



НО «ИНСТИТУТ ИССЛЕДОВАНИЯ КАТАСТРОФ»

**РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ПАСПОРТУ БЕЗОПАСНОСТИ ОПАСНОГО
ОБЪЕКТА**

«СЕТЬ ГАЗОПОТРЕБЛЕНИЯ АО

НО «ИНСТИТУТ ИССЛЕДОВАНИЯ КАТАСТРОФ»
СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Расчеты зон поражения и величины риска были выполнены с помощью ресурса <http://risktools.ru> поддержанного «Российским научным обществом анализа риска».

НО «ИНСТИТУТ ИССЛЕДОВАНИЯ КАТАСТРОФ»
АННОТАЦИЯ

Введение системы паспортизации безопасности опасных объектов предусмотрено решением совместного заседания Совета Безопасности Российской Федерации и президиума Государственного совета Российской Федерации «О мерах по обеспечению защищенности критически важных для национальной безопасности объектов инфраструктуры и населения страны от угроз техногенного, природного характера и террористических проявлений» (протокол от 13 ноября 2003 г. № 4).

Паспорт безопасности опасного объекта разрабатывается для решения следующих задач:

- определения показателей степени риска чрезвычайных ситуаций (далее ЧС) для персонала опасного объекта и проживающего вблизи населения;
- определения возможности возникновения ЧС на опасном объекте;
- оценки возможных последствий ЧС на опасном объекте;
- оценки возможного воздействия ЧС, возникших на соседних опасных объектах;
- оценки состояния работ по предупреждению ЧС и готовности к ликвидации ЧС на опасном объекте;
- разработки мероприятий по снижению риска и смягчения последствий ЧС на опасном объекте.

Представленные документы: Паспорт безопасности и Пояснительная записка к Паспорту соответствуют требованиям (Приказ МЧС РФ от 04.11.2004 N 506 "Об утверждении типового паспорта безопасности опасного объекта")

НО «ИНСТИТУТ ИССЛЕДОВАНИЯ КАТАСТРОФ»
СОДЕРЖАНИЕ

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ	2
АННОТАЦИЯ.....	3
СВЕДЕНИЯ ОБ ОРГАНИЗАЦИИ - РАЗРАБОТЧИКЕ ПАСПОРТА БЕЗОПАСНОСТИ	6
ЗАДАЧИ И ЦЕЛИ ОЦЕНКИ РИСКА	7
Стратегия анализа безопасности.....	7
Цели и задачи.....	7
РАЗДЕЛ 1 ОПИСАНИЕ ОПАСНОГО ОБЪЕКТА И КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЕГО ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	9
1.1 КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ОПИСАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЕТИ ГАЗОПОТРЕБЛЕНИЯ АО	9
1.3 ДАННЫЕ О ПРИРОДНО - КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ В РАЙОНЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ СЕТИ ГАЗОПОТРЕБЛЕНИЯ АО.....	11
1.4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕТИ ГАЗОПОТРЕБЛЕНИЯ АО	12
1.6 ДАННЫЕ О ПЕРСОНАЛЕ СЕТИ ГАЗОПОТРЕБЛЕНИЯ АО ..	18
1.7 РЕШЕНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ.....	19
РАЗДЕЛ 2 МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ РИСКА, ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ОГРАНИЧЕНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТЕПЕНИ РИСКА ЧС.....	21
2.1 ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	21
2.2 КРИТЕРИИ БЕЗОПАСНОСТИ	23
2.3 КОНЦЕПЦИЯ ПРИЕМЛЕМОГО РИСКА.....	24
РАЗДЕЛ 3 ОПИСАНИЕ ПРИМЕНЯЕМЫХ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ РИСКА И ОБОСНОВАНИЕ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ.....	26
РАЗДЕЛ 4 РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ РИСКА ЧС, ВКЛЮЧАЯ ЧС, ИСТОЧНИКАМИ КОТОРЫХ МОГУТ ЯВИТЬСЯ АВАРИИ ИЛИ ЧС НА РЯДОМ РАСПОЛОЖЕННЫХ ОБЪЕКТАХ, ТРАНСПОРТНЫХ КОММУНИКАЦИЯХ, ОПАСНЫЕ ПРИРОДНЫЕ ЯВЛЕНИЯ.....	28
4.1 ВОЗМОЖНЫЕ АВАРИИ НА ОБЪЕКТЕ И ПОРАЖАЮЩИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ	28
4.2 ЧАСТОТЫ АВАРИЙ	29
РАЗДЕЛ 5 АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ОЦЕНКИ РИСКА	47
5.1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ УЩЕРБА ДЛЯ ЧЕЛОВЕКА.....	47
5.2 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УЩЕРБ.....	51

НО «ИНСТИТУТ ИССЛЕДОВАНИЯ КАТАСТРОФ»

5.3 ПОСТРОЕНИЕ F/N ДИАГРАММЫ	53
РАЗДЕЛ 7 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЗРАБОТКЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ РИСКА В СЕТИ ГАЗОПОТРЕБЛЕНИЯ АО	58
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	59

НО «ИНСТИТУТ ИССЛЕДОВАНИЯ КАТАСТРОФ»
СВЕДЕНИЯ ОБ ОРГАНИЗАЦИИ - РАЗРАБОТЧИКЕ ПАСПОРТА
БЕЗОПАСНОСТИ

Паспорт безопасности и расчётно-пояснительная записка к Паспорту разработаны Некоммерческой Организацией «Институт исследования катастроф» (НО «Институт исследования катастроф»).

Организация - Разработчик Паспорта безопасности
Некоммерческая организация «Институт исследования катастроф»
(НО «Институт катастроф»)

Юридический адрес:

Фактический адрес: кор.6, офис. 309.

тел.: (3412) 916-085,

факс: (3412) 68-38-31

E-mail: info@rintd.ru

ИНН / КПП 1831110614 / 183101001

Платежные реквизиты

Полное название банка: ОАО «Быстробанк» г. Ижевск

Р/счет 40703810006000180663

К/счет 30101810200000000814

БИК 049401814

НО “ИНСТИТУТ ИССЛЕДОВАНИЯ КАТАСТРОФ”

ЗАДАЧИ И ЦЕЛИ ОЦЕНКИ РИСКА

Стратегия анализа безопасности

Стратегия анализа безопасности предполагает следующие этапы исследований:

- Выбор концепции и критериев безопасности. В настоящее время в России принята концепция приемлемого риска, в соответствии с которой функционирование объекта не должно приводить к превышению характеристик риска (индивидуальный риск, коллективный риск) определенных значений.
- Сбор информации об опасном объекте и качественный анализ опасностей с целью выявления угроз для населения и персонала.
- Количественный анализ угроз с целью выявления совокупности значимых для населения и персонала угроз.
- Выявление систем безопасности, предотвращающих аварии или ослабляющих их последствия.
- Вероятностный анализ безопасности.
- Прогнозирование последствий возможных аварий.
- Оценка и анализ рисков. В зависимости от величины риска возможны варианты развития событий:
 - прекращение функционирования предприятия;
 - определение и принятие мер, направленных на снижение рисков до приемлемого уровня, без остановки функционирования предприятия;
 - принятие каких-либо мер по снижению рисков не является обязательным.

Цели и задачи

В соответствии с требованиями (Приказ МЧС РФ от 04.11.2004 N 506 "Об утверждении типового паспорта безопасности опасного объекта"). Паспорт безопасности разрабатывается для решения следующих задач:

- Определения показателей степени риска ЧС для персонала опасного объекта и проживающего вблизи населения;
- Определения возможности возникновения ЧС на опасном объекте;
- Оценки возможных последствий ЧС на опасном объекте;
- Оценки возможного воздействия ЧС, возникших на соседних опасных объектах;
- Оценки состояния работ по предупреждению ЧС и готовности к ликвидации ЧС на опасном объекте;

НО «ИНСТИТУТ ИССЛЕДОВАНИЯ КАТАСТРОФ»

- Разработки мероприятий по снижению риска и смягчению последствий ЧС на опасном объекте.

Основными задачами оценки риска аварий на опасных производственных объектах являются представление лицам, принимающим решения:

- объективной информации о состоянии промышленной безопасности объекта;
- сведений о наиболее опасных, «слабых» местах с точки зрения безопасности;
- обоснованных рекомендаций по уменьшению риска

Список принятых сокращений:

ВКПВ - верхний концентрационный предел взрываемости;
ВКПР - верхний концентрационный предел распространения пламени;
ВУВ - воздушная ударная волна;
ГВС - газо-воздушная смесь;
ОПО - опасный производственный объект;
НКПВ - нижний концентрационный предел взрываемости;
НКПР - нижний концентрационный предел распространения пламени;
СЗЗ - санитарно-защитная зона;
К – котельная.

НО «ИНСТИТУТ ИССЛЕДОВАНИЯ КАТАСТРОФ»
РАЗДЕЛ 1 ОПИСАНИЕ ОПАСНОГО ОБЪЕКТА И КРАТКАЯ
ХАРАКТЕРИСТИКА ЕГО ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

1.1 КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ОПИСАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЕТИ ГАЗОПОТРЕБЛЕНИЯ АО

Основным направлением в работе сети газопотребления АО является обеспечение теплом и горячей водой производственно-административных зданий АО (таблица 1.1.1).

Фактический адрес:

Координаты ОПО:

Таблица 1.1.1 – Общая характеристика сети газопотребления АО «Ижавиа»

Объект	Перечень оборудования котельной
1	2
Сеть газопотребления АО	Котлы ДКВР-6,5/13 (3 шт.) ГМГ-4М мощностью 4 Гкал/час (2 шт.) ГМГ-4М мощностью 2 Гкал/час (1 шт.) Насосы; Трубопровод горячей воды; Газопровод.

1.2 ДАННЫЕ О ТОПОГРАФИИ РАЙОНА РАСПОЛОЖЕНИЯ РАЙОННОЙ СЕТИ ГАЗОПОТРЕБЛЕНИЯ АО

АО расположено в хх километрах от города Ижевска.

Западнее, в 1,5 километрах

Площадь территории АО составляет 2099245 м².

Радиус санитарно-защитной зоны в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарные классификации предприятий, зданий и сооружений» составляет 50 м.

Вся территория является режимной зоной.

Периметровое ограждение контролируемой территории аэродрома сплошное, комбинированное (ж/б плиты, металлические секции, сетка-рабица) общей протяжённостью 10900 метров.

Охрана объекта осуществляется путем периодического патрулирования нарядом Службы безопасности АО и выставлением стационарного поста отделения № 19 Средневолжского филиала ФГУП «УВО Минтранса России»:

Система видеонаблюдения состоит из одного 16-канального видеорегистратора ViDigi VS-2008/2016 (семь аналоговых видеокамер) и цифровой системы видеонаблюдения «TRASSIR DuoStation AF 32» (36 видеокамер).

Вблизи АО потенциально опасных промышленных объектов нет.

Рельеф площадки АО ровный. Грунт – песчано-суглинистый. Грунтовые воды залегают на глубине свыше 3 м.

Естественный ближайший водоток в 3 км - шириной до 6 м.

План представлен в приложении А рисунок А.1 и рисунок А.2 Паспорта безопасности опасного объекта.

Территория предприятия не является особо охраняемой природной территорией и не включена в заповедный фонд.

Жилые здания в пределах СЗЗ предприятия отсутствуют.

Места массового скопления людей вблизи АО отсутствуют.

Газоснабжение котельной осуществляется от газопровода высокого давления (0,3-0,6 МПа) диаметром 159 мм, снижение давления газа (до 500 мм вод. ст.) производится в ГРП с помощью регулятора РДБК-100 и поступает в котельную по газопроводу диаметром 219 мм.

1.3 ДАННЫЕ О ПРИРОДНО - КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ
В РАЙОНЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ СЕТИ ГАЗОПОТРЕБЛЕНИЯ АО

Климат района умеренно-континентальный, с коротким теплым летом и продолжительной холодной зимой. Основную роль в формировании климата играет циклоническая деятельность в холодное полугодие и процессы трансформации воздушных масс летом. Годовой приход суммарной солнечной радиации составляет 90 ккал/см², годовая величина радиационного баланса равна 35 ккал/см². Наибольшие величины суммарной солнечной радиации приходятся на июнь, наименьшие – на декабрь.

Среднемесячная температура воздуха наиболее холодного января - 14,2 °С, абсолютный минимум – 48,3 °С. Период устойчивых морозов продолжается около 140 дней. Наибольших значений среднемесячная температура воздуха достигает в июле +19 °С, абсолютный максимум +37°С.

Среднегодовая относительная влажность воздуха 76%. Территория относится к зоне достаточного увлажнения со среднегодовым количеством осадков 595 мм. Длительность залегания снежного покрова достигает 163 дня, средняя высота 55 см. Ветровой режим характеризуется преобладанием в течение всего года юго-западных и южных ветров (40%), максимальную повторяемость они приобретают зимой (60%). Средняя годовая скорость ветра 4,0 м/сек, а в течение года преобладают слабые и умеренные ветры (со скоростью не более 5 м/сек) - 80%. Вероятность ветров со скоростью 10 м/сек и более не превышает 3% в год. Как правило, значительные скорости ветра наблюдаются в холодный период года.

Из неблагоприятных явлений погоды следует отметить значительную повторяемость метелей (35 дней в год) и туманов (42 дня в год).

По строительно-климатическому районированию территория района относится к зоне IV и характеризуется как ограниченно благоприятная для строительства зданий и сооружений. Расчетная температура для отопления -34°С, продолжительность отопительного периода 223 суток. Максимальная глубина промерзания почвы 170-180 см. Средний объем снегопереноса за зиму оценивается как незначительный.

Территория АО не входит в зону опасных землетрясений, смерчей, цунами и селей. Территория предприятия не попадает в зону наводнения, подтопления. В районе расположения аэропорта не установлено наличие опасных геологических процессов (суффозии, оползней, карста, просадок).

В соответствии со (СНиП П-7-81 «Строительство в сейсмичных районах» (с изменениями 1-5)) в районе расположения объекта возможны землетрясения интенсивностью до 7 баллов с вероятностью не более одного раза в 5000 лет.

НО «ИНСТИТУТ ИССЛЕДОВАНИЯ КАТАСТРОФ»

1.4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕТИ ГАЗОПОТРЕБЛЕНИЯ АО

Режим работы сети газопотребления АО в холодное время года – 24 часа в сутки.

Опасное вещество: природный газ.

Здание котельной – двухэтажное кирпичное здание, объем – 1833 м³.

Топливо - природный газ $Q_{\text{нр}}=33,08$ МДж/м³ (7900 ккал/м) плотность $\rho = 0,73$ кг/м³). Газопровод высокого давления типа: подземный проложен на территории АО «Ижавиа», надземный – диаметр 159 мм, длина – 29,0 м.

В котельной установлено три котла типа ДКВР-6,5/13, работающих в водогрейном режиме по температурному графику (95-70°C). Два котла оборудованы горелками типа ГМГ-4М мощностью 4 Гкал/час. Один котел оборудован реконструируемыми горелками типа ГМГ-4М мощностью 2 Гкал/час.

В котельной установлены насосы: подпиточные: САМ 85 (1 шт.), СМ-1-3 (1 шт.) питающие: К45/55 (1 шт.), ЗМСГ-10х7 (1 шт.), сетевые: 4НДВ-60 (1 шт.), 1Д315-50 (1 шт.), ТР 150-450 (1 шт.), Д320-50 (1 шт.).

В случае превышения концентрации СО (угарный газ) и СН (метан) выше предельных норм в котельной предусмотрена система контроля загазованности, которая обеспечивает световую и звуковую сигнализацию и отключение газа. В качестве приборов контроля загазованности применены сигнализаторы RGDМЕТР1 и RGDСООМР1. В котельной установлены 3 датчика (СО) и 3 датчика (СН).

Также в котельной предусмотрена автоматическая пожарная сигнализация и система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, с выводением сигнала на центральный пульт.

В котельной один котел оборудован системой автоматики типа Щ-К2 с блоком управления Р-Е 1.2, которая обеспечивает световую, звуковую сигнализацию и отключение газа при аварийных ситуациях. Два котла оборудованы системой автоматики безопасности и регулирования на базе контроллера Siemens S7-200, которая также обеспечивает световую и звуковую сигнализацию и отключение газа при аварийных ситуациях.

В котельной предусмотрена приточно-вытяжная вентиляция с естественным побуждением, обеспечивающая трехкратный воздухообмен в час с учетом подачи приточного воздуха необходимого для горения газа.

Режим котельной - круглогодичный. Зимой - теплоснабжение и горячее водоснабжение. Летом горячее водоснабжение.

Удаление дымовых газов предусмотрено через дымовую трубу, что обеспечивает рассеивание вредных веществ ниже допустимого уровня ПДК в приземном слое атмосферы.

Котельная работает с обслуживающим персоналом.

Описание служебных помещений с точки зрения опасности.

На территории предприятия расположены грузовой склад, здание

НО «ИНСТИТУТ ИССЛЕДОВАНИЯ КАТАСТРОФ»

склада, ангары, двор, производственно – административное здание, сварочный цех. Склад и здание склада предназначен для хранения оборудования предназначенного для нужд АО . ангары и двор предназначены для стоянки и ремонта транспорта. Ни одно из служебных помещений на территории АО опасности не представляет.

НО “ИНСТИТУТ ИССЛЕДОВАНИЯ КАТАСТРОФ”

1.5 ПАРАМЕТРЫ ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ В СЕТИ ГАЗОПОТРЕБЛЕНИЯ АО

Природный газ состоит на 98% из метана (СН₄), на остальную долю приходится более тяжёлые алканы, такие как этан (С₂Н₆), пропан (С₃Н₈), бутан (С₄Н₁₀). Природный газ коксуют и газифицируют, после чего его удельная теплота сгорания повышается от начальных 16 МДж/м³ до 35 МДж/м³. Затем в газ добавляют присадки, для придания ему резкого запаха. Свойства опасных веществ котельной АО представлены в таблице 1.5.1.

Таблица 1.5.1 – Свойства опасных веществ сети газопотребления АО

№ п/п	Наименование параметра	Параметр	Источник информации
1	2	3	4
1.	Название вещества	Метан; Метан, природный газ	Справочник химика
1.1	<i>химическое</i>		
1.2	<i>торговое</i>		
2.	Формула	СН ₄	Справочник химика
2.1	<i>эмпирической</i>		
2.2	<i>структурная</i>		
3.1	Состав, (массовая доля %) <i>основной продукт</i>	Содержание метана в природном газе до 98%.	Справочник химика
4.	Общие данные	При нормальных условиях: бесцветный газ, без запаха. 16.03 кг/кмоль - 161,56 °С 0,7168 кг/м ³	Справочник химика
4.1	<i>молекулярный вес</i>		
4.2	<i>температура кипения, С (при давлении 10 кПа)</i>		
4.3	<i>плотность при 20° С</i>		
5	Данные о взрывопожароопасности	Класс взрывопожароопасности Т-1 537,8 °С (5,28...14,1) (3,22... 8,93) 16-35 МДж/м ³	Справочник "Вредные вещества в промышленности"
5.1	<i>температура самовоспламенения</i>		
5.2	<i>пределы взрываемости</i> объемные весовые		
5.3	Теплота сгорания		
6	Данные о токсической опасности	Токсичен. 4 класс опасности 20 мг/м ³ 0,2 мг/м ³ 150 мг*мин/л 15 мг* мин/л	Справочник "Вредные вещества в промышленности"
6.1	ПДК в воздухе рабочей зоны		
6.2	ПДК в атмосферном воздухе		
6.3	летальная токсодозаLct50		
6.4	пороговая токсодозаPct50		

Продолжение таблицы 1.5.1

1	2	3	4
---	---	---	---

НО "ИНСТИТУТ ИССЛЕДОВАНИЯ КАТАСТРОФ"

7.	Реакционная способность	При обычной температуре химически инертен, при высоких температурах сгорает нацело образуя CO ₂ и H ₂ O. Горит бесцветным пламенем, при неполном сгорании или каталитическом окислении образует метанол, формальдегид, ацетилен. При разложении в электрической дуге реагирует с азотом, образуя HCN. Растворимость в воде - 0,05563 %, в спирте 52 % (масс.)	Справочник химика
8	Запах	Без запаха, запах придают присадки	Справочник химика
9	Коррозионное воздействие	до 0,1 мм/год	Справочник химика
10	Меры предосторожности	Регулярный контроль содержания метана в воздухе, в случае повышения концентрации - немедленное удаление работающих и проветривание.	Справочник "Вредные вещества в промышленности"
11	Информация о воздействии на людей	Обладает слабым наркотическим действием. Первые признаки асфиксии (учащение пульса, увеличение объема дыхания, ослабление внимания, координации, и т.д.) начинают обнаруживаться при концентрации метана в воздухе (15... 20) %, при повышении концентрации до 60 % снижается частота пульса, понижается кровяное давление и светочувствительность глаз. Низкие концентрации < 10 % метана вызывают острые отравления (признаки: рвота, головная боль, слабость, бледность, низкое кровяное давление, ослабление тонуса мышц, рефлексов)	Справочник "Вредные вещества в промышленности"
12	Средства защиты	Изолирующий респиратор типа "Урал-1М", РКК-2м, Р-12м, РКК-1, КИП-5, СК-4; защитное действие респираторов (3...4,5) часа. Для выхода из опасной атмосферы - фильтрующие и изолирующие самоспасатели СП-55м, СК-5.	Справочник «Вредные вещества в промышленности»

Продолжение таблицы 1.5.1

НО “ИНСТИТУТ ИССЛЕДОВАНИЯ КАТАСТРОФ”

1	2	3	4
13	Методы перевода вещества в безвредное состояние	Принудительная вентиляция загазованных помещений, создание водяных и водо-дисперсных завес для предотвращения распространения газо-воздушной смеси.	Справочник «Вредные вещества в промышленности»
14	Меры первой помощи пострадавшим от воздействия вещества	Удалить пострадавшего из вредной атмосферы, освободить от стесняющей одежды, согреть тело, положить с приподнятыми ногами, оберегать от простуды. При нарушении дыхания чередовать кислород с карбогеном (через каждые 15 мин). При отсутствии дыхания немедленно (до прибытия врача) начать искусственное дыхание (предварительно освободив полости рта и дыхательные пути от слизи и рвотных масс). Искусственное дыхание не прекращать до появления спонтанного дыхания. При отравлении даже в случае хорошего самочувствия -госпитализация.	Справочник "Вредные вещества в промышленности"
15	Возможные аварийные ситуации	Разгерметизация, взрыв, пожар	
16	Тип воздействия	Токсическое, Ударная волна, Термическое.	

Характеристики основного технологического оборудования, в котором обращаются опасные (потенциально опасные) вещества

Сведения о назначении оборудования, в котором обращаются опасные вещества, а также данные о технических характеристиках приведены ниже.

Котел ДКВР -6,5/13:

Паропроизводительность, т/ч	6,5
Давление пара, МПа	1,3
Температура пара, °С	194
Объем котла, м ³ паровой/водяной	2,55/7,80
Топливо	газ, мазут
Расход топлива, м ³ /ч газ(мазут)	505(468)
КПД, % газ/мазут	91/89,5
Габаритные размеры (длина/ширина/высота), м	6,5/3,8/4,4
Масса, кг	12200

НО «ИНСТИТУТ ИССЛЕДОВАНИЯ КАТАСТРОФ»

Метан

Технологический блок, оборудование			Расход газа, м ³ /с	Физические условия содержания опасного вещества		
Наименование техн. блока	Наименование технологического оборудования	Количество единиц оборудования, шт.		Агрегатное состояние	Давление, мм.вод.ст	Температура, °С
Котельная	Котел ДКВР 6,5/13	3	0,42	Газ	500	Окр. среды

НО “ИНСТИТУТ ИССЛЕДОВАНИЯ КАТАСТРОФ”

1.6 ДАННЫЕ О ПЕРСОНАЛЕ СЕТИ ГАЗОПОТРЕБЛЕНИЯ АО

Общая численность предприятия АО– 743 человека. Численность персонала котельной АО 13 человек. Наибольшая работающая смена предприятия АО составляет 310 человек, котельная – 6 человек.

Таблица 1.6.1 – Данные по размещению персонала по зданиям и сооружениям объекта

Должность	Место расположения	Количество человек
Начальник котельной	Рабочий кабинет	1
Слесарь КИПиА	Бытовка КИПиА	1
Слесарь по эксплуатации и ремонту газового оборудования	Бытовка КИПиА	1
Слесарь по ремонту оборудования	Слесарка	1
Старший оператор котельной	Операторская	1
Оператор котельной	Операторская	1
Итого:		6

1.7 РЕШЕНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ

В качестве решений направленных на обеспечение безопасности, приняты следующие:

- имеются резервные источники электро-, газо-, тепло- и водоснабжения, обеспечивающие функционирование объекта при чрезвычайных ситуациях;
- имеются резервные линии связи;
- в случае превышения концентрации СО (угарный газ) и СН (метан) выше предельных норм в котельной предусмотрена система контроля загазованности, которая обеспечивает световую и звуковую сигнализацию и отключение газа. В качестве приборов контроля загазованности применены сигнализаторы RGDМЕТР1 и RGDСООМР1. В котельной установлены 3 датчика (СО) и 3 датчика (СН).
- на объекте имеется система оповещения персонала – «Горн - 2».
- периметровое ограждение контролируемой территории сплошное, комбинированное (ж/б плиты, металлические секции, сетка-рабица) общей протяжённостью 10900 метров.

Охрана объекта осуществляется путем периодического патрулирования нарядом Службы безопасности АО и выставлением стационарного поста отделения № 19 Средневолжского филиала ФГУП «УВО Минтранса России»:

- численность службы безопасности 89 человек, сотрудников ведомственной охраны 20 человек.

- сотрудники ведомственной охраны и САБ допускаются к самостоятельной работе после 144-часовой начальной подготовки и стажировки по программам, разработанным в соответствии с изложенными в указании ФАС России от 05.02.2000 года № 27.1.8-22 рекомендациями и другими нормативными документами;

План по усилению охраны в критических ситуациях в наличии.

Система видеонаблюдения аэропорта состоит из одного 16-канального видеорегистратора ViDigi VS-2008/2016 (семь аналоговых видеокамер) и цифровой системы видеонаблюдения «TRASSIR DuoStation AF 32» (36 видеокамер).

На монитор системы охранной сигнализации «Нева-10ПК», выведены:

- охранно-пожарная сигнализация от 69 объектов;
- тревожная сигнализация от 6 объектов;
- пожарная сигнализация от 24 объектов.

Пожарная безопасность котельной АО обеспечена комплексом проектных решений, направленных на предупреждение пожара и взрыва, а также создание условий, обеспечивающих успешное тушение и эвакуацию людей и материальных ценностей.

НО «ИНСТИТУТ ИССЛЕДОВАНИЯ КАТАСТРОФ»

Также в котельной предусмотрена автоматическая пожарная сигнализация и система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, с выводением сигнала на центральный пульт.

В котельной один котел оборудован системой автоматики типа Щ-К2 с блоком управления Р-Е 1.2, которая обеспечивает световую, звуковую сигнализацию и отключение газа при аварийных ситуациях. Два котла оборудованы системой автоматики безопасности и регулирования на базе контроллера Siemens S7-200, которая также обеспечивает световую и звуковую сигнализацию и отключение газа при аварийных ситуациях.

На объекте имеются спасательные формирования, аварийно – восстановительные подразделения, ведомственная пожарная охрана.

Организована телефонная связь с пожарными.

РАЗДЕЛ 2 МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ РИСКА, ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ОГРАНИЧЕНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТЕПЕНИ РИСКА ЧС

2.1 ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В соответствии с Законом РФ “О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера” - Чрезвычайная ситуация (ЧС) - это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Уровень опасности при ЧС характеризуется значением риска. Как количественная оценка уровня опасности, риск (R) есть функция двух переменных – частоты (F) и последствий (C) то есть $R = f(F,C)$. Если последствия конкретизируются в виде “Да/Нет”, например, “жизнь/смерть”, то риск - $R = f(F)$.

В целях настоящего документа применяются определения (Приказ Ростехнадзора от 11.04.2016 N 144 «Об утверждении Руководства по безопасности "Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах»):

Риск аварии - мера опасности, характеризующая возможность возникновения аварии на ОПО и соответствующую ей тяжесть последствий. Численно риск можно выразить математическим ожиданием ущерба при функционировании объекта (в штатном или аварийном режимах).

Основными количественными показателями риска являются:

- Индивидуальный риск – ожидаемая частота поражения отдельного человека в результате воздействия исследуемых поражающих факторов аварий;

- Потенциальный территориальный риск (или потенциальный риск) – частота реализации поражающих факторов аварии в рассматриваемой точке на площадке ОПО и прилегающей территории;

- Коллективный риск (или ожидаемые людские потери) – ожидаемое количество пораженных в результате возможных аварий за определенный период времени;

- Социальный риск (или риск поражения группы людей) – зависимость частоты возникновения сценариев аварий F , в которых пострадало на определенном уровне не менее N человек, от этого числа N . Характеризует социальную тяжесть последствий (катастрофичность) реализации совокупности сценариев аварии и представляется в виде соответствующей F/N -кривой;

- Ожидаемый ущерб – математическое ожидание величины ущерба от возможной аварии, за определенный период времени.

НО «ИНСТИТУТ ИССЛЕДОВАНИЯ КАТАСТРОФ»

- Материальный риск (или риск материальных потерь) – зависимость частоты возникновения сценариев аварий F , в которых причинен ущерб на определенном уровне потерь не менее G , от количества этих потерь G . Характеризует экономическую тяжесть последствий реализации опасностей аварий и представляется в виде соответствующей F/G -кривой.

Для целей настоящего документа риск R будем характеризовать математическим ожиданием функции потерь. Для вычислений использовать аппроксимацию

$$R = \sum_i F_i \cdot U_i$$

где F_i - частота i -го аварийного сценария, породившего U_i ущерб. Суммирование по всей совокупности возможных аварийных сценариев.

2.2 КРИТЕРИИ БЕЗОПАСНОСТИ

Человек, как элемент экосистемы, признается наиболее чувствительным (критическим) ее элементом. Поэтому в качестве цели при разработке критериев безопасности эксплуатации опасного объекта может быть выбрано сохранение здоровья людей как при нормальном функционировании, так и при производственных авариях, связанных с ошибками персонала, отказами оборудования, техногенными и природными воздействиями на объект. При таком подходе в качестве критериев безопасности рассматриваются санитарно-гигиенические показатели, характеризующие опасность воздействий и основанные на концепции приемлемого риска для человека (как критического элемента биоты).

Пороговое значение интенсивности опасного воздействия, как правило, задается при вероятности летального исхода 50%. Оно определяет размер опасной зоны, нахождение в которой в момент аварии может повлечь гибель большей части людей.

Другим значением интенсивности опасного воздействия является порог, который соответствует выживанию людей после аварии, т.е. обратимому воздействию (не исключаются излечимые заболевания даже в острой форме). Он определяет размер опасной зоны, нахождение в которой в момент аварии не грозит гибелью людей, хотя и может привести к длительной утрате их трудоспособности.

Наконец, третьим значением интенсивности воздействия является безопасный уровень, который соответствует отсутствию изменений состояния здоровья людей. Он определяет размер зоны, нахождение вне которой не представляет опасности для людей.

2.3 КОНЦЕПЦИЯ ПРИЕМЛЕМОГО РИСКА

Концепция приемлемого риска опирается на представления, что человек является наиболее чувствительным элементом биоты. Концепция состоит в следующем:

- люди в разных странах интуитивно приемлют те виды практической деятельности, где риск гибели отдельных лиц из населения не превышает пренебрежимо низкого значения порядка 10^{-5} 1/год. Такой риск находится на уровне 0.1% от величины естественного риска смерти для населения. Предполагается, что этот риск не будет превышен как при нормальных условиях эксплуатации объекта, так и при проектных авариях для отдельных лиц из населения и для персонала, работающего вне зоны промышленной площадки объекта;
- персонал промышленных предприятий приемлет те виды производственной деятельности, где индивидуальный риск гибели находится в диапазоне от 10^{-2} до 10^{-5} 1/год. Приемлемый средний уровень риска гибели в процессе производственной деятельности в промышленно развитых странах равен $2.5 \cdot 10^{-4}$ 1/год. Предполагается, что этот средний уровень риска не будет превышен для персонала, работающего на объекте, как при нормальных условиях его эксплуатации, так и при проектных авариях.
- социальный риск, который является интегральным усредненным риском гибели людей при всех возможных авариях, считается приемлемым, если не превышает 10^{-3} чел/год, а если воздействию подвергаются детские учреждения или/и пансионаты, - не превышает 10^{-4} чел/год. Он определяется как сумма произведений числа возможных жертв, т.е. летальных мгновенных или вследствие заболеваний исходов и значимых наследственных отклонений, при отдельных авариях на их вероятные частоты.

На рис. 2.3.1 представлены предельные значения индивидуального риска, значения которых, рекомендуются для России Научным обществом анализа риска. На рис. 2.3.2 представлены предельные значения социального риска, принятые для Нидерландов. Там же показаны значения, которые рекомендуются для детского и взрослого населения России. Отметим, что в России нет предельных значений уровня риска, которые были бы приняты на законодательном уровне.

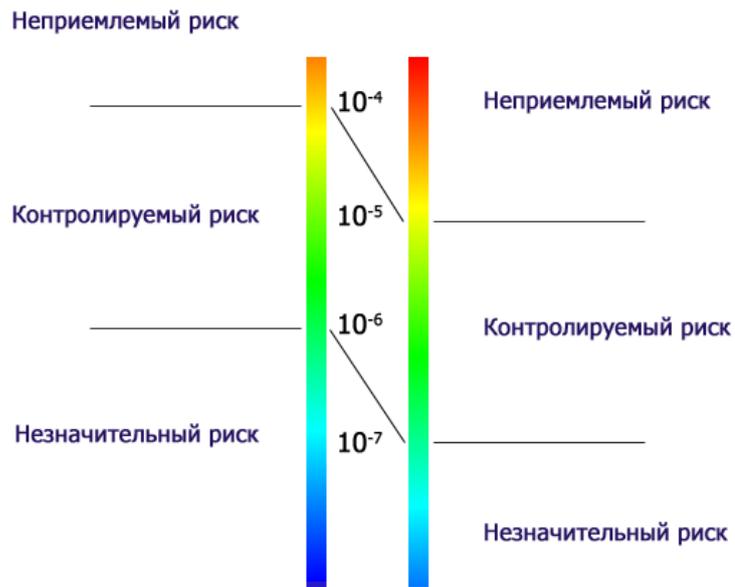


Рисунок 2.3.1 – Предельные значения индивидуального риска

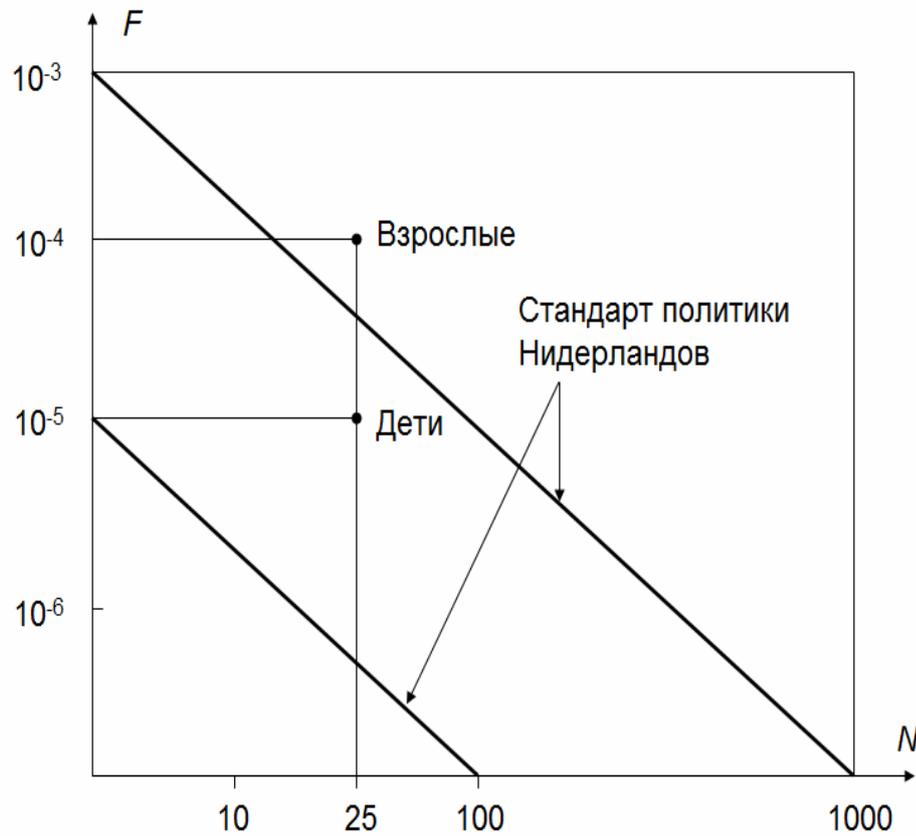


Рисунок 2.3.2 – Предельные значения социального риска

РАЗДЕЛ 3 ОПИСАНИЕ ПРИМЕНЯЕМЫХ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ
РИСКА И ОБОСНОВАНИЕ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

При оценке риска проводилось математическое (компьютерное) моделирование последствий инициирующих аварийю событий. В результате моделирования прогнозировались характеристики источников опасности и последствия аварий в отношении человека и окружающей природной среды.

К числу моделируемых процессов относятся как физико-химические явления аварии (взрыв, пожар и др.), так и действия в возникающих чрезвычайных ситуациях (запуск и работа технических систем локализации аварии, перемещения персонала, спасательные, неотложные и аварийно - восстановительные работы).

Описав и рассчитав для каждого из характерных аварийных сценариев зоны распространения физических параметров в окружающей среде и обосновав критерии ущерба (с учетом механизма и специфики возникновения последствий в выбранной группе риска), на следующем этапе получается распределение (поле) потенциальной опасности по территории вокруг источника.

При проведении количественной оценки показателей риска были приняты следующие предпосылки:

- Режим работы - круглосуточно.
- Условная вероятность аварии в период времени с 8.00 до 20.00 принимается равной 0.6, а с 20.00 до 8.00 равной 0.4;
- Год условно делится на два периода - зима (октябрь - апрель) и лето (апрель - октябрь), при этом реализация аварии в эти периоды равновероятна;
- Количество людей, находящихся на промышленных объектах, принимается равным наибольшей рабочей смене.

Для оценки вероятных зон действия поражающих факторов при аварийных ситуациях на сети газопотребления АО «Ижавиа», были использованы методы, прошедшие тщательное тестирование; были использованы нормативные документы, рекомендованные к практическому применению.

Для экспресс-анализа последствий аварийных ситуаций использовались инженерные методики, отвечающие нормативным документам.

- (Приказ МЧС РФ от 10_07_2009 N 404 Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах (ред_от 14_12_2010))

- Количественные оценки взрывоопасных блоков, выполнены согласно(Приказ Ростехнадзора от 11.03.2013 N 96 (ред. от 26.11.2015) "Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и

НО «ИНСТИТУТ ИССЛЕДОВАНИЯ КАТАСТРОФ»

нефтеперерабатывающих производств").

- Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей (ГОСТ Р 12.3.047-2012 ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.) использована для оценки параметров воздушных ударных волн и определения степени поражения людей и повреждения зданий при авариях с взрывами топливно-воздушных смесей.

- «Дерево событий» построено в соответствии с (Приказ МЧС РФ от 10_07_2009 N 404 Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах (ред_ от 14_12_2010)).

- Количественная оценка частоты возможных аварий, отказов оборудования рассчитана исходя из обобщенных среднестатистических данных частот отказов (разгерметизации, разрушения) оборудования (табл. 4.1) и соответствующих им приближенных выбросов опасных веществ согласно (РД-03-14-2005 «Порядок оформления декларации промышленной безопасности опасных производственных объектов и перечень включаемых в нее сведений»).

- Для оценки возможного ущерба используется (РД 03-496-02 методические рекомендации по оценке ущерба от аварий на опасных производственных объектах). Данные методические рекомендации устанавливают общие положения и порядок количественной оценки экономического ущерба от аварий на опасных производственных объектах, подконтрольных Госгортехнадзору России.

- Риск аварийных ситуаций, связанных с разгерметизацией оборудования, определялся с учетом (Приказ МЧС РФ от 10_07_2009 N 404 Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах (ред_ от 14_12_2010)).

- Для оценки соответствия пожарной безопасности производственным объектам используется (Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 03.07.2016) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»).

- Для оценки соответствия возможного экономического ущерба используется (Федеральный закон от 27.07.2010 N 225-ФЗ (ред. от 23.05.2016) «Об обязательном страховании гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте»).

РАЗДЕЛ 4 РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ РИСКА ЧС, ВКЛЮЧАЯ ЧС, ИСТОЧНИКАМИ КОТОРЫХ МОГУТ ЯВИТЬСЯ АВАРИИ ИЛИ ЧС НА РЯДОМ РАСПОЛОЖЕННЫХ ОБЪЕКТАХ, ТРАНСПОРТНЫХ КОММУНИКАЦИЯХ, ОПАСНЫЕ ПРИРОДНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

4.1 ВОЗМОЖНЫЕ АВАРИИ НА ОБЪЕКТЕ И ПОРАЖАЮЩИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ

В результате анализа можно выявить следующие виды потенциально возможных аварий в котельной: выпуск воды в результате отказа автоматики, взрыв природного газа при розжиге котла, выброс горячей воды из-за разгерметизации котла, отравление угарным газом. Основными причинами перечисленных аварий служат несоблюдение операторами техники безопасности, отказ автоматики, а также износ оборудования.

Факторы, способствующие возникновению и развитию аварий на котельной:

1. Наличие на объекте воспламеняющегося газа под давлением создает опасность выброса опасного вещества при аварийной разгерметизации газопровода.
2. Использование оборудования с дефектами или старого оборудования может привести к разгерметизации оборудования, которое приведет к возникновению и развитию аварий.
3. Наличие в котельной процессов выработки пара, при котором возможно разрушение котла с дальнейшей утечкой газа.

Возможные причины аварий в газовой котельной:

- Ошибки персонала при ведении технологического процесса (ошибки при строительстве, несвоевременное проведение диагностики и ремонта).
- Превышение давления в трубопроводе сверхдопустимого.
- Отказы трубопроводов, арматуры и разъемных соединений из-за дефектов изготовления, механических повреждений, коррозии.
- Механическое разрушение газопровода при строительных работах.
- Вандализм, преднамеренные действия, террористические акты.
- Экстремальные природные воздействия: бури, ураганы, град, ливни, сильные длительные морозы.

Отмети

м, что не рассматривались: аварии, связанные с падением летательных аппаратов, метеоритов и т.п. поскольку оценочная частота данного события не превышает 10^{-7} событий в год.

Для объектов данного типа обычно выделяют следующие воздействия:

- воздействие ударной волны;
- термическое воздействие;
- токсическое воздействие.

4.2 ЧАСТОТЫ АВАРИЙ

Любой сценарий начинается с инициирующего события (утечки различной интенсивности), которое может возникнуть с некоторой частотой.

Для оценки частоты возникновения аварийных ситуаций применен вероятностный подход, с учетом статистических данных по имевшим место авариям, как в России, так и за рубежом.

При оценке частот инициирующих событий:

- проводилась статистическая оценка (неполадок и аварийных случаев по видам оборудования);
- учитывалась возможность инициирования аварии от внешних причин (землетрясение, удары молний, терроризм, аварии на соседних внешних объектах и др.).

Основываясь на анализе имеющейся статистической информации, в таблице 4.2.1 представлены характерные частоты событий, которые могут привести к развитию аварийной ситуации.

Таблица 4.2.1 – Частоты реализации инициирующих пожароопасные ситуации событий для некоторых типов оборудования объектов

Наименование оборудования	Иницирующее аварийное событие	Диаметр отверстия истечения, мм	Частота разгерметизации, год ⁻¹
1	2	3	4
Резервуары, емкости, сосуды и аппараты под давлением	Разгерметизация с последующим истечением жидкости, газа или двухфазной среды	5	$4,0 \cdot 10^{-5}$
		12,5	$1,0 \cdot 10^{-5}$
		25	$6,2 \cdot 10^{-6}$
		50	$3,8 \cdot 10^{-6}$
		100	$1,7 \cdot 10^{-6}$
		Полное разрушение	$3,0 \cdot 10^{-7}$
Насосы (центробежные)	Разгерметизация с последующим истечением жидкости или двухфазной среды	5	$4,3 \cdot 10^{-3}$
		12,5	$6,1 \cdot 10^{-4}$
		25	$5,1 \cdot 10^{-4}$
		50	$2,0 \cdot 10^{-4}$
		Диаметр подводящего/отводящего трубопровода	$1,0 \cdot 10^{-4}$
Компрессоры (центробежные)	Разгерметизация с последующим истечением газа	5	$1,1 \cdot 10^{-2}$
		12,5	$1,3 \cdot 10^{-3}$
		25	$3,9 \cdot 10^{-4}$
		50	$1,3 \cdot 10^{-4}$
		Полное разрушение	$1,0 \cdot 10^{-4}$

Продолжение таблицы 4.2.1

1	2	3	4
Резервуары для хранения ЛВЖ и горючих жидкостей (далее – ГЖ) при давлении, близком к атмосферному	Разгерметизация с последующим истечением жидкости в обвалование	25	$8,8 \cdot 10^{-5}$
		100	$1,2 \cdot 10^{-5}$
		Полное разрушение	$5,0 \cdot 10^{-6}$
Резервуары с плавающей крышей	Пожар в кольцевом зазоре по периметру резервуара	-	$4,6 \cdot 10^{-3}$
	Пожар по всей поверхности резервуара	-	$9,3 \cdot 10^{-4}$
Резервуары со стационарной крышей	Пожар на дыхательной арматуре	-	$9,0 \cdot 10^{-5}$
	Пожар по всей поверхности резервуара	-	$9,0 \cdot 10^{-5}$

*Источник: (Приказ МЧС РФ от 10_07_2009 N 404 Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах (ред_ от 14_12_2010))

Таблица 4.2.2 – Частоты утечек из технологических трубопроводов

Диаметр трубопровода, мм	Частота утечек, ($\text{м}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$)				
	Малая (диаметр отверстия 12,5 мм)	Средняя (диаметр отверстия 25 мм)	Значительная (диаметр отверстия 50 мм)	Большая (диаметр отверстия 100 мм)	Разрыв
50	$5,7 \cdot 10^{-6}$	$2,4 \cdot 10^{-6}$	-	-	$1,4 \cdot 10^{-6}$
100	$2,8 \cdot 10^{-6}$	$1,2 \cdot 10^{-6}$	$4,7 \cdot 10^{-7}$	-	$2,4 \cdot 10^{-7}$
150	$1,9 \cdot 10^{-6}$	$7,9 \cdot 10^{-7}$	$1,3 \cdot 10^{-7}$	$1,3 \cdot 10^{-7}$	$2,5 \cdot 10^{-8}$
250	$1,1 \cdot 10^{-6}$	$4,7 \cdot 10^{-7}$	$1,9 \cdot 10^{-7}$	$7,8 \cdot 10^{-8}$	$1,5 \cdot 10^{-8}$
600	$4,7 \cdot 10^{-7}$	$2,0 \cdot 10^{-7}$	$7,9 \cdot 10^{-8}$	$3,4 \cdot 10^{-8}$	$6,4 \cdot 10^{-9}$
900	$3,1 \cdot 10^{-7}$	$1,3 \cdot 10^{-7}$	$5,2 \cdot 10^{-8}$	$2,2 \cdot 10^{-8}$	$4,2 \cdot 10^{-9}$
1200	$2,4 \cdot 10^{-7}$	$9,8 \cdot 10^{-8}$	$3,9 \cdot 10^{-8}$	$1,7 \cdot 10^{-8}$	$3,2 \cdot 10^{-9}$

НО «ИНСТИТУТ ИССЛЕДОВАНИЯ КАТАСТРОФ»

*Источник: (Приказ МЧС РФ от 10_07_2009 N 404 Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах (ред_от 14_12_2010))

Особое внимание с точки зрения "живучести" объекта заслуживают вопросы, связанные с экстремальными внешними воздействиями (природные катаклизмы, акты диверсий или терроризма). При этом транспортные и подъездные пути к объекту, линии подачи электроэнергии и воды для тушения пожаров могут быть разрушены, а имеющиеся ресурсы безопасности могут оказаться неадекватными ситуации.

Частота сценарного исхода определяется частотами событий, характеризующих рассматриваемый сценарий. Для нахождения частот сценарного исхода строились «деревья событий». Отметим, что искомые частоты зависят от типа оборудования, технологических параметров и т.д.

Частота возникновения пожара (взрыва) на пожаровзрывоопасном объекте декларируется на этапе проектирования объекта. В данном случае, пожар и взрыв на объекте возможен при образовании горючей среды и появлении источника зажигания. В помещении котельной присутствует постоянный источник зажигания - газовые горелки. Появление в объеме рассматриваемого помещения горючего вещества - метана - является следствием отказов элементов системы: газопровод – газовые горелки котлов, то есть горючая среда в объеме помещения котельной образуется при поступлении метана из-за аварии на технологическом оборудовании. В случае аварии должен сработать электромагнитный клапан, который гасит горелки. В случае неисправности клапана (отказе), огонь может не погаснуть,- возникает пожароопасная ситуация.

Если $\lambda = 9,76 \cdot 10^{-6}$ 1/ч,- интенсивность отказов электромагнитного клапана, то для частоты появления источника зажигания, имеем $Q = 1 - e^{-\lambda t} = 0.085$ год⁻¹.

Вероятность возникновения аварий во вспомогательных помещениях

Вероятность возникновения пожара может быть рассчитана на основе статистических данных для данного объекта или по данным для аналогичных объектов (объектов имеющих аналогичные объемно-планировочные и конструктивные решения).

Частота возникновения пожара: $\Lambda = Q/F$, где

Q - количество пожаров на объектах наблюдения за год

F – количество объектов наблюдения

Вероятность возникновения пожара ("СНиП 21-01-97*. Пожарная безопасность зданий и сооружений" (приняты и введены в действие Постановлением Минстроя РФ от 13.02.1997 N 18-7) (ред. от 19.07.2002)) в зданиях административно-общественных учреждений составляет $5.0 \cdot 10^{-6}$ год⁻¹.

НО “ИНСТИТУТ ИССЛЕДОВАНИЯ КАТАСТРОФ”

Таблица 4.2.3 – Условная вероятность мгновенного воспламенения и воспламенения с задержкой

Массовый расход истечения, кг/с		Условная вероятность мгновенного воспламенения			Условная вероятность последующего воспламенения при отсутствии мгновенного воспламенения			Условная вероятность сгорания с образованием избыточного давления при образовании горючего газопаровоздушного облака и его последующем воспламенении		
диапазон	Номинальное среднее значение	газ	Двухфазная смесь	Жидкость	газ	Двухфазная смесь	Жидкость	газ	Двухфазная смесь	Жидкость
Малый (<1)	0,5	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,080	0,080	0,050
Средний (1-50)	10	0,035	0,035	0,015	0,036	0,036	0,015	0,240	0,035	0,050
Большой (>50)	100	0,150	0,150	0,040	0,176	0,176	0,042	0,600	0,150	0,050
Полный разрыв	Не определено	0,200	0,200	0,050	0,240	0,240	0,061	0,200	0,600	0,100

*Источник: (Приказ МЧС РФ от 10_07_2009 N 404 Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах (ред_ от 14_12_2010))

Таблица 4.2.4 – Частоты возникновения пожаров в зданиях

Наименование объекта	Частота возникновения пожара, ($\text{м}^{-2} \cdot \text{год}^{-1}$)
Электростанции	$2,2 \cdot 10^{-5}$
Склады химической продукции	$1,2 \cdot 10^{-5}$
Склады многономенклатурной продукции	$9,0 \cdot 10^{-5}$
Инструментально-механические цеха	$0,6 \cdot 10^{-5}$
Цеха по обработке синтетического каучука и искусственных волокон	$2,7 \cdot 10^{-5}$
Литейные и плавильные цеха	$1,9 \cdot 10^{-5}$
Цеха по переработке мясных и рыбных продуктов	$1,5 \cdot 10^{-5}$
Цеха горячей прокатки металлов	$1,9 \cdot 10^{-5}$
Текстильные производства	$1,5 \cdot 10^{-5}$

*Источник: (Приказ МЧС РФ от 10_07_2009 N 404 Об утверждении Ижевск, (3412) 68-38-31, info@rintd.ru

НО «ИНСТИТУТ ИССЛЕДОВАНИЯ КАТАСТРОФ»

методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах (ред_ от 14_12_2010))

Таблица 4.2.5 – Частоты разгерметизации трубопроводов

Внутренний диаметр трубопровода	Частота разгерметизации, год ⁻¹ ·м ⁻¹	
	Разрыв на полное сечение, истечение из двух концов трубы	Истечение через отверстие с эффективным диаметром 10 % от номинального диаметра трубы, но не больше 50 мм
	ТР1	ТР2
Менее 75 мм	1×10^{-6}	5×10^{-6}
От 75 до 150 мм	3×10^{-7}	2×10^{-6}
Более 150 мм	1×10^{-7}	5×10^{-7}
<p>Примечания</p> <p>1 Частоты приведены для технологических трубопроводов, не подверженных интенсивной вибрации, не работающих в агрессивной среде, при отсутствии эрозии, не подверженных циклическим тепловым нагрузкам.</p> <p>2 При наличии указанных факторов частота повышается в 3–10 раз в зависимости от специфики условий.</p> <p>3 Разгерметизация на фланцевых соединениях добавляется к разгерметизациям на трубопроводах. Одно фланцевое соединение по частоте разгерметизации приравнивается к 10 м трубопровода.</p> <p>4 Длина трубопровода не менее 10 м. При меньшей длине она считается равной 10 м.</p>		

*Источник: (Приказ Ростехнадзора от 11.04.2016 N 144 «Об утверждении Руководства по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах»)

НО «ИНСТИТУТ ИССЛЕДОВАНИЯ КАТАСТРОФ»

Таблица 4.2.6 – Статистическая информация по основным причинам пожаров

Наименование показателя	Количество пожаров, единиц	Условная вероятность
Причины пожаров:		
- поджоги	6838	0,09925
- нарушение правил устройства и эксплуатации электрооборудования и бытовых электроприборов	19956	0,28965
- неисправность производственного оборудования, нарушение технологического процесса производства	213	0,003092
- неосторожное обращение с огнем	21111	0,306414
- в т.ч. шалость детей с огнем	1033	0,014993
- нарушение правил пожарной безопасности при проведении электрогазосварочных работ	423	0,00614
- взрывы	36	0,000523
- самовозгорание веществ и материалов	175	0,00254
- неисправность и нарушение правил эксплуатации печного отопления	10850	0,157481
- неустановленные	1358	0,019711
- прочие причины пожаров	6904	0,100208
Итого	68897	1

*Источник: <http://www.mchs.gov.ru/> Сведения о пожарах и их последствиях за январь-июнь 2016 г.

4.3 АВАРИЙНЫЕ СЦЕНАРИИ НА СЕТИ ГАЗОПОТРЕБЛЕНИЯ АО
«ИЖАВИА»

Каждый аварийный сценарий идентифицируется шифром:

1. Номер инициирующего аварию события.
2. Характеристика сценария, включающая код элементарных аварийных событий:

Разгерметизация (depressurization)	D
Пролив (release)	R
Пожар (fire)	F
Факел (torch)	T
Взрыв (explosion)	E
Огненный шар (fireball)	B
Разрушение (destruction)	S
Отказ системы (systems failure)	Sf

В данном случае совокупность элементарных аварийных событий может включать события, идентифицируемые кодами {D, F, T, E, S, Sf}.

4.3.1 Сценарии в котельной АО «Ижавиа»

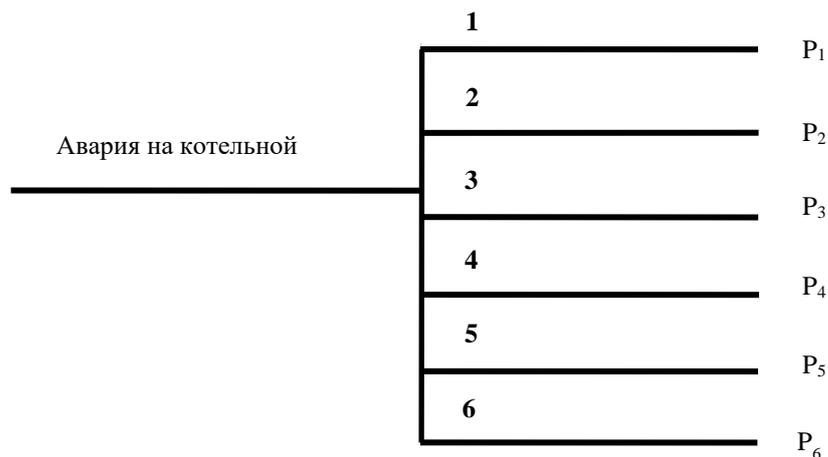


Рис.4.3.1.1 – Фрагмент дерева событий для аварий в котельной АО

Таблица 4.3.1.1 – Частоты событий аварийных сценариев в котельной АО

1	Авария с котлом(3 шт.)	$P_1^0 = 3,0 \cdot 10^{-6} \text{год}^{-1}$
2	Авария на газопроводе в здании котельной	$P_2^0 = 6,99 \cdot 10^{-5} \text{год}^{-1}$
3	Авария на газопроводе вне здания котельной	$P_3^0 = 9,76 \cdot 10^{-5} \text{год}^{-1}$
4	Аварии во вспомогательных помещениях и аварии, обусловленные ЧС на рядом расположенных объектах	$P_4^0 = 1,0 \cdot 10^{-7} \text{год}^{-1}$
5	Аварии, обусловленные ЧС на транспортных коммуникациях	$P_5^0 = 1,0 \cdot 10^{-6} \text{год}^{-1}$
6	Авария с вентиляционной системой в здании котельной, вызвавшая отравление угарным газом	$P_6^0 = 1,0 \cdot 10^{-6} \text{год}^{-1}$

4.3.2 Аварийные сценарии с котлом

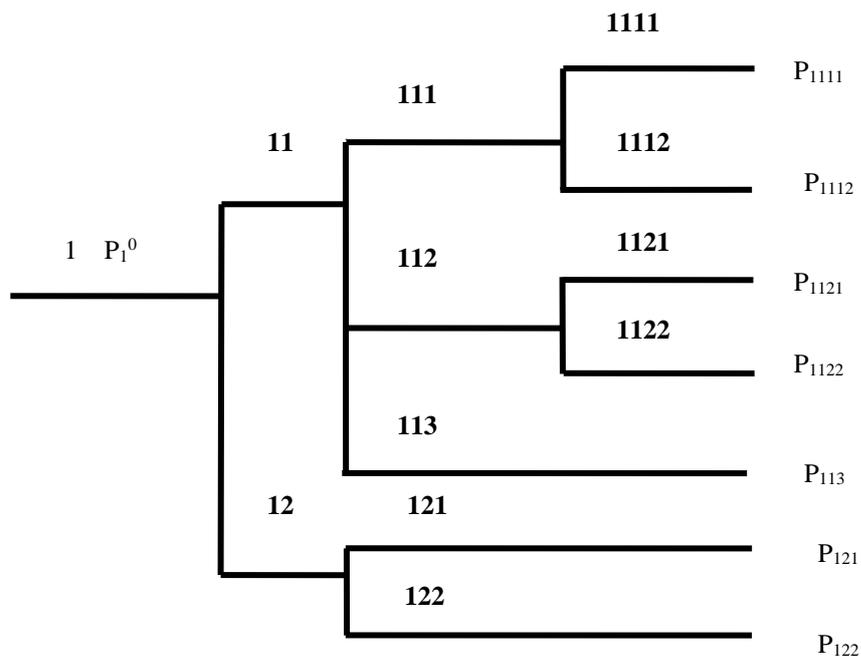


Рис.4.3.2.1 – Фрагмент дерева событий для аварии с котлом

Таблица 4.3.2.1 – Частоты событий аварийных сценариев в котельной АО при аварии с котлом

№ сценария	Характеристика сценария	Вероятность	Частота сценария, год ⁻¹
1	2	3	4
1	Авария с котлом	1,0	$P_1^0 = 3,0 \cdot 10^{-6}$
11	Разгерметизация	0,38	$P_{11} = 1,14 \cdot 10^{-6}$
12	Авария с котлом без нарушения герметичности газовых коммуникаций	0,62	$P_{12} = 1,86 \cdot 10^{-6}$
111	Создание условий для взрывного превращения (источник зажигания) - отказ клапана гашения горелки	0,085	$P_{111} = 9,69 \cdot 10^{-8}$
112	Создание условий для взрывного превращения (источник зажигания) – ошибочные или неправомерные действия людей	0,4	$P_{112} = 4,56 \cdot 10^{-7}$
113	Отсутствие условий для взрывного превращения (отсутствие источника зажигания) – загрязнение окружающей среды	0,515	$P_{113} = 5,871 \cdot 10^{-7}$

НО «ИНСТИТУТ ИССЛЕДОВАНИЯ КАТАСТРОФ»

Продолжение таблицы 4.3.2.1

1	2	3	4
121	Превышение критического давления в котле. Разрыв пароводяных коммуникаций (Разрыв котла).	0,14	$P_{121} = 2,604 \cdot 10^{-7}$
122	Превышение критического давления в котле без нарушения герметичности пароводяных коммуникаций. Нарушение работоспособности котла.	0,86	$P_{122} = 1,599 \cdot 10^{-6}$
1111	Взрыв ГВС в условиях работающей вентиляции	0,85	$P_{1111} = 8,236 \cdot 10^{-8}$
1112	Взрыв ГВС в условиях отказа вентиляционной системы	0,15	$P_{1112} = 1,453 \cdot 10^{-8}$
1121	Взрыв ГВС (Стехиометрическая концентрация)	0,2	$P_{1121} = 9,12 \cdot 10^{-8}$
1122	Взрыв ГВС (концентрация НКПВ)	0,8	$P_{1122} = 3,648 \cdot 10^{-7}$

4.3.3 Аварийные сценарии на трубопроводе в здании котельной

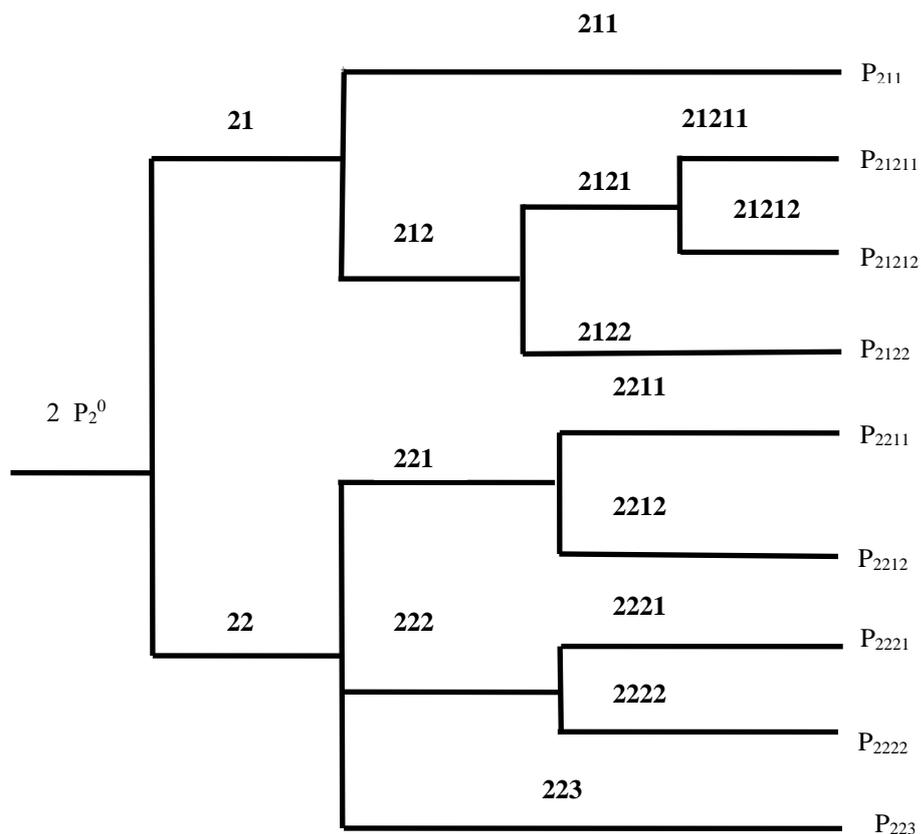


Рис.4.3.3.1 – Фрагмент дерева событий для аварии на трубопроводе в здании котельной

Таблица 4.3.3.1 – Частоты событий аварийных сценариев на сети газопотребления АО при аварии на трубопроводе в здании котельной

№ сценария	Характеристика сценария	Вероятность	Частота сценария, год ⁻¹
1	2	3	4
2	Авария на газопроводе в здании котельной	1,0	$P_2^0 = 6,99 \cdot 10^{-5}$
21	Частичная разгерметизация	0,98	$P_{21} = 6,85 \cdot 10^{-5}$
22	Полная разгерметизация	0,02	$P_{22} = 1,398 \cdot 10^{-6}$
211	Мгновенное воспламенение с образованием факельного горения	0,005	$P_{211} = 3,425 \cdot 10^{-7}$
212	Без мгновенного воспламенения	0,995	$P_{212} = 6,815 \cdot 10^{-5}$
221	Создание условий для взрывного превращения	0,1	$P_{221} = 1,398 \cdot 10^{-7}$

Продолжение таблицы 4.3.3.1

НО “ИНСТИТУТ ИССЛЕДОВАНИЯ КАТАСТРОФ”

1	2	3	4
222	Создание условий для взрывного превращения (источник зажигания) – ошибочные или неправомерные действия людей	0,3	$P_{222} = 4,194 \cdot 10^{-7}$
223	Отсутствие условий для взрывного превращения (отсутствие источника зажигания) – загрязнение окружающей среды	0,6	$P_{223} = 8,388 \cdot 10^{-7}$
2121	Образование облака ТВС	0,085	$P_{2121} = 5,793 \cdot 10^{-6}$
2122	Ликвидация аварии	0,915	$P_{2122} = 6,236 \cdot 10^{-5}$
2211	Взрыв ГВС в условиях работающей вентиляции	0,85	$P_{2211} = 1,188 \cdot 10^{-7}$
2212	Взрыв ГВС в условиях отказа вентиляционной системы	0,15	$P_{2212} = 2,097 \cdot 10^{-8}$
2221	Взрыв ГВС (Стехиометрическая концентрация)	0,35	$P_{2221} = 1,467 \cdot 10^{-7}$
2222	Взрыв ГВС (концентрация НКПВ)	0,65	$P_{2222} = 2,726 \cdot 10^{-7}$
21211	Огненный шар	0,005	$P_{21211} = 2,896 \cdot 10^{-8}$
21212	Рассеивание облака ТВС	0,995	$P_{21212} = 5,503 \cdot 10^{-7}$

4.3.4 Аварийные сценарии на трубопроводе на территории объекта вне здания котельной

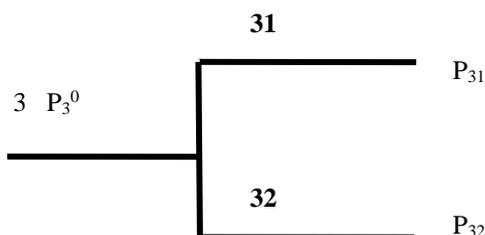


Рис.4.3.4.1 – Фрагмент дерева событий для аварии на трубопроводе на территории объекта вне здания котельной

Таблица 4.3.4.1 - Частоты событий аварийных сценариев на сети газопотребления АО при аварии на трубопроводе на территории объекта вне здания котельной

№ сценария	Характеристика сценария	Вероятность	Частота, год ⁻¹
3	Авария на газопроводе на территории объекта вне здания котельной	1,0	$P_3^0=9,763*10^{-5}$
31	Факельное горение	0,035	$P_{31}=3,417*10^{-6}$
32	Истечение газа без воспламенения – загрязнение окружающей среды	0,965	$P_{32}=9,421*10^{-5}$

4.3.5 Аварийные сценарии во вспомогательных помещениях и аварийные сценарии, связанные с ЧС на рядом расположенных объектах

В данном случае, меры, принятые на паспортизируемом объекте в плане противопожарной безопасности, позволяют пренебречь рисками аварий, связанных с авариями во вспомогательных помещениях, по сравнению с рисками аварий на основном производстве.

Как уже было отмечено аварии, связанные с падением летательных аппаратов, метеоритов и т.п. характеризуются частотой $\sim 10^{-7}$ событий в год, то есть данное событие относится к разряду очень редких событий.

Возможно возникновение аварийной ситуации, связанной с нарушением герметичности и возникновением факельного горения на подводящем газопроводе до отсекающих задвижек. Возникновение значительных утечек характеризуется частотой порядка $P_4^0 = 10^{-7}$ год⁻¹ и менее.

Таким образом, вероятности аварийных сценариев, связанные с ЧС на рядом расположенных объектах—малы, а последствия аварий не существенны, по сравнению с авариями непосредственно на объекте.

НО «ИНСТИТУТ ИССЛЕДОВАНИЯ КАТАСТРОФ»

4.3.6 Аварийные сценарии, связанные с ЧС на транспортных Коммуникациях

На территории объекта проходят дороги для проезда транспорта, необходимого для нужд АО. Авария на дороге, в принципе, может инициировать аварию на сети газопотребления АО . Относительная доля повреждаемости грузов при автомобильных перевозках в зависимости от типа груза:

Легковоспламеняющиеся жидкости	60,5%
Горючие жидкости	16,3%
Воспламеняющиеся сжатые газы	3,2%
Ядовитые вещества (жидкие или твёрдые)	2,1%
Взрывоопасные вещества	1,55%
Радиоактивные материалы	0,5%
Воспламеняющиеся твёрдые материалы	0,3%

Если принять среднюю частоту аварий при автомобильных перевозках опасных материалов $P_5^0 = 1,0 * 10^{-6}$ аварий/км и учесть условия ОА , то из предварительного анализа риска можно сделать заключение, что риск аварий, вызванных авариями на дороге будет несущественен по сравнению с риском аварий, инициированных собственно на сети газопотребления АО .

4.3.7 Аварийные сценарии с вентиляционной системой в здании котельной, вызвавшие отравление угарным газом

В соответствии со статистическими данными каждая десятая авария в котельной приводит к поражению угарным газом. В данном случае, в котельной предусмотрена приточно-вытяжная вентиляция с естественным побуждением, обеспечивающая трехкратный воздухообмен в час с учетом подачи приточного воздуха необходимого для горения газа. Поэтому можно принять, что верхняя оценка частоты аварии, приведшей к отравлению угарным газом, есть $P_6^0 = 1,0 \cdot 10^{-6} \text{Год}^{-1}$. Так как отсутствуют данные по степени поражения, то в качестве верхней оценки летального исхода при поражении угарным газом, положим, что каждое десятое поражение приводит к летальному исходу. Тогда для оценки частоты летального поражения угарным газом, имеем $P_6 = 10^{-7} \text{Год}^{-1}$.

НО “ИНСТИТУТ ИССЛЕДОВАНИЯ КАТАСТРОФ”

4.3.7 Частоты аварийных сценариев

Таблица 4.3.7.1 – Частоты аварийных сценариев на сети газопотребления АО

Код сценария	Код событий	Частота
1111	DE	8,24E-08
1112	DE	1,45E-08
1121	DE	9,12E-08
1122	DE	3,65E-07
113	D	5,87E-07
121	E	2,6E-07
122	S	1,6E-06
211	DT	3,43E-07
21211	DB	2,9E-08
21212	D	5,5E-07
2122	D	6,24E-05
2211	DE	1,19E-07
2212	DE	2,1E-08
2221	DE	1,47E-07
2222	DE	2,73E-07
223	D	8,39E-07
31	DT	3,42E-06
32	D	9,42E-05
6	Sf	1,00E-07

4.4 Определение расчетного времени эвакуации из помещения котельной

В соответствии с п.6.15 ("СНиП 21-01-97*. Пожарная безопасность зданий и сооружений" (приняты и введены в действие Постановлением Минстроя РФ от 13.02.1997 N 18-7) (ред. от 19.07.2002)) расчет времени эвакуации ведется из условия перекрытия одного из эвакуационных выходов. Общая пропускная способность оставшихся выходов должна обеспечить безопасную эвакуацию всех людей, находящихся в помещении.

В соответствии с (ГОСТ Р 12.3.047-2012 ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.) для помещений котельной АО расчетное время эвакуации из помещения составляет 0.15 мин. В расчетах полагалось, что длина пути 15 м, скорость движения 100 м/мин.

Учитывая размеры помещения, степень загроможденности, нет необходимости рассчитывать временные характеристики достижения критических значений задымленности, загазованности.

Учитывая, что элементы строительных конструкций соответствуют нормам пожарной безопасности, работники обучены действиям во время эвакуации, опасные факторы пожара, за исключением воздушной ударной волны, не представляют опасности.

НО “ИНСТИТУТ ИССЛЕДОВАНИЯ КАТАСТРОФ”
 РАЗДЕЛ 5 АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ОЦЕНКИ РИСКА

5.1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ УЩЕРБА ДЛЯ ЧЕЛОВЕКА

Для целей настоящего документа определим ущерб при термическом воздействии. Характеристики теплового воздействия на человека представлены в таблицах 5.1.1 – 5.1.2.

Таблица 5.1.1– Характеристики теплового воздействия на человека

Степень поражения	Интенсивность излучения, кВт/м ²
Без последствий в течение неограниченного времени	1.4
Безопасно для человека в брезентовой одежде	4.2
Непереносимая боль через 20-30 с Ожог 1 степени через 15-20 с Ожог 2 степени через 30-40 с	7.0
Непереносимая боль через 3-5 с Ожог 1 степени через 6-8 с Ожог 2 степени через 12-16 с	10.5

Таблица 5.1.2 – Зависимость вероятности смерти от возраста человека и площади термического поражения

Относительная площадь поражения, %	Возраст, лет						
	5-9	15-19	25-29	35-39	45-49	55-59	65-69
>93	1	1	1	1	1	1	1
83-87	0.9	0.9	0.9	1	1	1	1
73-77	0.7	0.8	0.8	0.9	1	1	1
63-67	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1
53-57	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1
43-47	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.7	1
33-37	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.5	0.8
23-27	0	0	0	0.1	0.2	0/3	0.6
13-17	0	0	0	0	0.1	0.1	0/3
3-7	0	0	0	0	0	0	0.1

Для поражения человека тепловым излучением величина пробит-функции описывается формулой:

$$Pr = -12.8 + 2.56 \ln(q^{4/3} * \tau), \quad (5.1.1)$$

где q – интенсивность теплового излучения, кВт/м²;
 τ – эффективное время экспозиции, с.

НО “ИНСТИТУТ ИССЛЕДОВАНИЯ КАТАСТРОФ”

Величина эффективного времени экспозиции τ определяется по формулам:

- для огненного шара:

$$\tau = 0,92 * m^{0,303}, \quad (5.1.2)$$

- для пожара пролива:

$$\tau = \tau_0 + x/u, \quad (5.1.3)$$

где m – масса горючего вещества, участвующего в образовании огненного шара, кг;

τ_0 – характерное время, за которое человек обнаруживает пожар и принимает решение о своих дальнейших действиях, с (может быть принято равным 5);

x – расстояние от места расположения человека до безопасной зоны (зона, где интенсивность теплового излучения меньше 4 кВт/м²);

u – средняя скорость движения человека к безопасной зоне, м/с (принимается равной 5 м/с).

Условная вероятность поражения человека, попавшего в зону непосредственного воздействия пламени пожара пролива или факела, принимается равной 1.

Для пожара-вспышки следует принимать, что условная вероятность поражения человека, попавшего в зону воздействия высокотемпературными продуктами сгорания газопаровоздушного облака, равна 1, за пределами этой зоны условная вероятность поражения человека принимается равной 0.

Данные о степени разрушения производственных, административных зданий и сооружений, имеющих разную устойчивость в таблице 5.1.3.

Таблица 5.1.3 - Критерии поражения волной давления

Тип зданий, сооружений	Разрушение при избыточном давлении на фронте ударной волны, кПа			
	Слабое	Среднее	Сильное	Полное
Промышленные здания с тяжелым металлическим или железобетонным каркасом	20 - 30	30 - 40	40 - 50	>50
Промышленные здания с легким каркасом и бескаркасной конструкции	10 - 20	25 - 35	35 - 45	>45
Складские кирпичные здания	10 - 20	20 - 30	30 - 40	>40
Одноэтажные складские помещения с металлическим каркасом и стеновым заполнением из листового металла	5 - 7	7 - 10	10 - 15	>15
Бетонные и железобетонные здания и антисейсмические конструкции	25 - 35	80 - 120	150 - 200	>200

НО “ИНСТИТУТ ИССЛЕДОВАНИЯ КАТАСТРОФ”

Здания железобетонные монолитные повышенной этажности	25 - 45	45 - 105	105 - 170	170 - 215
Котельные, регуляторные станции в кирпичных зданиях	10 - 15	15 - 25	25 - 35	35 - 45
Деревянные дома	6 - 8	8 - 12	12 - 20	>20
Подземные сети, трубопроводы	400 - 600	600 - 1000	1000 - 1500	1500
Трубопроводы наземные	20	50	130	-
Кабельные подземные линии	до 800	-	-	1500
Цистерны для перевозки нефтепродуктов	30	50	70	80
Резервуары и емкости стальные наземные	35	55	80	90
Подземные резервуары	40	75	150	200

Для воздействия волны давления на человека, находящегося вне здания, формулы для пробит-функции имеют вид:

$$Pr = 5.0 - 5.74 * \ln S; \quad (5.1.4)$$

$$S = \frac{4.2}{p} + \frac{1.3}{i}; \quad (5.1.5)$$

$$\bar{p} = \frac{dP}{P_0}; \quad (5.1.6)$$

$$\bar{i} = \frac{I}{P_0^2 \cdot m^3}, \quad (5.1.7)$$

где m – масса тела человека (допускается принимать равной 70 кг), кг;

dP – избыточное давление волны давления, Па;

I – импульс волны давления, Па*с;

P_0 – атмосферное давление, Па.

Пробит-функции для разрушения зданий имеют вид:

- для тяжелых разрушений:

$$Pr = 5.0 - 0.26 * \ln V; \quad (5.1.8)$$

$$V = \left(\frac{17500}{dP} \right)^{8.4} + \left(\frac{290}{I} \right)^{9.3}; \quad (5.1.9)$$

- для полного разрушения:

$$Pr = 5.0 - 0.22 * \ln V; \quad (5.1.10)$$

$$V = \left(\frac{40000}{dP} \right)^{7,4} + \left(\frac{460}{I} \right)^{11,3} . \quad (5.1.11)$$

При оценке условной вероятности поражения человека, находящегося в здании, следует использовать пробит-функцию, определяемую по формулам (5.1.8) – (5.1.9) или по таблице 5.1.4.

Таблица 5.1.4 - Зависимость условной вероятности поражения человека с разной степенью тяжести от степени разрушения здания

Тяжесть поражения	Степень разрушения			
	Полная	Сильная	Средняя	Слабая
Смертельная	0,6	0,49	0,09	0
Тяжелая травма	0,37	0,34	0,1	0
Легкая травма	0,03	0,17	0,2	0,05

1.2 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УЩЕРБ

Величина экономического ущерба в случае аварии на паспортизируемом объекте, исходя из учета типа вещества, рассмотренных сценариев аварий и возможных последствий определялась как сумма от прямых потерь, косвенных потерь и потери выбытия трудовых ресурсов. Другие типы ущерба не учитывались ввиду малых объемов опасных веществ.

Оценка прямых потерь базируется на анализе результатов оценки последствий аварии для основных и оборотных фондов, находящихся в зоне разрушения. Расчет потерь от выбытия трудовых ресурсов основан на анализе производительности труда одного работника с учетом полученных данных по среднемесячному объему производства на данном объекте.

Согласно Декларации Российского научного общества анализа риска «Об экономической оценке жизни среднестатистического человека» [18] показатель цены жизни среднестатистического человека в нормативно-экономических моделях управления риском используется для:

- расчетов ущерба, связанного с гибелью людей (безвозвратными потерями) при чрезвычайных ситуациях;
- расчетов предотвращения ущерба, связанного со снижением ожидаемого количества смертных случаев благодаря совершенствованию организации и технологий обеспечения безопасности населения и проведению превентивных мероприятий по снижению риска;
- оптимизации системы мероприятий и затрат на их реализацию, направленных на снижение риска и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций, как составляющей (органической части) формирования стратегии и/или программ социально-экономического развития регионов и страны в целом.

Страховая сумма по договору обязательного страхования составляет 25 миллионов рублей - для сетей газопотребления и газоснабжения, в том числе межпоселковых.

Размеры страховых выплат по договору обязательного страхования составляют:

- 1) два миллиона рублей - в части возмещения вреда лицам, понесшим ущерб в результате смерти каждого потерпевшего (кормильца);
- 2) не более 25 тысяч рублей - в счет возмещения расходов на погребение каждого потерпевшего;
- 3) не более двух миллионов рублей - в части возмещения вреда, причиненного здоровью каждого потерпевшего;
- 4) не более 200 тысяч рублей - в части возмещения вреда, причиненного в связи с нарушением условий жизнедеятельности каждого потерпевшего;
- 5) не более 360 тысяч рублей - в части возмещения вреда, причиненного имуществу каждого потерпевшего - физического лица, за исключением вреда, причиненного в связи с нарушением условий жизнедеятельности;
- 6) не более 500 тысяч рублей - в части возмещения вреда, причиненного

НО «ИНСТИТУТ ИССЛЕДОВАНИЯ КАТАСТРОФ»

имуществу каждого потерпевшего - юридического лица.
Результаты расчетов представлены в таблице 5.4.1.

1.3 ПОСТРОЕНИЕ F/N ДИАГРАММЫ

Для построения F/N диаграммы проанализированы последствия аварийных сценариев, перечисленные в разделе 4. Последствия аварий представляются в виде количества пораженных людей (население, персонал).

Определение числа погибших и пораженных среди персонала осуществлялось на основе карты плотности персонала, составленной с учетом того, что наибольшая работающая смена – 6 человек.

В расчетах определялась область, отвечающая поражению той или иной степени тяжести, и анализировалось количество людей, попавших в данную область.

В таблице 5.3.1 представлены полученные результаты. F/N диаграмма, построенная по данным таблицы 5.3.1 и отвечающая последствиям аварий на сети газопотребления АО, изображена на рисунке 5.1.

Таблица 5.3.1 – Характеристика последствий аварий для населения и персонала

Код сценария	Код событий	Частота, год ⁻¹	Население		Персонал	
			Летальное	Пороговое	Летальное	Пороговое
1	2	3	4	5	6	7
1111	DE	8,24E-08	0	0	3	3
1112	DE	1,45E-08	0	0	6	0
1121	DE	9,12E-08	0	0	3	3
1122	DE	3,65E-07	0	0	0	4
113	D	5,87E-07	0	0	4	2
121	E	2,6E-07	0	0	0	0
122	S	1,6E-06	0	0	0	0
211	DT	3,43E-07	0	0	0	2
21211	DB	2,9E-08	0	0	0	2
21212	D	5,5E-07	0	0	0	0
2122	D	6,24E-05	0	0	0	0
2211	DE	1,19E-07	0	0	0	0
2212	DE	2,1E-08	0	0	0	0
2221	DE	1,47E-07	0	0	0	0
2222	DE	2,73E-07	0	0	0	0
223	D	8,39E-07	0	0	0	0
31	DT	3,42E-06	0	0	0	0
32	D	9,42E-05	0	0	0	0
6	Sf	1,00E-07	0	0	0	0

5.4 ПОСТРОЕНИЕ F/G ДИАГРАММЫ

Для построения F/G-диаграммы проанализированы все возможные события и определен материальный ущерб по каждой ситуации. При оценке ущерба учитывались следующие виды потерь: прямые потери, затраты на локализацию, социально-экономические потери, косвенный ущерб и потери от выбытия трудовых ресурсов. Экологический ущерб не учитывался ввиду малых объемов опасных веществ.

В таблице 5.4.1 приведены полученные результаты. F/G диаграмма, построенная по данным таблицы 5.4.1 и отвечающая последствиям аварий на сети газопотребления АО, представлена на рисунке 5.2.

Таблица 5.4.1 – Характеристика экономических последствий аварий

Код сценария	Код событий	Частота, год ⁻¹	Материальный ущерб, руб.		
			прямые потери	потери от выбытия трудовых ресурсов	итого
1	2	3	4	5	6
1111	DE	8,24E-08	45225000	12075000	57300000
1112	DE	1,45E-08	60300000	12150000	72450000
1121	DE	9,12E-08	45225000	12075000	57300000
1122	DE	3,65E-07	6030000	8000000	14030000
113	D	5,87E-07	104100	12100000	12204100
121	E	2,6E-07	1711000	0	1711000
122	S	1,6E-06	1026600	0	1026600
211	DT	3,43E-07	26126,56	4000000	4026127
21211	DB	2,9E-08	26126,56	4000000	4026127
21212	D	5,5E-07	26126,56	0	26126,56
2122	D	6,24E-05	26126,56	0	26126,56
2211	DE	1,19E-07	30626,56	0	30626,56
2212	DE	2,1E-08	30626,56	0	30626,56
2221	DE	1,47E-07	28826,56	0	28826,56
2222	DE	2,73E-07	27026,56	0	27026,56
223	D	8,39E-07	26126,56	0	26126,56
31	DT	3,42E-06	14578,4	0	14578,4
32	D	9,42E-05	14578,4	0	14578,4
6	Sf	1,00E-07	0	0	0

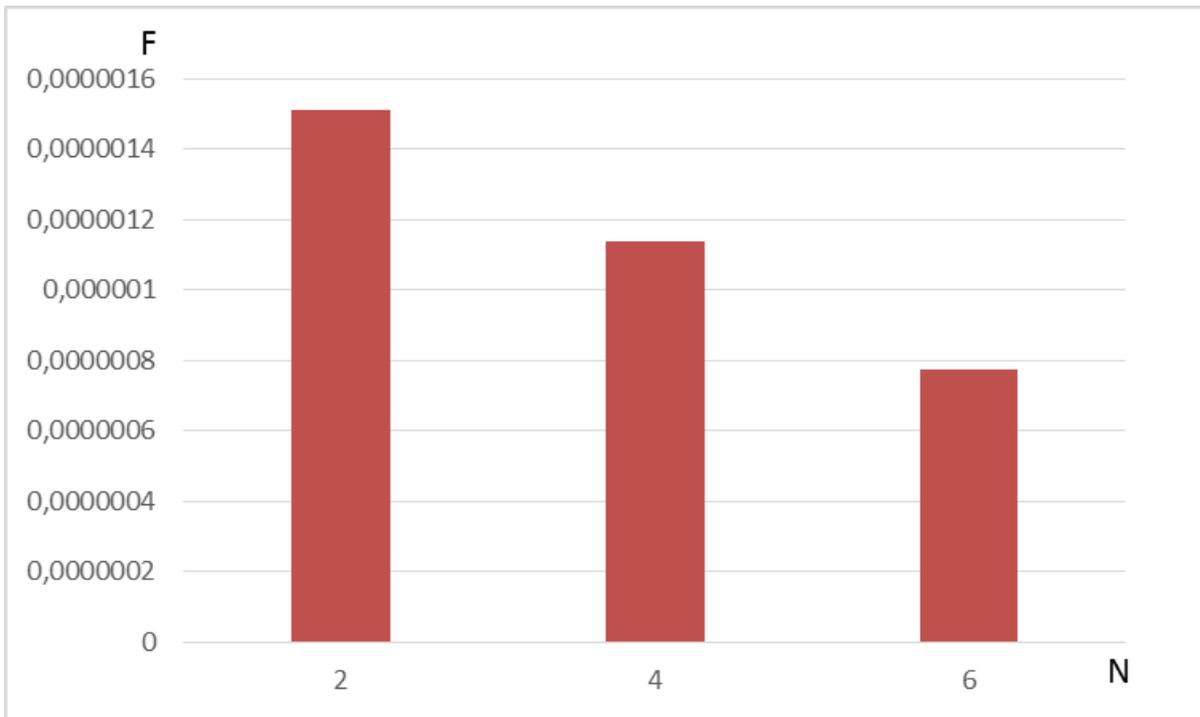


Рисунок 5.1 – F/N диаграмма последствий аварий на сети газопотребления АО

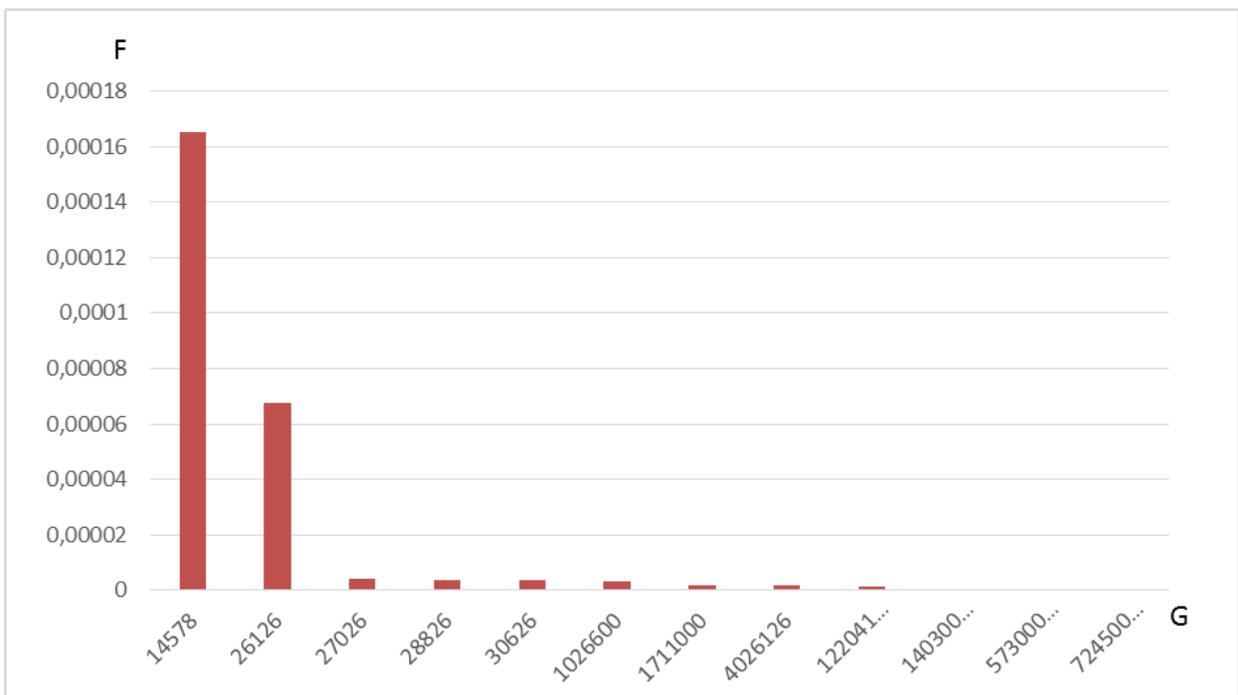


Рисунок 5.2 – F/G диаграмма последствий аварий на сети газопотребления АО

НО «ИНСТИТУТ ИССЛЕДОВАНИЯ КАТАСТРОФ»

РАЗДЕЛ 6 ВЫВОДЫ С ПОКАЗАТЕЛЯМИ СТЕПЕНИ РИСКА ДЛЯ НАИБОЛЕЕ ОПАСНОГО И НАИБОЛЕЕ ВЕРОЯТНОГО РАЗВИТИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ

На территории АО за период 2000 – 2017 г. аварий и несчастных случаев не зафиксировано.

Однако возможны аварии с тяжелыми последствиями – поражением персонала. Характеристики последствий аварий представлены в таблицах 5.3.1 и 5.4.1. Согласно расчетам, наиболее опасные по последствиям аварии могут иметь место в котельной АО

Авария с котлом в здании котельной, связанная с поступлением природного газа в помещение котельной при отказе вентиляционной системы (взрыв ГВС), с частотой $\sim 1,453 \cdot 10^{-8}$ может привести к летальному поражению 6 человек из персонала и разрушению здания котельной. Полный ущерб от этой аварии составит 72450000 руб. Данная авария классифицируется как наиболее опасная по последствиям.

Авария, характеризуемая как наиболее вероятная, имеет место на газопроводе на территории объекта вне здания котельной и связана с утечкой газа и факельным горением. Частота такой аварии $\sim 3,42 \cdot 10^{-6}$. При реализации данного сценария погибших – 0 человек. Экономические потери при этом составят 14578 руб.

Из анализа опасностей и риска ясно, что рассматриваемый объект представляют определенную угрозу здоровью и жизни персонала. Однако, при нормальном режиме эксплуатации оборудования, соблюдении технологии, заданных параметров и грамотном обслуживании, добросовестном отношении персонала, своевременном освидетельствовании и осмотре технологического оборудования аварии и отказы на данном объекте маловероятны.

Из анализа последствий возможных аварий следует, что население не попадает в зоны последствий. На ситуационном плане приложения А паспорта безопасности показано, что зона последствий от возможных ЧС не выходит за пределы территории объекта.

В своей деятельности обслуживающий персонал руководствуется производственными инструкциями по безопасной эксплуатации технологического оборудования. С целью предотвращения аварийных выбросов опасных веществ технологическое оборудование подвергается периодическому освидетельствованию

Положение кривой F/N диаграммы (рисунок 5.1) по отношению к предельным значениям социального риска (рисунок 2.2) показывает, что данный объект отвечает требованиям по безопасности. На ситуационном плане приложения А паспорта безопасности опасного объекта с прилегающими территориями зоны последствий от возможных ЧС являются полигонами, ограниченными изолиниями минимального индивидуального риска. Тяжесть последствий ЧС уменьшается от источника возникновения к периферии зоны.

НО «ИНСТИТУТ ИССЛЕДОВАНИЯ КАТАСТРОФ»

Численные значения оценок риска, выполненные относительно сети газопотребления АО, позволяют считать, что в соответствии с рекомендациями Российского научного общества анализа риска, уровень обеспечения безопасности людей на предприятии отвечает требуемому уровню, принятому в Российской Федерации.

РАЗДЕЛ 7 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЗРАБОТКЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ РИСКА В СЕТИ ГАЗОПОТРЕБЛЕНИЯ АО

Учитывая, что средний срок эксплуатации сосудов, аппаратов и трубопроводов 5-6 лет, в течение которого имеет место накопление дефектов, в частности коррозионных, следует признать снижение их потенциальной надежности в отношении разгерметизации с аварийным выбросом природного газа.

Техническое освидетельствование сосудов, аппаратов и трубопроводов: наружный и внутренний осмотр, толщинометрия, пневматические испытания на прочность, плотность сосудов (аппаратов) и трубопроводов; устранение обнаруживаемых дефектов, для обеспечения длительной и безопасной эксплуатации оборудования, необходимо проводить согласно графику, утвержденному главным инженером предприятия.

Дежурный персонал в течение смены должен соблюдать все инструкции для грамотного проведения работы, информацию о работе всех систем, меры, принятые для устранения недостатков в работе оборудования, и другие замечания должен записывать в журнал.

Для исключения ошибок персонала необходимо проводить учебу и тренировки, согласно плану локализации аварийных ситуаций, повышать квалификацию рабочих и соблюдать требования нормативных документов по обеспечению безопасности работ.

НО «ИНСТИТУТ ИССЛЕДОВАНИЯ КАТАСТРОФ»
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ (ред. от 07.03.2017) «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».
2. Федеральный закон от 21.12.1994 № 68-ФЗ (ред. от 23.06.2016) «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».
3. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 03.07.2016) «Об охране окружающей среды».
4. Федеральный закон от 21.07.2011 № 256-ФЗ (ред. от 06.07.2016) «О безопасности объектов топливно-энергетического комплекса».
5. Федеральный закон от 24.07.1998 № 125-ФЗ (ред. от 28.12.2016) «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний».
6. Федеральный закон от 27.07.2010 № 225-ФЗ (ред. от 23.06.2016) «Об обязательном страховании гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте» (с изм. и доп., вступ. в силу с 06.09.2016).
7. Постановление Правительства РФ от 30.07.2004 № 401 (ред. от 14.03.2017) «О Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору».
8. Постановление Правительства РФ от 21.05.2007 № 304 (ред. от 17.05.2011) «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».
9. Постановление Правительства РФ от 10.11.1996 г. № 1340 «О порядке создания и использования резервов материальных ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».
10. Постановление Правительства РФ от 30.12.2003 г. № 794 (ред. от 26.01.2017) «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций».
11. Приказ МЧС РФ от 28.02.2003 г. № 105 «Об утверждении требований по предупреждению чрезвычайных ситуаций на потенциально опасных объектах и объектах жизнеобеспечения».
12. Приказ Министерства РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий от 4.11.2004 г. № 506 «Об утверждении типового паспорта безопасности опасного объекта».
13. Приказ МЧС РФ от 10.07.2009 № 404 (ред. от 14.12.2010) «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах» (Зарегистрировано в Минюсте РФ 17.08.2009 № 14541).
14. Приказ Ростехнадзора от 11.04.2016 № 144 «Об утверждении Руководства по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных

НО «ИНСТИТУТ ИССЛЕДОВАНИЯ КАТАСТРОФ»

- объектах».
- 15.ГОСТ Р 22.10.01-2001. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Оценка ущерба. Термины и определения.
 - 16.ГОСТ Р 12.3.047-2012. Национальный стандарт Российской Федерации. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля (утв. и введены в действие Приказом Росстандарта от 27.12.2012 N 1971-ст)
 - 17.Определение категорий помещений, зданий и наружных установок, по пожарной опасности (НПБ 105-03). М.:ГУГПС и ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2003 г.
 - 18.Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте (РД 52.04.253-90). Утверждена ШГО СССР.
 - 19.Методические рекомендации по составлению декларации промышленной безопасности опасного производственного объекта (РД 03-357-00).
 - 20.Постановление Госгортехнадзора РФ от 29.10.2002 № 63 «Об утверждении Методических рекомендаций по оценке ущерба от аварий на опасных производственных объектах» (Вместе с «Методическими рекомендациями... РД 03-496-02»)
 - 21.СНиП 2.01.51-90 Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны.
 - 22.СНиП 2.07.01-89. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений.
 - 23.СП 30.13330.2012. Свод правил. Внутренний водопровод и канализация зданий.
 - 24.Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией. МРФ по делам гражданской обороны, ЧС и ликвидации последствий стихийных бедствий. ГУГПС МВД России.
 - 25.Вредные вещества в промышленности. Справочник для химиков, инженеров и врачей / Под общ. Ред. Н. В. Лазарева. 7-е изд., перераб. и доп. Л.: Изд-во «Химия», 1997. Т. 3.
 - 26.Пряников В. И. Техника безопасности в химической промышленности. М.: Химия, 1989.-282с.
 - 27.Маршалл В. Основные опасности химических производств. Пер. с англ. - М.: Мир, 1989.-672 с.
 - 28.Баратов А. Н., Пчелинцев В. А. Пожарная безопасность. - М.: изд-во АСВ, 1997.-176 с.
 - 29.Бесчастнов М. В. Промышленные взрывы. Оценка и предупреждение. - М.: Химия, 1991. – 432 с.

НО “ИНСТИТУТ ИССЛЕДОВАНИЯ КАТАСТРОФ”

- 30.Бесчастнов М. В., Соколов В. М. Предупреждение аварий в химических производствах. - М.: Химия, 1979. – 394 с.
- 31.Елохин А.Н. Анализ и управление риском: теория и практика. М.СК “ЛУКОЙЛ”, 2000
- 32.Декларация безопасности Антиповского литейно-производственного управления магистральных газопроводов ДП “ВОЛГОТРАНСГАЗ”. Волгоград, 1998, с.634
- 33.Сафонов Б.С., Одишария Г.Э., Швыряев А.А. Теория и практика анализа риска в газовой промышленности – М. НУМЦ Минприроды России- 1996. 208с.
- 34.Колодкин В.М. Программно-аппаратный комплекс прогнозирование последствий химических аварий. Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций. V научно-практическая конференция. Сборник материалов. Москва 2005 г. С.73-75
- 35.Колодкин В.М. Декларирование безопасности объектов теплоэнергетики. Энергетика и нефтяная промышленность. Т.1 (2002). Вып.1. С. 65-66
- 36.Колодкин В.М., Мурин А.В., Аксаков А.В., А.М. Сивков. Прогнозирование аварийного риска. В кн. Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий. Книга 6. Под ред. В.А. Котляревского. Москва. 2003 г. С.224-251
- 37.Колодкин В.М., Мурин А.В., Петров А.К., Горский В.Г. Количественная оценка риска химических аварий. Ижевск, 2001 г., 226 с.