Таблица 5 Материальные ресурсы для предотвращения возникновения аварийных ситуаций Накынской нефтебазы

Объект экономики	Место расположения	Наименование материальных ресурсов
Нефтебаза п. Накын	Нюрбинский район, Бордонский наслег, п. Накын	Мотопомпа МОДН «Заря» 120/70 – 2 штуки
		Сорбент « Унисорб-Био» – 140 килограмм
		Рукава пожарные – 100 погонных метров
		Ломы – 6 штук
		Лопаты совковые – 70 штук
		Топоры – 10 штук
		Мотыги – 10 штук
		Грабли – 10 штук
		Противодымные респираторы – 5 штук
		Защитные очки – 10 штук
		Кружки для воды – 20 штук
		Бидоны по 20 л. для питьевой воды – 4 штуки
		Багры – 4 штуки
		Лафетные стволы передвижные ЛС П40(20)У – 4 штуки
		Пенообразователь ЛЮКС-6ОН – 7 тонн
		Каркасные резервуары КР-7 – 6 штук
		Боны сорбирующие – 10 штук
Песчано-гравийная смесь – 1 тонна		

На основании приказа АК «АЛРОСА» (ПАО) № 01/345-П от 23.12.2022. «О создании финансового резерва для ликвидации чрезвычайных ситуаций», в целях исполнения требований Федерального закона от 21.12.1994 № 68–ФЗ, статьи 10 Федерального закона от 21.07.1997 № 116 – ФЗ в уполномоченном банке в виде целевого депозита установлен фиксированный объем финансового резерва для локализации и ликвидации ЧС на 2023 год в размере 15 миллионов рублей.

Регулярная проверка установок пожарной автоматики, в том числе систем оповещения в случае возникновения аварий или чрезвычайных ситуаций. В АК «АЛРОСА» (ПАО), начиная с 2017 года, действует «Программа оснащения объектов АК «АЛРОСА» (ПАО) автоматическими установками пожарной сигнализации (АУПС), автоматическими установками пожаротушения (АПТ) и системами оповещения о пожаре и управления эвакуацией людей (СОУЭ) на 2017–2024 гг.» [31].

Данная программа регулярно корректируется и позволяет обеспечить объекты компании, в том числе и УМТС установками пожарной автоматики, начиная от стадии проектирования и заканчивая сдаточными работами. На 2023 год предусмотрено обеспечение вышеуказанными установками дизельной электростанции Накынской нефтебазы. Остальные объекты нефтебазы такими установками уже укомплектованы.

Важная роль на объектах Накынской нефтебазы отведена кадрам высокой квалификации, которыми должны быть укомплектованы все цеха и участки. А также необходимо создавать отделы, которые отвечали бы за безаварийную эксплуатацию объектов ОПО. Обеспечивать повышенную требовательность к умением работников действовать в рамках различных инструкций по эксплуатации установок, охране труда, а также выполнять практические тренировки [31].

Еще одной из мер является привлечение на договорной основе нештатных аварийно-спасательных формирований. Эти формирования должны поддерживать постоянную готовность сил и средств, предназначенных для выполнения мероприятий по локализации и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов. Аварийно-спасательное формирование должно постоянно выполнять мероприятия, направленные на сохранение высокой степени готовности своего рабочего персонала.

С целью обеспечения непрерывной готовности сил и средств для локализации и ликвидации разлившейся нефти и нефтепродуктов нештатные спасательные формирования должны взаимодействовать с работниками

Накынской нефтебазы. Они должны проводить выполнение мероприятий, учитывая природные, социальные и другие особенности территории вахтового поселка Накын и технических характеристик нефтебазы. План мероприятий содержит следующие составляющие:

- умение разобраться в технологической структуре блоков-элементов различного оборудования, на которых возможен разлив наибольшего объема, или которые отличаются большей вероятностью;
- выполнение тренировочных занятий и штабных учений по локализации и ликвидации разлившихся нефти и нефтепродуктов;
- вовремя проведенные регулярные проверки технического состояния средств, которые применяются для локализации и ликвидации разлившихся нефти и нефтепродуктов, в случае необходимости выполнение различных ремонтов, в том числе текущих и капитальных;
- проведение оценки имеющихся сил, средств и их доукомплектование.

С целью проведения слаженных действий с аварийными формированиями, для достижения максимального эффекта в период взаимных с ними действий предварительно координируются границы участков ответственности формирований. Также определяется порядок действий на рядом расположенных объектах, в том числе при выполнении работ, которые могут представлять опасные ситуации для рядом расположенных объектов. Или которые каким-то образом могут повлиять на их работу.

Для этого проводятся согласования действий, исходя из времени и места концентрации усилий для совместного проведения наиболее важных и усложненных работ. Определяется система по обмену данными по изменению обстановки, а также по итогам работ на соседних объектах, устанавливается порядок оказания первой неотложной взаимопомощи.

В ходе проведения отработки превентивных действий по локализации и ликвидации аварийных ситуаций прорабатываются следующие моменты:

- поддержание постоянной связи;
- обеспечение четкости, достоверности, полноты докладов (источник, характер и обстоятельства аварии, время обнаружения аварии, ход развития аварии, наличие пострадавших, предпринятые меры;
- возможность привлечения дополнительных сил и средств для ликвидации, вероятные последствия и способы защиты персонала и населения (выдача средств индивидуальной защиты, эвакуация и т.д.);
- любая другая значимая информация.

Особенное внимание нужно уделять предупреждению возникновения аварийных ситуаций еще на первоначальной стадии проектирования и затем строительства объектов нефтебаз. В таблице 6 представлены совместные мероприятия по обеспечению постоянной готовности Накынской нефтебазы.

Таблица 6 – Мероприятия по обеспечению постоянной готовности Накынской нефтебазы

Наименование мероприятий	Ответственный	Сроки
«Изучение технологических блоков (элементов оборудования)» [21, с. 20].	«Ответственный за эксплуатацию» [21, с. 20].	«По мере внесения изменений в технологию» [21, с. 20].
«Изучение объектов нефтебазы» [21, с. 20].	«Ответственный за эксплуатацию» [21, с. 20].	то же
«Проведение тренировок и комплексных учений» [21, с. 20].	ООО «АСФ Сервис промышленной безопасности» [21, с. 20].	«Каждый квартал» [21, с. 20].
«Проверка технического состояния средств» [21, с. 20].	Ответственный за эксплуатацию [21, с. 20].	«Каждый день» [21, с. 20].
«Организация связи, оповещения и управления» [21, с. 20].		«Каждый квартал» [21, с. 20].
«Материально-техническое обеспечение» [21, с. 20].		
«Учебно-тренировочные занятия на полигоне» [21, с. 20].	ООО «АСФ Сервис промышленной безопасности» [21, с. 20].	«Два раза в полгода» [21, с. 20].

Продолжение таблицы 6

Наименование мероприятий	Ответственный	Сроки
«Учебно-тренировочные занятия на объектах» [21, с. 20].	«ООО «АСФ Сервис промышленной безопасности» [21, с. 20].	то же

«Мероприятия, которые направлены на предупреждение аварийных ситуаций, и наибольшее уменьшение размеров ущерба от потерь, требуется проводить заранее. Такие мероприятия выполняются, если соблюдаются нормальные правила эксплуатации, качественно и вовремя проведенное технологическое обслуживание, а также если персонал проходит соответствующее обучение персонала по разработанным программам» [3].

Для снижения вероятности возникновения аварийных ситуаций на объекте «Накынская нефтебаза» в 2020 году в соответствии с паспортами операционных рисков структурных подразделений АК «АЛРОСА» (ПАО), разработанных совместно с независимыми аудиторами ООО «Страховой Брокер Виллис СНГ», было принято решение о разработке программы снижения критических рисков в области пожарной автоматики.

Она получила название «Программа (для снижения выявленных операционных рисков) оснащения объектов АК «АЛРОСА» (ПАО) автоматическими установками пожарной сигнализации (АУПС) и автоматическими установками пожаротушения (АПТ) на 2020-2024 гг.» [31].

Для реализации данной программы по снижению рисков все структурные подразделения АК «АЛРОСА» (ПАО) актуализировали реестры рисков, оценили сроки и стоимость оснащения своих объектов установками пожарной автоматики. Периодически при главном инженере УМТС создаются совещания, на которых рассматриваются промежуточные итоги реализации программы.

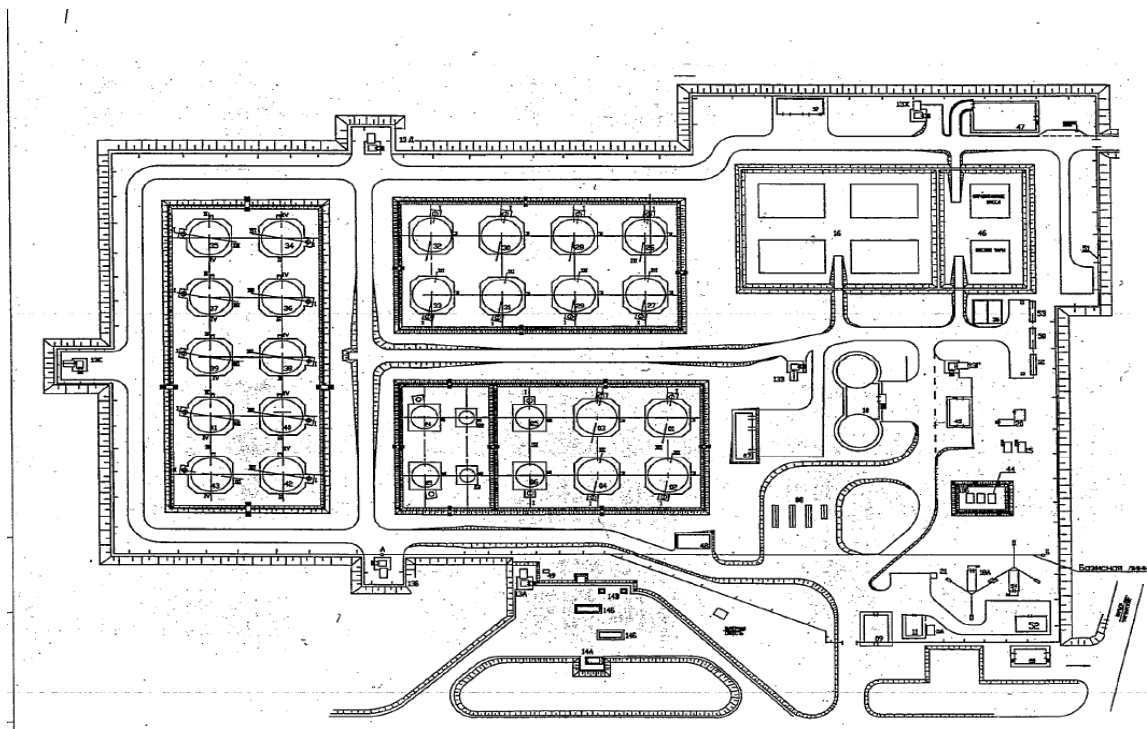
Поэтому, учитывая, что на объектах Накынской нефтебазы уже существует наличие ручных средств пожаротушения, сухотрубов для подключения пожарных автомобилей, систем орошения и охлаждения

резервуаров, подключение сухотрубов к системе водоснабжения, систем пенного пожаротушения и лафетных стволов на территории, независимыми аудиторами было принято решение о дополнительном монтаже следующих систем:

- извещатели ручные пожарные адресные для территории резервуарного парка нефтебазы; для внедрения ручных пожарных извещателей в резервуарных парках №1, №2, № 3 нефтебазы институтом «Якутнипроалмаз» разработан соответствующий проект (шифр 6830/3670-04-79);
- автоматическая система порошкового пожаротушения в здании блочно-модульной насосной станции нефтебазы; для внедрения установки пожаротушения на блочно-модульную насосную станцию нефтебазы институтом «Якутнипроалмаз» разработан соответствующий проект (шифр 3670/1-04-70);
- автоматическая система порошкового пожаротушения в насосной станции авиатоплива нефтебазы; для внедрения установки пожаротушения в насосной станции авиатоплива институтом «Якутнипроалмаз» разработан соответствующий проект (шифр 3670/5-04-76);
- дополнительные датчики дозрывных концентраций возле эластичных резервуаров нефтебазы; для внедрения датчиков ДВК ЧелябингортООчермет разработан соответствующий проект (шифр НТОО-2022-001).

Также в рамках документации на техническое перевооружение опасного производственного объекта «Площадка по хранению и перевалке нефти и нефтепродуктов п. Накын Накынского отделения УМТС», разработанной «ЧелябгортООчермет», произошло увеличение объема складирования горючего (нефть и нефтепродукты) нефтебазы на 7750 кубических метров на базе полимерных эластичных резервуаров ПЭР-250Н.

На рисунке 3 представлен план нефтебазы до расположения на ней полимерных эластичных резервуаров. Общее количество предполагаемых к размещению ПЭР – 31 штука. Емкость каждого из них 250 кубических метров.



Накынская Нефтебаза с расположением трех стационарно установленных площадок с резервуарами вертикальными стальными. Где: 01-06, 20-21, 26-29, 32-33, 34-43 –стальные резервуары, 14а-14в –комплекс АЗС, 13а-13ж – емкости хранения пенообразователя, 51 – ограждение.

Рисунок 3 – Экспликация нефтебазы до установки ПЭР-250

Чтобы сократить время, отведенное на строительство стационарного четвертого парка (по утвержденному ранее проекту), было принято решение дополнительно разместить на территории нефтебазы передвижные резервуары.

На фотоснимке, представленном на рисунке 4, мы наблюдаем размещение передвижных полимерных эластичных резервуаров объемом 250 кубических метров каждый общим количеством 31 штука.

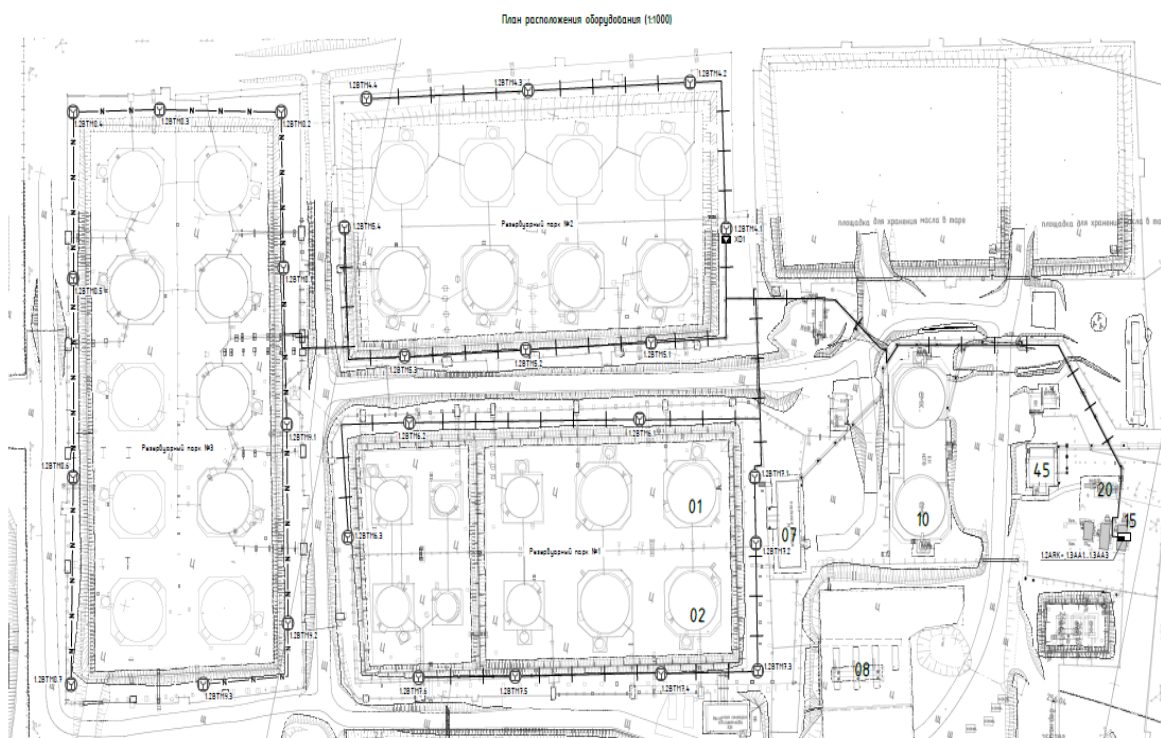


Расположение на территории Накынской нефтебазы емкостей ПЭР-250 двумя группами с альтернативным бетонному обвалованию защитным каре обвалования.

Рисунок 4 – Фотоснимок Накынской нефтебазы после установки ПЭР-250

Как видно из рисунка с фотоснимком, первая группа состоит из двадцати резервуаров объемом 5000 кубических метров. Вторая группа представляет собой одиннадцать резервуаров объемом 2750 кубических метров. Каждая группа расположена внутри защитных ограждений. Защитное каре выполняется специальным стальным каркасом и оснащается противofiltrационным пологом (ПФП), обладающим стойкостью к нефтепродуктам. Период наполняемости ПЭР – с апреля по август. В зимний период резервуары порожние. «Каре представляет собой сборно-разборную металлоконструкцию, предназначенную для создания вместе с противofiltrационным пологом защитного периметра, который должен защитить окружающую среду от возможных проливов нефтепродуктов, хранящихся в расположенных внутри периметра резервуарах» [7].

На рисунке 5 представлен план размещения ручных пожарных извещателей.



План ручных пожарных извещателей. Где: 01, 02 – резервуары вертикальные стальные для дизтоплива, 07 – насосная станция авиатоплива, 08 – сливо-наливная эстакада, 10 – насосная станция противопожарного водоснабжения, 15 – дизельная электростанция, 20 – котельная, 45 бокс хранения пенообразователя.

Рисунок 5 – План расположения на территории резервуарного парка ручных пожарных извещателей

Проектом предусмотрена установка ручных пожарных извещателей по периметру трех резервуарных парков нефтебазы с интеграцией в существующую систему пожарной сигнализации на базе оборудования ЗАО «Эридан». Извещатели пожарные ручные устанавливаются на высоте 1,5 метра от уровня земли на трубостойки. Кабельные линии прокладываются в герметичном металлорукаве по существующим лоткам нефтебазы. «Кабель от эстакады до трубостоек прокладывается в траншее в ПНД трубе. Для коммутации кабелей предусмотрены взрывозащищенные коммутационные коробки» [19].

Прокладка кабелей выполняется, выдерживая необходимые расстояния до электрических и других инженерных сетей согласно ПУЭ. Ручные пожарные извещатели заземляются на трубостойку. Для заземления к

металлическим конструкциям привариваются болты, к которым с помощью наконечника луженого и гайки прикрепляются провода заземления.

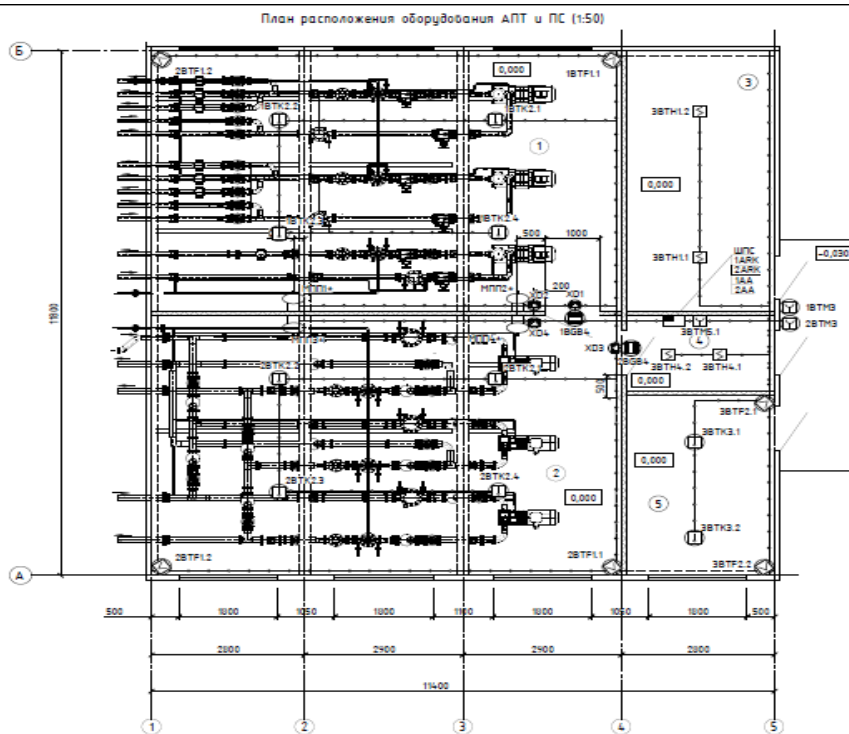
Полезность ручных пожарных извещателей в том, что достигается сокращение времени определения расположения очага возгорания в резервуарном парке нефтебазы. В дополнение к существующей установке пожарной автоматики (пожарная сигнализация и система оповещения людей о пожаре) обеспечивается повышенный уровень пожарной защиты.

По итогам окончания пусконаладочных работ по монтажу ручных пожарных извещателей был оформлен соответствующий акт (Приложение А). Извещатели на момент пуска находились в работоспособном состоянии и были введены в эксплуатацию. Других испытаний не проводилось.

Следующая система – автоматическая система порошкового пожаротушения в здании блочно-модульной насосной станции нефтебазы. Полезность данного решения достигается уменьшением вероятности развития одного из возможных сценариев аварийной ситуации (пожар в замкнутом пространстве, взрыв ТВС в замкнутом пространстве, в том числе в помещении), также в повышении эффективности (без участия в этом процессе работников нефтебазы).

Планом по УМТС, а также проектом предусмотрена установка системы автоматического пожаротушения (АПТ), системы пожарной сигнализации (ПС) и системы для оповещения и управления эвакуацией работников (СОУЭ), на базе оборудования НВП «Болид» в блок модулях № 1 и № 2. Установка порошкового пожаротушения находится в автоматическом режиме, когда двери в насосной станции закрыты (для контроля состояния двери установлен магнитоконтактный извещатель ВGB). Прибор приёмно-контрольный и управления пожарный (ППКУП) считывает сигнал с ВGB, и если контакты замкнуты, то над входной дверью гаснет табло «Автоматика отключена».

На рисунке 6 выполнен план системы пожаротушения БМНС.



Установка оборудования порошковой системы пожаротушения, где: 1,2 – насосная станция, 3 – электрощитовая, 4 – коридор, 5 – вытяжная венткамера.

Рисунок 6 – План расположения системы пожаротушения блочно-модульной насосной станции

При пожаре ППКУП регистрирует сигнал «ПОЖАР» от пожарных извещателей пламени, а так же от тепловых извещателей [29]. В защищаемой зоне включается светозвуковое табло «Порошок! Уходи!», отсчитывается временная задержка 60 секунд на запуск установки пожаротушения и после подаётся импульс на пуск модуля порошкового пожаротушения, установленного в помещениях насосной станции. Предусмотрено включение насосов при включении вентиляторов. При включении газоанализатора вентиляторы также включаются.

Ручной режим имеет несколько другую структуру. Тушение объектов с использованием порошковых модулей осуществляется при помощи ручного пуска, когда на объектах насосной станции могут быть открыты двери (контакты ВГВ размыкаются) и в помещениях, подлежащих противопожарной защите, размещаются работники нефтебазы. Приводится

в действие табло «Автоматика отключена». Если пожар все-таки происходит, то

сотрудники нефтебазы, которые производят работы на своих рабочих местах, должны в срочном порядке выйти из помещений, закрыв за собой все двери.

Если ППКУП не перешел в автоматический режим, то персонал должен произвести запуск пожаротушения через устройство дистанционного пуска пожаротушения, расположенного у эвакуационного выхода снаружи защищаемого помещения. Ручной запуск так же активируется, если по техническим причинам приемно-контрольное оборудование не перешло в автоматический режим. При активации устройства дистанционного пуска или органов управления пуском (вне зависимости от нахождения АУПТ в состояниях «Автоматика включена» или «Автоматика отключена») пуск АУПТ должен осуществляться после истечения временной задержки в 60 секунд.

Полезность данного решения достигается уменьшением вероятности развития одного из возможных сценариев аварийной ситуации (пожар в замкнутом пространстве, взрыв ТВС в замкнутом пространстве, в том числе в помещении), а также в повышении эффективности (без участия в этом процессе работников нефтебазы).

Пусконаладочные работы по монтажу автоматической установки порошкового пожаротушения были оформлены актом (Приложение Б). Система на момент пуска находилась в работоспособном состоянии и была введена в эксплуатацию. Других испытаний не проводилось.

Следующая система это автоматическая система порошкового пожаротушения в насосной станции авиатоплива нефтебазы. Полезность данного решения достигается уменьшением вероятности развития одного из возможных сценариев аварийной ситуации (пожар в замкнутом пространстве, взрыв ТВС в замкнутом пространстве, в том числе в помещении), также в повышении эффективности (без участия в этом

процессе работников нефтебазы). Схема работы аналогична схеме указанной для БМНС.

По факту пусконаладочных работ был составлен соответствующий акт (Приложение В). Система на момент пуска находилась в работоспособном состоянии и была введена в эксплуатацию. Других испытаний не проводилось.

Следующая система – дополнительные датчики дозрывных концентраций возле эластичных резервуаров нефтебазы (ПЭР-250). Повышенная точность измерений позволяет определить на более ранних стадиях образование опасных концентраций горючих газов и принять превентивные меры для предотвращения возникновения пожароопасной ситуации. А также оповестить персонал нефтебазы и принять меры по предотвращению возможных взрывов на рядом стоящих объектах нефтебазы.

Монтаж датчиков, которые подают сигнал о возникновении дозрывных концентраций, выполняется по периметру территории резервуаров Накынской нефтебазы (при условии наземного расположения РВС для хранения бензина и дизельного топлива). Монтаж осуществляется как превентивная мера против вероятного распространения газов и паров углеводорода, если их концентрация начинает становиться взрывоопасной и выходит за границы обвалования нефтебазы поселка Накын.

«Головка датчика является чувствительной и располагается в каре обвалования над расчетным зеркалом растекшейся жидкости. Шкаф управления должен быть запроектирован на базе программируемого контроллера. Передача данны от датчиков к контроллеру выполняется по цифровому каналу» [4].

Текущие значения концентрации паров топлива в процентах выводятся на экран монитора компьютера оператора. При достижении концентрации пороговых значений подается звуковой сигнал тревоги.

Плотность углеводородных газов и паров по воздуху в данном случае является относительной. Расстояние между датчиками дозрывных

концентраций не может быть больше двадцати метров. Радиус действия датчика – не более 10 метров.

Полезность данных датчиков в том, что повышенная точность измерений позволяет определить на более ранних стадиях образование опасных концентраций горючих газов и принять превентивные меры для предотвращения возникновения пожароопасной ситуации, а также оповестить персонал нефтебазы и принять меры по предотвращению возможных взрывов на рядом стоящих объектах нефтебазы.

На рисунке 7 показана проектная схема установки датчиков ДВК возле резервуаров ПЭР-250.



Датчики ДВК в каре обвалования ПЭР-250. Где: 01-38 – резервуары вертикальные стальные для хранения бензина и дизтоплива, 07 – насосная станция авиатоплива, 10 – насосная станция противопожарного водоснабжения, 15 – дизельная электростанция, 20 – котельная, 45 бокс хранения пенообразователя.

Рисунок 7 – Схема расположения датчиков ДВК возле резервуаров ПЭР-250

Как видно из рисунка, проектом определено, что датчики, сигнализирующие о возникновении довзрывных концентраций. «Высота

расположения от одного до полутора метров от планировочной отметки поверхности земли» [7, с. 3].

Система датчиков на момент пуска находилась в работоспособном состоянии и была введена в эксплуатацию с составлением соответствующего акта пусконаладочных работ (Приложение Г). Других испытаний не проводилось.

3.2 Анализ и оценка эффективности предлагаемых мер по обеспечению техносферной безопасности

В целях предупреждения развития аварий и ситуаций, которые связаны с разливами нефтепродуктов, возможными взрывами топливно-воздушной смеси и возможными пожарами, на объектах нефтебазы с помощью использования мероприятий для обеспечения техносферной безопасности выполняются также инженерно-технические и организационные мероприятия. Они ставят цель исключить нарушения герметичности оборудования, предупредить возможный разлив бензина или дизтоплива, локализовать возможный разлив, обеспечить борьбу с возможными пожарами. Также обеспечить оповещение о ЧС, организовать эвакуацию работников с территории и из объектов нефтебазы.

С целью уменьшения возможного возникновения рисков, ущерба, а также, выполняя задачи, которые направлены на превентивные меры с целью минимизировать возможные разливы бензина и дизтоплива, не допустить пожар, взрыв топливно-воздушной смеси, вовремя локализовать их, должны быть выполнены данные процедуры:

- сохранение обвалования РВС и РГС в работоспособном состоянии,
- наличие достаточности освещения зданий и сооружений,
- организация проведения внутреннего осмотра РВС и РГС не реже одного раза в пять лет,
- выполнение инструментальной проверки резервуаров,

- проведение нивелирования РВС каждые пять лет,
- выполнение полномасштабной технической проверки резервуаров и трубопроводов по окончании запланированного срока их эксплуатации,
- проведение плановых обучений, инструктажей и тренировок с работниками нефтебазы,
- «проведенное своевременно переоформление и согласование с руководством объекта производственных инструкций и технологических схем склада» [21, с. 34].

Мероприятия, которые выполняются на объектах нефтебазы, соответствуют проектам и требованиям следующих документов:

- «общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств» [21, с. 38],
- «правила устройства стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов» [21, с. 38],
- «инструкция по техническому надзору, методам ревизии и отбраковке трубчатых печей, резервуаров, сосудов и аппаратов нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств» [21, с. 38],
- «руководящие указания по эксплуатации и ремонту сосудов и аппаратов, работающих под давлением ниже 0,07 МПа (0,7 кгс/см²) и вакуумом» [21, с. 38],
- «правила пожарной безопасности при эксплуатации предприятий нефтепродуктообеспечения» [21, с. 38],
- «правила технической эксплуатации нефтебаз» [21, с. 38].

Для выполнения безопасных условий эксплуатации объектов нефтебазы, в целях недопущения возникновения аварий предусмотрены такие мероприятия, как:

- блокировка автоцистерн, насосов, фильтров, резервуаров, участков трубопроводов, которые могут считаться аварийными, выполняется при помощи обратных клапанов и задвижек;
- максимальное снижение площади возможного разлива бензина и дизтоплива обеспечивается наличием каре обвалования в зоне предполагаемого разлива;
- обеспечение выхода паров рабочей среды в атмосферу через дыхательные клапаны с огнепреградителями;
- защита резервуаров от прямых ударов молнии с помощью отдельно стоящих неизолированных молниеотводов; импульсное сопротивление каждого заземлителя от прямых ударов молнии не более 10 Ом;
- оборудование автоцистерн искрогасительными устройствами и средствами пожаротушения;
- перед тем как произвести разгрузку автоцистерны, надо провести ее присоединение к существующим элементам заземления; а также оборудовать автоцистерну цепью, которая достаточно длинная, и эта длина позволяет ей касаться земли (заземление);
- обеспечение присоединительных устройств цистерны, которые исключают их самопроизвольное отсоединение от цистерны;
- на нагнетательных трубопроводах установка обратных клапанов;
- применение электрооборудования во взрывозащищенном исполнении, степень защиты оболочек электрооборудования, приборов и средств автоматизации – IP 44;
- оборудование в помещениях насосных естественной приточной вентиляции и принудительной вытяжной, которая обеспечивает восьмикратный воздухообмен;
- питание электродвигателей насосной группы с осуществлением от электрощита, который установлен в помещении пультовой;

- оснащение эффективными системами защиты и эвакуации людей (рабочими костюмами, рукавицами, обувью, противогазами марки А, БКФ и шланговыми противогазами марки ПШ-1);
- исключение источников зажигания;
- назначение ответственных за эксплуатацию объекта;
- оборудование средствами пожаротушения каждого участка нефтебазы;
- «предусмотрение мер, препятствующих проникновению посторонних лиц на территорию объекта и проведению террористических актов» [21].

Спланированы мероприятия по локализации и ликвидации последствий разлива нефти и нефтепродуктов:

- пролившаяся жидкость убирается методом засыпки бензина и дизтоплива песком или опилками; если жидкость вылилась на поверхность земли, то эта загрязненная поверхность собирается и утилизируется; слой земли забирается на глубину большую, чем глубина пропитки, с запасом в один-два сантиметра;
- на Накынской нефтебазе в отдельном контейнере расположен комплект для локализации и ликвидации разливов ТВС, очистки территории от нефтепродуктов (ведра, сорбент, песок, сорбентовые маты, искробезопасные лопаты, щетки, грабли, пластиковые мешки, средства СИЗ, рукавицы, другие средства индивидуальной защиты).

В рамках технического перевооружения на объектах Накынской нефтебазы основные предлагаемые меры по обеспечению техносферной безопасности (в том числе установка ручных пожарных извещателей по периметру территории резервуарного парка, установки систем порошкового пожаротушения в зданиях насосных нефтебазы, дополнительных датчиков дозрывных концентраций по периметру территории резервуарного парка ПЭР-250) позволят, по возможности, максимально сократить энергоемкие

технологические процессы, исключить условия образования причинных цепей техногенных происшествий, минимизировать ущерб от них путём заблаговременной подготовки к проведению аварийно-спасательных работ.

Совершенствуется система противопожарной защиты, в том числе система автоматического пожаротушения и система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, в целях обнаружения признаков ЧС на ранней их стадии, передачи информации диспетчеру нефтебазы для принятия соответствующих мер по эвакуации персонала и по первичным действиям до прибытия соответствующих подразделений.

Применение ручных пожарных извещателей по периметру резервуарного парка позволит обеспечить круглосуточную противопожарную защиту резервуаров, контроль исправности линий связи с пожарными извещателями и оповещателями, отображение состояния элементов прибора на собственных индикаторах, хранение в энергозависимой памяти буфер на 512 событий, управление звуковыми и световыми оповещателями в автоматическом режиме.

Применение порошковой автоматической системы пожаротушения в насосных станциях нефтебазы позволит обеспечить усиленный контроль загазованности помещений и, как следствие, обнаружение пожара в защищаемых помещениях и ликвидация потенциального пожара в зданиях и сооружениях до того, как наступит опасность разрушения технологических установок и выдачи сигнала пожарной тревоги в помещение с персоналом, ведущим круглосуточное дежурство. Когда установка порошкового пожаротушения находится в автоматическом режиме, двери в насосной станции закрыты, в целях безопасности работников для контроля состояния двери установлен магнитоконтактный извещатель.

«Прибор приёмно-контрольный и управления пожарный (далее – ППКУП) считывает сигнал с извещателя, и если контакты замкнуты, то над входной дверью гаснет табло «Автоматика отключена»» [29].

При пожаре ППКУП регистрирует сигнал «ПОЖАР» от пожарных извещателей пламени, а так же от тепловых извещателей. В защищаемой зоне включается светозвуковое табло «Порошок! Уходи!», отсчитывается временная задержка 60 секунд на запуск установки пожаротушения и после подаётся импульс на пуск модуля порошкового пожаротушения, установленного в помещениях насосной станции.

Другое достоинство системы это ручной режим. «Установка порошкового пожаротушения переходит в режим ручного пуска, если в помещениях открываются двери (контакты магнитноконтakтного извещателя размыкаются) и в защищаемом помещении находятся люди. Загорается табло «Автоматика отключена». В случае возникновения пожара, люди находящиеся в помещениях, незамедлительно покидают помещения, плотно закрывают дверь. Если ППКУП не перешел в автоматический режим, то персонал может произвести запуск пожаротушения через устройство дистанционного пуска пожаротушения, расположенного у эвакуационного выхода снаружи защищаемого помещения – это еще одно преимущество системы» [28].

Ручной запуск так же активируется, если по техническим причинам приемно-контрольное оборудование не перешло в автоматический режим. При активации устройства дистанционного пуска или органов управления пуском (вне зависимости от нахождения АУПТ в состояниях «Автоматика включена» или «Автоматика отключена») пуск АУПТ должен осуществляться после истечения временной задержки – 60 секунд.

Полезные функции внедряемой системы порошкового пожаротушения обеспечивают следующие степени защиты объектов от возможного более быстрого развития чрезвычайных ситуаций:

- круглосуточная противопожарная защита помещений в зданиях,
- контроль исправности линий связи с пожарными извещателями и оповещателями,
- контроль исправности цепей запуска,

- отображение состояния элементов прибора на собственных индикаторах, звуковая сигнализация режимов работы,
- передача служебных и тревожных сообщений на существующий пульт,
- дистанционный запуск и останов средств пожаротушения по соответствующей команде,
- управление звуковыми и световыми оповещателями в автоматическом режиме (локальное управление),
- управление звуковыми и световыми оповещателями в ручном режиме при помощи органов управления приемно-контрольного прибора и ручных извещателей,
- передачу сигнала о пожаре и неисправности на пост охраны, расположенном в АБК Накынской нефтебазы.

«Предлагаемые меры по обеспечению техносферной безопасности в настоящее время также обеспечивают полезное применение энергии на объектах нефтебазы, то есть энергосбережение. Энергосбережение – это комплекс мер по организации правовых, организационных, научных, производственных, технических и экономических мер, направленных на эффективное (рациональное) использование топливно-энергетических ресурсов и на вовлечение в хозяйственный оборот возобновляемых источников энергии. Энергосбережение в данном проекте достигается правильным выбором электрооборудования, сечений кабельно-проводниковой продукции с учетом допустимого отклонения напряжения у потребителя» [30].

Эффективность предлагаемых мер обеспечивает соблюдение общих требований безопасности, заключающихся в соблюдении правил внутреннего распорядка, требований внутриобъектного режима и применения технических и инженерных средств защиты электроустановок. Функции систем безопасности, зависящие от электроснабжения, заключаются в

сохранении работоспособности систем безопасности в случаях исчезновения питания от системы внешнего электроснабжения и аварий в системе внутреннего электроснабжения. В отношении обеспечения надежности электроснабжения электроприемники планируемых к монтажу систем защиты отнесены к электроприемникам I категории надежности электроснабжения.

Для обеспечения надежности электроснабжения предусматриваются автономные источники электроэнергии – встроенные аккумуляторные батареи. При нормальной работе обеспечен постоянный режим подзарядки аккумуляторов. В случае исчезновения нормального питания система происходит автоматическое переключение на аккумуляторную батарею, и работа вышеуказанных систем не прерывается.

Информационная безопасность определяется существующим порядком выполнения предписанных организационных мероприятий и использованием существующих технических средств защиты. При пожароопасности в электроустановке предусматриваются следующие мероприятия:

- для предотвращения возникновения пожаров при повреждении кабельных сетей 0,4 кВ токами короткого замыкания и перегрузки, предусмотрено защитное отключение поврежденных участков аппаратами защиты, в качестве которых используются автоматические выключатели, оборудованные магнитотермическими и электронными расцепителями;
- применение электрооборудования в помещениях, по своему исполнению соответствующего характеристике окружающей среды и классам пожароопасности.

Фиксированный объем финансового резерва для ликвидации чрезвычайных ситуаций на 2023 год в размере 15 миллионов рублей позволяет выполнять материально-техническое обеспечение мероприятий по максимальной реализации на нефтебазе своевременного и полного снабжения аварийно-восстановительных работ, а также аварийно-

восстановительных бригад объектов техникой, средствами индивидуальной защиты, связью, приборами, горючими и смазочными материалами, медикаментами и медицинским имуществом, подменной одеждой и обувью, строительными материалами и другими средствами.

Принципы создания и использования резервов. Принципами создания (накопление, хранение, разбронирование, освежение, замена) и использования резервов материальных ресурсов для предупреждения развития аварийных ситуаций, связанных с разливами нефтепродуктов, взрывами ТВС и пожарами, являются:

- достаточность, то есть величина резервов материальных ресурсов, их структура, ассортимент, качественные показатели и характеристики, обеспечивающие обязательное проведение первоочередных работ по ликвидации чрезвычайных ситуаций в соответствии с прогнозируемым ущербом, программой и последовательностью проведения работ, спецификой территории или объекта, типом чрезвычайной ситуации;
- мобильность – поддержание высокой степени подготовленности резервов материальных ресурсов к оперативному перемещению в зоны чрезвычайных ситуаций и использованию для ликвидации чрезвычайных ситуаций и их последствий;
- определенность целевого назначения, то есть формирование резервов материальных ресурсов, учитывающих потенциальные возможности в случае возникновения ЧС;
- рациональность размещения – размещение резервов материальных ресурсов в зонах, исходя из оценки степени риска возникновения в них чрезвычайных ситуаций и обеспечения максимальной степени их сохранности;
- управляемость – создание системы управления формированием и использованием резервов материальных ресурсов, способной решать на различных уровнях задачи по чрезвычайных ситуаций и

их последствий, и ее сопряженность со всеми организациями, участвующими в ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Оценка объемов работ производится на основе уточненных количественных данных объемов и площадей разлива, взрыва ТВС, пожара.

Материально-техническое обеспечение заключается в организации своевременного и полного снабжения транспортными средствами, техникой, СИЗ, связью, медикаментами и другими материальными ресурсами.

Создание финансовой и материальной базы для локализации последствий аварий возлагается на АК «АЛРОСА» (ПАО) и осуществляется из средств данного предприятия.

Количество средств определяется по основным операциям:

- механический сбор нефтепродуктов,
- сбор нефти и нефтепродуктов сорбентами и сорбирующими изделиями,
- временное хранение нефтепродуктов,
- временное хранение отработанных сорбентов и сорбирующих изделий,
- транспортировка собранных нефтепродуктов и отработанных расходных материалов.

Заключение

В процессе внедрения на объекты Накынской нефтебазы новшеств (в том числе использование, кроме автоматических систем защиты объектов, и других приспособлений – например, сорбентов) апробация производилась путем проведения пусконаладочных работ, по результатам которых были оформлены соответствующие акты.

Также были учтены достижения, используемые в последних патентных изобретениях. «Патент № 2694851 от 17.07.2019. «Способ пожаровзрывозащиты резервуара с нефтепродуктами, способ управления устройством аварийной разгерметизации и устройство для его реализации». Для защиты от пожаров и взрывов резервуаров со стационарной крышей, в которых размещены легковоспламеняющиеся и горючие жидкости» [15].

Патент № 2710999 от 14.01.2020. «Способ для сбора нефти и нефтепродуктов под ледяным покровом». «Для сбора нефти или нефтепродуктов под ледяным покровом водоемов в случае утечки топлива в естественный или искусственный водоем» [16].

Патент №2777378 от 02.08.2022. «Способ локализации и ликвидации последствий нефти и нефтепродуктов». «Для использования технологии и техники локализации и ликвидации последствий разливов нефти и нефтепродуктов имеющимися сорбентами либо сбор загрязненной смеси нефти с грунтом, ее транспортировку и выгрузку» [17].

Патент № 207645 от 09.11.2021. «Устройство для анализа содержания аэрозолей и паров углеводородов при выбросе топливных жидкостей в атмосферу». «Для использования измерительной техники с целью анализа содержания аэрозолей и паров углеводородов при выбросе нефтепродуктов в атмосферу, а также с целью предупреждения техногенных аварий» [18].

В ходе выполнения практики было установлено, что перед тем как запустить в работу технические устройства (резервуары) или остановить их работу необходимо было предусмотреть меры по недопущению развития потенциальных аварийных ситуаций на объектах хранения нефтепродуктов вследствие скопления газов, разливов топлива.

«В результате установки датчиков анализа состава воздушной среды в перспективе ожидается оперативное обнаружение возгорания» [9]. Повышенная точность измерений позволит определить на более ранних стадиях образование опасных концентраций горючих газов и принять превентивные меры для предотвращения возникновения пожароопасной ситуации. А также своевременно оповестить персонал нефтебазы.

Так как эксплуатировать резервуары, трубопроводы, насосные станции нефтебаз при использовании существующих устройств было бы не совсем безопасно, то потребовалось внедрение дополнительных решений для обеспечения более безопасного производственного процесса хранения и отпуска нефтепродуктов Накынской нефтебазы.

Также было учтено влияние поражающих факторов, проведена оценка наиболее опасных технологических зон, которые могли бы подвергнуться в первую очередь поражению от воздействия возможного пожара, разлива горючей жидкости, взрыва топливно-воздушной смеси. Проведена оценка в сумме потенциальной пожароопасности, надежности как уже эксплуатируемого оборудования, так и вновь смонтированного. Была учтена опасность нестационарно эксплуатируемого оборудования (работа полимерных эластичных резервуаров).

Была проведена минимизация риска развития аварийных ситуаций на данном этапе эксплуатации нефтебазы с учетом финансирования выполняемых мероприятий и импортозамещения.

Как достижения от внедренных систем можно выделить следующие моменты.

В результате установки ручных пожарных извещателей в перспективе ожидается сокращение времени определения расположения очага возгорания в резервуарном парке нефтебазы. В дополнение к существующей установке пожарной автоматики обеспечивается повышенный уровень пожарной защиты.

В результате установки автоматических систем порошкового пожаротушения в насосных Накынской нефтебазы (блочно-модульная и авиатоплива) в перспективе ожидается уменьшение вероятности развития одного из возможных сценариев аварийной ситуации (пожар в замкнутом пространстве, взрыв ТВС в замкнутом пространстве, в том числе в помещении), а также в результате усовершенствованности системы повышается ее эффективность – возможность исключения участия в этом работников нефтебазы.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Абдрахманова К.Н., Шабанова В.В., Федосов А.В. Применение моделирования процесса развития аварии и оценки риска в целях обеспечения безопасной эксплуатации объектов нефтегазового комплекса // КиберЛенинка. Безопасность техногенных и природных систем. 2020. № 2. С. 115 –117. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-modelirovaniya-protssessa-razvitiya-avarii-i-otsenki-riska-v-tselyah-obespecheniya-bezopasnoy-ekspluatatsii-obektov> (дата обращения: 19.01.2023).

2. Агеева А.Э., Сумарченкова И.А. Анализ аварийных ситуаций на объектах хранения нефтепродуктов (нефтебазах) // Электронный научный журнал Студенческий. Новосибирск. 2022. № 40 (210). 13 с. URL: <https://sibac.info> (дата обращения 05.01.2023).

3. Вальдман Н.А., Маляренко Н.Л. Методические подходы к принятию решений по обеспечению безопасности шельфовых нефтегазовых объектов // КиберЛенинка. Труды Крыловского государственного научного центра. 2020. №1. С. 199 – 208. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodicheskie-podhody-k-prinyatiyu-resheniy-po-obespecheniyu-bezopasnosti-shelfovyh-neftegazovyh-obektov> (дата обращения: 19.02.2023).

4. Государственная система обеспечения единства измерений. Газоанализаторы и сигнализаторы до взрывоопасных концентраций паров горючих жидкостей. Методы испытаний [Электронный ресурс]: ГОСТ Р 8.922–2016. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200138903> (дата обращения: 17.01.2023).

5. Игнатьева Л.И., Шарафутдинова Г.М., Барахнина В.Б. Методы оценки развития аварийных ситуаций на объектах нефтепереработки // КиберЛенинка. Инновационная наука. 2022. № 2. С 39 – 41. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-otsenki-razvitiya-avariynyh-situatsiy-na-obektah-neftepererabotki> (дата обращения: 12.02.2023).

6. Кантюков Р.Р., Бутусов О.Б., Мешалкин В.П., Панарин В.М. Система поддержки принятия решений по управлению рисками опасных ситуаций в сложных системах газоснабжения // КиберЛенинка. Программные продукты и системы. 2020. № 2. С 250 – 256. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-podderzhki-prinyatiya-resheniy-po-upravleniyu-riskami-opasnyh-situatsiy-v-slozhnyh-sistemah-gazosnabzheniya> дата обращения: 25.02.2023).

7. Колесников А.А., Точилкин Н.Н. Техническое перевооружение нефтебазы 3 класса ОПО с увеличением объекта складирования горючего на 7750 кубических метров на базе полимерных эластичных резервуаров ПЭР-250Н. Рабочая документация. Основной комплект рабочих чертежей НТОО-2022-001-ГП. Челябинск : 2022.

8. Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Устройства разогрева для слива нефти и мазутов. Общие технические условия [Электронный ресурс]: Национальный стандарт Российской Федерации. ГОСТ Р 59967-2021 от 04.01.2022 URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200182365> (дата обращения: 28.01.2023).

9. Материалы Всероссийской научной конференции и школы для молодых ученых. Системы обеспечения техносферной безопасности (с международным участием) / Южный федеральный университет. Ростов-на-Дону – Таганрог : 2018. С. 163.

10. Мишкевич В.М. Природные и техногенные риски при проектировании и эксплуатации объектов нефтегазового комплекса // КиберЛенинка. International agricultural journal. 2021. № 1. С. 55 – 59. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prirodnye-i-tehnogennye-riski-pri-proektirovanii-i-ekspluatatsii-obektov-neftegazovogo-kompleksa> (дата обращения: 06.02.2023).

11. Об утверждении основных требований к порядку разработки и содержанию правил и инструкций по охране труда, разрабатываемых работодателем [Электронный ресурс]: Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 29.10.2021 № 772н. URL:

https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_401350/ (дата обращения: 10.02.2023).

12. Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации (ред. от 21.05.2021). [Электронный ресурс]: Правительство Российской Федерации. Постановление от 16.09.2020 №1479. URL: <https://base.garant.ru/74680206/> (дата обращения: 01.03.2023).

13. Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств» [Электронный ресурс]: Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. Приказ от 15.12.2020 № 533. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573200380> (дата обращения: 13.01.2023).

14. Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности» [Электронный ресурс]: Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. Приказ от 15.12.2020 № 534. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573230594> (дата обращения: 16.01.2023).

15. Патент РФ № 2694851 от 17.07.2019. URL: <https://www.fips.ru> (дата обращения: 07.01.2023).

16. Патент РФ № 2710999 от 14.01.2020. URL: <https://www.fips.ru> (дата обращения: 07.01.2023).

17. Патент РФ № 2777378 от 02.08.2022. URL: <https://www.fips.ru> (дата обращения: 07.01.2023).

18. Патент РФ № 207645 от 09.11.2021. URL: <https://www.fips.ru> (дата обращения: 07.01.2023).

19. Патент РФ № 156746 от 20.11.2015. URL: <https://www.fips.ru> (дата обращения: 15.01.2023).

20. Пермяков В.Н., Сивков Ю.В., Мартынович В.Л., Хайруллина Л.Б. Анализ риска аварий на опасных производственных объектах хранения нефти и нефтепродуктов : учебное пособие. Тюмень : 2022. С. 6,100.

21. План мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на опасном производственном объекте «Площадка нефтебазы по хранению и перевалке нефти и нефтепродуктов п. Накын Накынского отделения УМТС», рег. № 73-00115-0171. 2022.

22. Положение о разработке планов мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на опасных производственных объектах [Электронный ресурс]: Постановление Правительства Российской Федерации от 15.09.2020 № 1437. URL: <https://docs.cntd.ru/document/565738495> (дата обращения: 20.02.2023).

23. Полякова С.А., Ильичев С.С. Анализ аварийности на объектах нефтегазовой отрасли России // КиберЛенинка. Молодой ученый. 2022. № 16. С. 115-117. URL: <https://moluch.ru/archive/411/90471/> (дата обращения: 20.02.2023).

24. Рожков Д.М., Седов Д.В., Беляк А.Л. Исследование величины пожарного риска при транспортировке и хранении нефтепродуктов в условиях нефтебазы // КиберЛенинка. XXI век. Техносферная безопасность. 2022. № 2. С. 168-178. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-velichiny-pozharnogo-riska-pri-transportirovke-i-hranenii-nefteproduktov-v-usloviyah-neftebazy> (дата обращения: 11.01.2023).

25. Система стандартов безопасности труда. Обувь специальная для защиты от химических веществ. Часть 3. Требования к обуви, устойчивой к длительному контакту с химическими веществами [Электронный ресурс]: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации (МГС). ГОСТ EN 13832-3-2020 от 10.01.2021. URL: <https://docs.cntd.ru/document/566405228> (дата обращения: 11.02.2023).

26. Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная для защиты работающих от воздействия нефти и нефтепродуктов. Общие

технические условия [Электронный ресурс]: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации (МГС). ГОСТ 12.4.310-2020. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/73980/> (дата обращения: 11.02.2023).

27. Скрипник И.Л., Воронин С.В., Каверзнева Т.Т. Моделирование сценариев развития чрезвычайных ситуаций и расчет риска в типовом резервуарном парке нефтебазы // КиберЛенинка. Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России. 2019. № 4. С. 28-35. <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-stsenarijev-razvitiya-chrezvychaynyh-situatsiy-i-raschet-riska-v-tipovom-rezervuarnom-parke-neftebazy> (дата обращения: 11.02.2023).

28. Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования и методы испытания [Электронный ресурс]: ГОСТ Р 53325–2012. URL: [https:// docs.cntd.ru>document/1200102066](https://docs.cntd.ru/document/1200102066) (дата обращения: 15.02.2023).

29. Техника пожарная. Установки порошкового пожаротушения автоматические. Модули. Общие технические требования. Методы испытаний [Электронный ресурс]: ГОСТ 53286–2009. URL: [https:// docs.cntd.ru>document/1200071861](https://docs.cntd.ru/document/1200071861) (дата обращения: 07.01.2023).

30. Тимофеева С.С. Техносферная безопасность в XXI веке. [Электронный ресурс]: Сборник научных трудов магистрантов, аспирантов и докторантов. VI Всероссийская научно-практическая конференция. 2016. URL: [https:// istu.edu>docs/education/faculty/institute](https://istu.edu/docs/education/faculty/institute) (дата обращения: 23.02.2023).

31. Черепнов А.Н. Программа (для снижения выявленных операционных рисков) оснащения объектов АК «АЛРОСА» (ПАО) автоматическими установками пожарной сигнализации (АУПС) и автоматическими установками пожаротушения (АПТ) на 2020–2024 гг. Мирный : 2020.

32. Independent risk assessment and initial data for calculation [Электронный ресурс]. URL: https://www.fire-smi.ru/jour/article/view/786?locale=en_US (дата обращения: 15.03.2023).

33. Fire Risk Assessments on Petrol Forecourts [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fireprotectiononline.co.uk/info/fire-risk-assessments-petrol-forecourts/> (дата обращения: 15.03.2023).

34. Fire Risk Assessments [Электронный ресурс]. URL: <https://www.firesafetyassessmentsltd.co.uk/?p=fire.risk.assessment> (дата обращения: 15.03.2023).

35. Fire safety in the workplace [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gov.uk/workplace-fire-safety-your-responsibilities/fire-risk-assessments> (дата обращения: 15.03.2023).

36. Procedure: Fire Risk Assessment [Электронный ресурс]. URL: <https://www.lambeth.gov.uk/sites/default/files/hr-fra-131117.pdf> (дата обращения: 15.03.2023).

Приложение А
Акт об окончании пусконаладочных работ по ручным пожарным извещателям

АКТ

об окончании пусконаладочных работ

Объект: НО УМТС АК «АЛРОСА» (ПАО)
Нефтебаза п. Накын
Система: Ручные пожарные извещатели

п. Накын

«14» 12 2022 г.

Рабочая комиссия в составе:

Представитель заказчика: Главный инженер НО УМТС Иванов Э.К.

Представитель заказчика: Начальник ТУ № 4 Клячин А.П.

Представитель подрядной организации: И.о. начальника ММНУ СТ «Алмазавтоматика»
Бебякин М.Г.

Представитель подрядной организации: Начальник ЦО ИТСБ ММНУ СТ «Алмазавтоматика»
Пантелеев Я.Е.

Установила следующее: СТ «Алмазавтоматика» АК «АЛРОСА» (ПАО) выполнила пусконаладочные работы по установке ручных пожарных извещателей с интеграцией к существующей системе согласно рабочей документации на объекте: НО УМТС. Нефтебаза п. Накын, резервуарный парк, ручные пожарные извещатели

Начало работ: «12» декабря 2022 г.

Окончание работ: «13» декабря 2022 г.

Заключение рабочей комиссии: Работы выполнены в соответствии с рабочей документацией, стандартами, нормами, и правилами. Систему установки ручных пожарных извещателей считать готовой для проведения приемосдаточных испытаний.

Представитель заказчика

Представитель заказчика

Представитель подрядчика

Представитель подрядчика

 Иванов Э.К.

 Клячин А.П.

 Бебякин М.Г.

 Па Пантелеев Я. Е

Приложение Б
Акт об окончании пусконаладочных работ по монтажу порошковой системы пожаротушения БМНС

АКТ

об окончании пусконаладочных работ

Объект: НО УМТС АК «АЛРОСА»
(ПАО) Нефтебаза п. Накын
Система: АУПТ

«08» 12 2022 г.

п. Накын

Рабочая комиссия в составе:

Представитель заказчика: Главный инженер НО УМТС Иванов Э.К.

Представитель заказчика: Начальник ТУ № 4 Клячин А.П.

Представитель подрядной организации: И.о. начальника ММНУ СТ «Алмазавтоматика»
Бебякин М.Г.

Представитель подрядной организации: Начальник ЦО ИТСБ ММНУ СТ «Алмазавтоматика»
Пантелеев Я.Е.

Установила следующее: СТ «Алмазавтоматика» АК «АЛРОСА» (ПАО) выполнила пусконаладочные работы по автоматической установке пожаротушения (АУПТ) с интеграцией к существующей системе согласно рабочей документации на объекте: НО УМТС. Нефтебаза п. Накын, блочно-модульная насосная станция.

Начало работ: «05» декабря 2022 г.

Окончание работ: «06» декабря 2022 г.

Заключение рабочей комиссии: Работы выполнены в соответствии с рабочей документацией, стандартами, нормами, и правилами. Систему АУПТ считать готовой для проведения приемосдаточных испытаний.

Представитель заказчика

Представитель заказчика

Представитель подрядчика

Представитель подрядчика

 Иванов Э.К.

 Клячин А.П.

 Бебякин М.Г.

 Пантелеев Я. Е

Приложение В
Акт об окончании пусконаладочных работ по монтажу порошковой системы пожаротушения насосной станции авиатоплива

АКТ

об окончании пусконаладочных работ

Объект: НО УМТС АК «АЛРОСА»
(ПАО) Нефтебаза п. Накын
Система: АУПТ

«09» 12 2022 г.

п. Накын

Рабочая комиссия в составе:

Представитель заказчика: Главный инженер НО УМТС Иванов Э.К.

Представитель заказчика: Начальник ТУ № 4 Клячин А.П.

Представитель подрядной организации: И.о. начальника ММНУ СТ «Алмазавтоматика»
Бебякин М.Г.

Представитель подрядной организации: Начальник ЦО ИТСБ ММНУ СТ «Алмазавтоматика»
Пантелеев Я.Е.

Установила следующее: СТ «Алмазавтоматика» АК «АЛРОСА» (ПАО) выполнила пусконаладочные работы по автоматической установке пожаротушения (АУПТ) с интеграцией к существующей системе согласно рабочей документации на объекте: НО УМТС. Нефтебаза п. Накын, насосная станция авиатоплива.

Начало работ: «07» декабря 2022 г.

Окончание работ: «08» декабря 2022 г.

Заключение рабочей комиссии: Работы выполнены в соответствии с рабочей документацией, стандартами, нормами, и правилами. Систему АУПТ считать готовой для проведения приемосдаточных испытаний.

Представитель заказчика

Представитель заказчика

Представитель подрядчика

Представитель подрядчика


Иванов Э.К.


Клячин А.П.


Бебякин М.Г.


Пантелеев Я. Е

Приложение Г
Акт об окончании пусконаладочных работ по монтажу датчиков ДВК в резервуарном парке ПЭР

АКТ

об окончании пусконаладочных
работ

Объект: НО УМТС АК «АЛРОСА» (ПАО)
Нефтебаза п. Накын
Система: датчики дозрывных концентраций

п. Накын

«21» 12 2022 г.

Рабочая комиссия в составе:

Представитель заказчика: Главный инженер НО УМТС Иванов Э.К.

Представитель заказчика: Начальник ТУ № 4 Клячин А.П.

Представитель подрядной организации: И.о. начальника ММНУ СТ «Алмазавтоматика»
Бебякин М.Г.

Представитель подрядной организации: Начальник ЦО ИТСБ ММНУ СТ «Алмазавтоматика»
Пантелеев Я.Е.

Установила следующее: СТ «Алмазавтоматика» АК «АЛРОСА» (ПАО) выполнила пусконаладочные работы по автоматической установке пожаротушения (АУПТ) с интеграцией к существующей системе согласно рабочей документации на объекте: НО УМТС. Нефтебаза п. Накын. резервуарный парк (ПЭР-250), дополнительные датчики дозрывных концентраций.

Начало работ: «19» декабря 2022 г.

Окончание работ: «20» декабря 2022 г.

Заключение рабочей комиссии: Работы выполнены в соответствии с рабочей документацией, стандартами, нормами, и правилами. Систему установки дополнительных датчиков дозрывных концентраций считать готовой для проведения приемосдаточных испытаний.

Представитель заказчика

Представитель заказчика

Представитель подрядчика

Представитель подрядчика


Иванов Э.К.


Клячин А.П.


Бебякин М.Г.


Пантелеев Я. Е

