Заказчик проекта – {{ company\_name }}

**«{{ project\_name }}»**

**ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ**

**Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных**

**федеральными законами.**

**Часть 1. Декларация промышленной безопасности.**

**Книга 2. Расчетно-пояснительная записка**

**{{ project\_shifr }}-ДПБ2**

**Том {{ tom\_shifr }}**

Заказчик проекта – {{ company\_name }}

**«{{ project\_name }}»**

**ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ**

**Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных**

**федеральными законами.**

**Часть 1. Декларация промышленной безопасности.**

**Книга 2. Расчетно-пояснительная записка**

**{{ project\_shifr }}-ДПБ2**

**Том {{ tom\_shifr }}**

**Директор К.М. Кузнецов**

**Главный инженер проекта Д.В. Смекалин**

ПРИЛОЖЕНИЕ № 1

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к ДЕКЛАРАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

в составе проектной документации

**«{{ project\_name }}»**

**Организация разработчик:** ООО «НПФ «ГСК»

**Адрес организации разработчика:** Российская Федерация, 420039, РТ, г. Казань, ул. Декабристов, д.184, оф.1

СОДЕРЖАНИЕ ТОМА

| Обозначение | Наименование | Примечание |
| --- | --- | --- |
| {{ project\_shifr }}-ДПБ2.С | Содержание тома | 1 |
| {{ project\_shifr }}-СП | Состав проектной документации | 1 |
| {{ project\_shifr }}-ДПБ2.Р | Разработчики материалов тома | 1 |
| {{ project\_shifr }}-ДПБ2.ТЧ | Текстовая часть | 85 |

Документ {{ project\_shifr }}-СП «Состав проектной документации» представлен отдельным томом.

Разработчики материалов тома

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование раздела | Отдел,  должность | Фамилия И.О. | Подпись | Дата |
| Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных  федеральными законами.  Часть 1. Декларация промышленной безопасности.  Книга 2. Расчетно-пояснительная записка | ГИП | Смекалин Д.В. |  |  |
| Главный специалист | Кузнецова Э. Э. |  |  |

Оглавление

[РАЗДЕЛ 1. СВЕДЕНИЯ О ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ 9](#_Toc67660217)

[1.1 Сведения об опасных веществах 9](#_Toc67660218)

[1.2 Данные о технологии и оборудовании 13](#_Toc67660219)

[1.2.1 Принципиальная технологическая схема с обозначением основного технологического оборудования, указанием направлений потоков опасных веществ и отсекающей арматуры и кратким описанием технологического процесса 13](#_Toc67660220)

[1.2.2 План размещения основного технологического оборудования, в котором обращаются опасные вещества 14](#_Toc67660221)

[1.2.3 Перечень основного технологического оборудования, в котором обращаются опасные вещества 17](#_Toc67660222)

[1.2.4 Данные о распределении опасных веществ по оборудованию 19](#_Toc67660223)

[1.3 Описание технических решений по обеспечению безопасности на составляющих декларируемого объекта 20](#_Toc67660224)

[1.3.1 Описание решений, направленных на исключение разгерметизации оборудования и предупреждение аварийных выбросов опасных веществ 20](#_Toc67660225)

[1.3.2 Описание решений, направленных на предупреждение развития аварий и локализацию выбросов опасных веществ 20](#_Toc67660226)

[1.3.3 Описание решений, направленных на обеспечение взрывопожаробезопасности и химической безопасности 21](#_Toc67660227)

[1.3.4 Описание систем автоматического регулирования, блокировок, сигнализации и других средств обеспечения безопасности 23](#_Toc67660228)

[РАЗДЕЛ 2. АНАЛИЗ РИСКА АВАРИИ 24](#_Toc67660229)

[2.1 Анализ аварий на декларируемом объекте 24](#_Toc67660230)

[2.1.1 Перечень аварий и обобщенные данные об инцидентах, произошедших на декларируемом объекте (для действующих объектов) 24](#_Toc67660231)

[2.1.2 Перечень наиболее опасных по последствиям аварий, произошедших на других аналогичных объектах, или аварий, связанных с опасными веществами 24](#_Toc67660232)

[2.1.3 Анализ основных причин произошедших аварий на декларируемом объекте 36](#_Toc67660233)

[2.2 Анализ условий возникновения и развития аварий на декларируемом объекте 39](#_Toc67660234)

[2.2.1 Определение возможных причин возникновения аварии на декларируемом объекте и факторов, способствующих возникновению и развитию аварий на декларируемом объекте 39](#_Toc67660235)

[2.2.2 Определение сценариев аварий на декларируемом объекте для опасных веществ 42](#_Toc67660236)

[2.2.3 Обоснование применяемых физико-математических моделей и методов расчета с оценкой влияния исходных данных на результаты анализа риска аварии 49](#_Toc67660237)

[2.2.4 Оценка количества опасных веществ, участвующих в аварии и в создании поражающих факторов 53](#_Toc67660238)

[2.2.5 Расчет вероятных зон действия поражающих факторов 60](#_Toc67660239)

[2.2.6 Оценка возможного числа потерпевших, в том числе погибших, среди работников декларируемого объекта и иных физических лиц, которым может быть причинен вред здоровью или жизни в результате аварии на декларируемом объекте 66](#_Toc67660240)

[2.2.6.1. Оценка возможного числа пострадавших в результате воздействия теплового излучения 66](#_Toc67660241)

[2.2.6.2. Оценка возможного числа пострадавших в результате воздействия ударной волны избыточного давления 67](#_Toc67660242)

[2.2.7 Оценка возможного ущерба имуществу юридическим и физическим лицам и вреда окружающей среде 70](#_Toc67660243)

[2.3 Оценка риска аварий, включающая данные о вероятности аварий, показателях риска причинения вреда работникам декларируемого объекта и физическим лицам, ущерба имуществу юридическим и физическим лицам и вреда окружающей среде (по составляющим объекта) 76](#_Toc67660244)

[РАЗДЕЛ 3. ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ 81](#_Toc67660245)

[3.1 Перечень составляющих декларируемого объекта с указанием показателей риска для работников и иных юридических и физических лиц 81](#_Toc67660246)

[3.2 Сравнительный анализ рассчитанных показателей аварии на декларируемом объекте со среднестатистическими показателями риска аварий, риска гибели людей по неестественным причинам (пожары, дорожно-транспортные происшествия), риска чрезвычайных ситуаций техногенного характера и (или) критериями приемлемого (допустимого) риска 83](#_Toc67660247)

[3.3 Предложения по внедрению мер, направленных на уменьшение риска аварий 83](#_Toc67660248)

[РАЗДЕЛ 4. СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ 85](#_Toc67660249)

[4.1 Перечень нормативно-правовых документов, регулирующих требования промышленной безопасности на декларируемом объекте 85](#_Toc67660250)

[4.2 Перечень литературных источников 86](#_Toc67660251)

[4.3 Перечень документации организации, используемой при разработке расчетно-пояснительной записки 87](#_Toc67660252)

# СВЕДЕНИЯ О ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ

# Сведения об опасных веществах

В соответствии с СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания", пары нефти относятся к веществам 3 класса опасности. На объекте обращаются опасные вещества, характеристика которых представлена в таблицах ниже (Таблица 1, Таблица 2).

Таблица 1- Характеристика опасного вещества – нефть

| №№  п/п | Наименование  параметра | Параметр | Источник информации |
| --- | --- | --- | --- |
| 1.  1.1.  1.2. | Название вещества  химическое  торговое | нефть  нефть | 1. Вредные вещества в промышленности. Справочник. Химия, Л., в трех томах, под ред.  Н.В. Лазарева.  2. Проектная документация |
| 2.  2.1.  2.2. | Формула  эмпирическая  структурная | –  Сn Нm |
| 3. | Состав, основной продукт (нефть) |  |
| 3.1. | обводненность (вода), % | {{ water\_cut }} |
| 3.2 | Содержание, % масс. |  |
|  | Серы | {{ sulfur }} |
|  | Смол силикагелевых | {{ resins }} |
|  | Асфальтенов | {{ asphalt }} |
|  | Парафинов | {{ paraffin }} |
| 4. | Общие данные |  | 1. Вредные вещества в промышленности. Справочник. Химия, Л., в трех томах, под ред.  Н.В. Лазарева.  2. Проектная документация |
| 4.1. | молекулярный вес, г/моль | 234,2 |
| 4.2. | температура начала кипения, 0С (при давлении 101 кПа) | 64 |
| 4.3. | плотность при 20 0С,  кг/м3 | {{ density }} |
| 4.4. | Вязкость, МПа\*с | {{ viscosity }} |
| 5. | Данные о взрыво-опасности |  |
| 5.1. | температура вспышки 0С | минус 28 |
| 5.2. | температура самовоспламенения 0С | 300 |
| 5.3. | пределы взрываемости, % (об.) | 2,9 ÷ 15 |
| 6. | Данные о токсической опасности | III класс опасности  (CAS 8002-05-9,  нефть сырая) | 1. СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания".  2. ГОСТ Р 51858-2002. Нефть. Общие технические условия. |
| 6.1. | ПДК в воздухе рабочей зоны, мг/м3: |  |
| при перекачке | 10 |
| при хранении | 300 |
| 7. | Реакционная способность | окисление |
| 8. | Запах | углеводорода, сероводорода | Справочник нефтепереработчика под ред. Ластовкина Г.А., Радченко Е.Д., Рудина М.Г.: Л., Химия, 1986 г. |
| 9. | Коррозионное воздействие | среднеагрессивное | Туфанов Д.Г. Коррозионная стойкость нержавеющих сталей. Справочник: М., Металлургия, 1982 г. |
| 10. | Меры предосторожности | 1. Исключить попадание на кожу рук и лица.  2. Оснащение рабочих мест средствами безопасности, приборами контроля загазованности.  3. Использование СИЗ. | Вредные вещества в промышленности. Справочник. Химия, Л., в трех томах, под ред.  Н.В. Лазарева. |
| 11. | Информация о воздействии на людей | Наркотическое действие, острые катары верхних дыхательных путей | Вредные вещества в промышленности. Справочник. Химия, Л., в трех томах, под ред.  Н.В. Лазарева. |
| 12. | Средства защиты | Спецодежда тип А, тип Б.  Спецобувь с защитными свойствами Нм, Нс.  Фильтрующий противогаз с коробкой марки «А», «В».  Шланговые – ПШ-1,  ПШ-2. | 1. Справочник нефтепереработчика под ред. Ластовкина Г.А., Радченко Е.Д., Рудина М.Г.: Л., Химия, 1986 г.  2. ГОСТ 12.4.111-82 и  ГОСТ 12.4.112-82.  3. ГОСТ 12.4.137-84 |
| 13. | Методы перевода вещества в безвредное состояние | Сбор и утилизация | Вредные вещества в промышленности. Справочник. Химия, Л., в трех томах, под ред.  Н.В. Лазарева. |
| 14. | Меры первой помощи пострадавшим от воздействия вещества | 1. Вывести пострадавшего из загазованной зоны на свежий воздух, удобно уложить.  2. Освободить от стесняющей одежды.  3. Покой, тепло, чай, успокаивающие средства.  4. В тяжелых случаях искусственное дыхание методами «рот в рот», и «рот в нос».  5. Вызвать скорую мед. помощь. | Вредные вещества в промышленности. Справочник. Химия, Л., в трех томах, под ред.  Н.В. Лазарева. |

Таблица 2- Характеристика опасного вещества – нефтяной газ

| №№  п/п | Наименование  параметра | Параметр | Источник информации |
| --- | --- | --- | --- |
| 1.  1.1.  1.2. | Название вещества:  химическое  торговое | Нефтяной газ  – | 1. Вредные вещества в промышленности. Справочник. Химия, Л., в трех томах, под ред. Н.В. Лазарева.  2. Проектная документация |
| 2.  2.1.  2.2. | Формула  Эмпирическая  Структурная | Сn Нm  – |
| 3. | Примеси, % моль |  |
|  | H2S | {{ hydrogen\_sulfide }} |
| 4. | Общие данные |  |
| 4.1. | плотность при 20 0С, кг/м3 | {{ density\_gas }} |
| 5. | Данные о взрыво-опасности |  |
| 5.1. | пределы взрываемости, % (об.) | 2,9 ÷ 15 |
| 6. | Данные о токсической опасности |  | 1. СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания".  2. ГОСТ Р 51858-2002. Нефть. Общие технические условия (п.6.2) |
| 6.1. | ПДК в воздухе рабочей зоны, мг/м3 | 10 (ПДК по H2S) |
| 7. | Реакционная способность | Взаимодействует с сильными окислителми с опасностью возникновения пожара и взрыва | Вредные вещества в промышленности. Справочник. Химия, Л., в трех томах, под ред.  Н.В. Лазарева. |
| 8. | Запах | углеводорода, сероводорода | Справочник нефтепереработчика под ред. Ластовкина Г.А., Радченко Е.Д., Рудина М.Г.: Л., Химия, 1986 г. |
| 9. | Коррозионное воздействие | Некоррозионноактивный | Туфанов Д.Г. Коррозионная стойкость нержавеющих сталей. Справочник: М., Металлургия, 1982 г. |
| 10. | Меры предосторожности | 1. Оснащение рабочих мест средствами безопасности, приборами контроля загазованности.  2. Использование СИЗ. | Вредные вещества в промышленности. Справочник. Химия, Л., в трех томах, под ред.  Н.В. Лазарева. |
| 11. | Информация о воздействии на людей | Наркотическое действие, острые катары верхних дыхательных путей | Вредные вещества в промышленности. Справочник. Химия, Л., в трех томах, под ред.  Н.В. Лазарева. |
| 12. | Средства защиты | Спецодежда тип А, тип Б.  Спецобувь с защитными свойствами Нм, Нс.  Фильтрующий противогаз с коробкой марки «А», «В».  Шланговые – ПШ-1,  ПШ-2 | 1. Справочник нефтепереработчика под ред. Ластовкина Г.А., Радченко Е.Д., Рудина М.Г.: Л., Химия, 1986 г.  2. ГОСТ 12.4.111-82 и  ГОСТ 12.4.112-82.  3. ГОСТ 12.4.137-84 |
| 13. | Методы перевода вещества в безвредное состояние | Рассеивание в атмосфере, сжигание на свечу, приточно- вытяжная вентиляция | Вредные вещества в промышленности. Справочник. Химия, Л., в трех томах, под ред.  Н.В. Лазарева. |
| 14. | Меры первой помощи пострадавшим от воздействия вещества | 1. Вывести пострадавшего из загазованной зоны на свежий воздух, удобно уложить;  2. Освободить от стесняющей одежды;  3. При нарушении дыхания - кислотрод  4. При отсутствии дыхания – немедленно начать делать искусственное дыхание «изо рта в рот» до прибытия врача  5. Госпитализация | Вредные вещества в промышленности. Справочник. Химия, Л., в трех томах, под ред.  Н.В. Лазарева. |

# Данные о технологии и оборудовании

# Принципиальная технологическая схема с обозначением основного технологического оборудования, указанием направлений потоков опасных веществ и отсекающей арматуры и кратким описанием технологического процесса

{{ project\_description }}

Принципиальная технологическая схема представлена на рисунке ниже (Рисунок 1).

# План размещения основного технологического оборудования, в котором обращаются опасные вещества

На рисунке ниже (Рисунок 2) представлен план размещения оборудования на местности.

Рисунок 1 – Принципиальная технологическая схема транспорта нефти

Рисунок 2 - План размещения оборудования

# Перечень основного технологического оборудования, в котором обращаются опасные вещества

В таблице ниже (Таблица 3) представлен перечень основного технологического оборудования, в котором обращаются опасные вещества.

Таблица 3 – Перечень основного технологического оборудования, в котором обращаются опасные вещества

| № поз. по техн. схеме | Наименование оборудования, материал | Расположение | Кол-во, шт. | Назначение | Техническая характеристика |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| {%tr for item in equp\_table %} | | | | | |
| {{ item.pozition }} | {{ item.name\_equp }} | {{ item.location }} | {{ item.number }} | {{ item.appointment }} | {{ item.characteristic }} |
| {%tr endfor %} | | | | | |

# Данные о распределении опасных веществ по оборудованию

Данные о распределении опасных веществ по оборудованию представлены ниже (Таблица 4).

Таблица 4 – Данные о распределении опасных веществ по оборудованию (проектируемое оборудование)

| Технологический блок, оборудование | | | Количество опасного вещества, т | | Физические условия содержания опасного вещества | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование составляющей | Наименование оборудования, № по схеме, (опасное вещество) | Кол-во единиц | В единице оборудования | В блоке | Агрегатное состояние | Давление, МПа | Температура, 0С |
| {%tr for item in mass\_sub\_table %} | | | | | | | |
| {{ item.component }} | {{ item.pozition\_with\_sub }} | {{ item.lenght\_or\_num }} | {{ item.quantity }} | {{ item.quantity }} | {{ item.state }} | {{ item.pressure }} | {{ item.temperature }} |
| {%tr endfor %} | | | | | | | |

Итого: нефти на проектируемом объекте {{ sum\_sub }} т.

# Описание технических решений по обеспечению безопасности на составляющих декларируемого объекта

# Описание решений, направленных на исключение разгерметизации оборудования и предупреждение аварийных выбросов опасных веществ

* 1. предварительное испытание оборудования перед монтажом;
  2. применение сварных соединений, строгое соблюдение режимов сварки и 100% контроль сварных стыков неразрушающими методами;
  3. своевременное устранение выявленных дефектов;
  4. вырезка дефектных участков оборудования и трубопроводов;
  5. наличие необходимого количества запорной арматуры;
  6. защита подземных коммуникаций от коррозии;
  7. применение материалов и оборудования, прошедших сертификацию;
  8. обслуживание оборудования и трубопроводов персоналом, обученным и допущенным к работе;
  9. обучение, инструктаж и подготовка обслуживающего персонала;
  10. периодическая проверка знаний обслуживающего персонала;
  11. проверка приборов контроля.

# Описание решений, направленных на предупреждение развития аварий и локализацию выбросов опасных веществ

В качестве решений по предупреждению развития аварий и локализации выбросов опасных веществ на объектах можно выделить следующие:

1. По условиям безопасного отсечения потоков:

- регулирование и мониторинг давления в трубопроводах;

- наличие необходимой запорной арматуры.

2. По условиям аварийного освобождения технологического оборудования:

- наличие обвалований и отбортовки для недопущения аварийного растекания опасного вещества.

3. По условиям ограничения, локализации и дальнейшей утилизации опасных веществ:

- разработка плана по предупреждению и ликвидации разливов нефти;

- периодическое проведение противоаварийных тренировок персонала;

- регулярное наблюдение обслуживающим персоналом за состоянием оборудования;

- создание и содержание в сохранности запаса материальных средств для ликвидации возможных аварий;

- наличие ремонтной службы.

# Описание решений, направленных на обеспечение взрывопожаробезопасности и химической безопасности

Обращающееся на составляющих декларируемого объекта, которое при аварийной разгерметизации технологического оборудования, испаряясь, может создавать с кислородом воздуха взрывоопасные парогазовоздушные смеси, что требует принятия определенных инженерных решений для обеспечения взрывопожаробезопасности объекта.

Пожарная безопасность на составляющих декларируемого объекта обеспечивается комплексом организационно-технических мероприятий, направленных на исключение возможности возникновения пожара, предотвращения воздействия на людей опасных факторов пожара и ограничения материального ущерба от него, для чего на существующем оборудовании и в проектной документации реализуются следующие мероприятия:

1. определение категорий производственных зданий, помещений, наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности, а также классы взрывоопасных и пожароопасных зон и соответственно им определены степени защиты, применяемого электрооборудования;
2. преимущественное размещение технологического оборудования на открытых площадках;
3. полная герметизация технологического оборудования и обвязочных трубопроводов;
4. для технологического процесса определяется совокупность критических значений параметров; допустимый диапазон изменения параметров устанавливается с учетом характеристик технологического процесса;
5. при пуске в работу или остановке оборудования (участков технологических трубопроводов) предусматриваются специальные меры, предотвращающие образование в системе взрывоопасных смесей;
6. технологический процесс не проводится при критических значениях параметров;
7. соответствие зданий и сооружений по степени огнестойкости требованиям нормативно-технической документации (НТД);
8. запрещен обогрев открытым пламенем, промерзших в сильные морозы частей технологического оборудования;
9. выкашивание травы и удаление мелких кустарников;
10. свободное открывание дверей на эвакуационных путях в направлении выхода из здания;
11. оснащение участков предприятия первичными средствами пожаротушения;
12. защита зданий и сооружений от прямого удара молнии и вторичных ее проявлений стержневыми молниеотводами в соответствии с «Инструкцией по устройству молниезащиты зданий и сооружений»;
13. для защиты от разрядов статического электричества, подсоединение всего технологического оборудования к заземляющим устройствам;
14. выполнение необходимых требований по содержанию территории, в том числе по беспрепятственному подъезду;
15. обеспечение обслуживающего персонала спецодеждой (тип А, тип Б по ГОСТ 12.4.111-82 и ГОСТ 12.4.112-82) и спецобувью с защитными свойствами Нм, Нс (по ГОСТ 12.4.137-84);
16. составление перечня газоопасных мест;
17. ограничение скорости движения автотракторной техники по территории объекта;
18. оборудование выхлопных труб двигателей внутреннего сгорания глушителями – искрогасителями, с соблюдением требований противопожарных норм;
19. разработка «Инструкции по предупреждению и ликвидации пожара на производственных участках».

# Описание систем автоматического регулирования, блокировок, сигнализации и других средств обеспечения безопасности

{{ automation }}

# АНАЛИЗ РИСКА АВАРИИ

# Анализ аварий на декларируемом объекте

# Перечень аварий и обобщенные данные об инцидентах, произошедших на декларируемом объекте (для действующих объектов)

На декларируемом объекте аварий, связанных с выбросом опасных веществ не происходили.

# Перечень наиболее опасных по последствиям аварий, произошедших на других аналогичных объектах, или аварий, связанных с опасными веществами

Перечень аварий и неполадок, имевших место на других аналогичных объектах, приведен ниже(Таблица 5).

Таблица 5 – Примеры аварий и неполадок, имевших место на аналогичных объектах или аварий, связанных с обращающимися опасными веществами

| № | Дата и место аварии | Вид аварии (неполадки) | Описание аварии и основные причины | Масштабы развития аварии, максимальные зоны действия поражающих факторов | Число пострадавших, ущерб |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| {%tr for item in oil\_pipeline\_table %} | | | | | |
| {{ item.num }} | {{ item.place }} | {{ item.event }} | {{ item.implication }} | {{ item.damage }} | {{ item.men }} |
| {%tr endfor %} | | | | | |

# Анализ основных причин произошедших аварий на декларируемом объекте

В основу анализа положены как примеры аварий и неполадок, приведенные в подразделе 2.1.2 расчетно-пояснительной записки (РПЗ), так и статистические данные по отказам отдельных видов оборудования и их элементов в промышленности.

Анализ статистических данных по авариям для промышленных объектов РФ показывает, что на предприятиях (технологическом оборудовании), аналогичных декларируемому, аварии происходят, главным образом, по причинам механического разрушения технологического оборудования из-за качества выполнения строительно-монтажных работ (дефекты сварного шва, концентраций напряжений в зоне упорного уголка и др.), а так же негативного воздействия природных факторов (низкие температуры) и коррозионным воздействием обращающегося опасного вещества. Кроме того, самые опасные аварии с травмированием или гибелью персонала происходят, главным образом, из-за несоблюдения правил техники безопасности работниками и отсутствием должного контроля со стороны руководителей работ всех уровней.

Технологическое оборудование представляет потенциальную опасность. Авария или аварийная ситуация может возникнуть, как при непреднамеренной разгерметизации емкостей и аппаратов с последующим выделением горючей жидкости в окружающее пространство, так и при вскрытии указанного технологического оборудования для подготовки к ремонтным и технологическим работам. Источниками воспламенения могут стать: открытый огонь при производстве огневых работ, искровой разряд статического электричества, удар молнии, а так же пирофорные отложения, способные к самовозгоранию в присутствии кислорода воздуха при обычной температуре. Пирофорные соединения (сульфиды железа FeS, Fe2S3) образуются в емкостях, аппаратуре и сооружениях различных производств, где присутствуют примеси сероводорода.

Динамика аварийности и производственного травматизма на объектах нефтегазодобычи 2007-2017 гг. представлена на рисунке ниже.



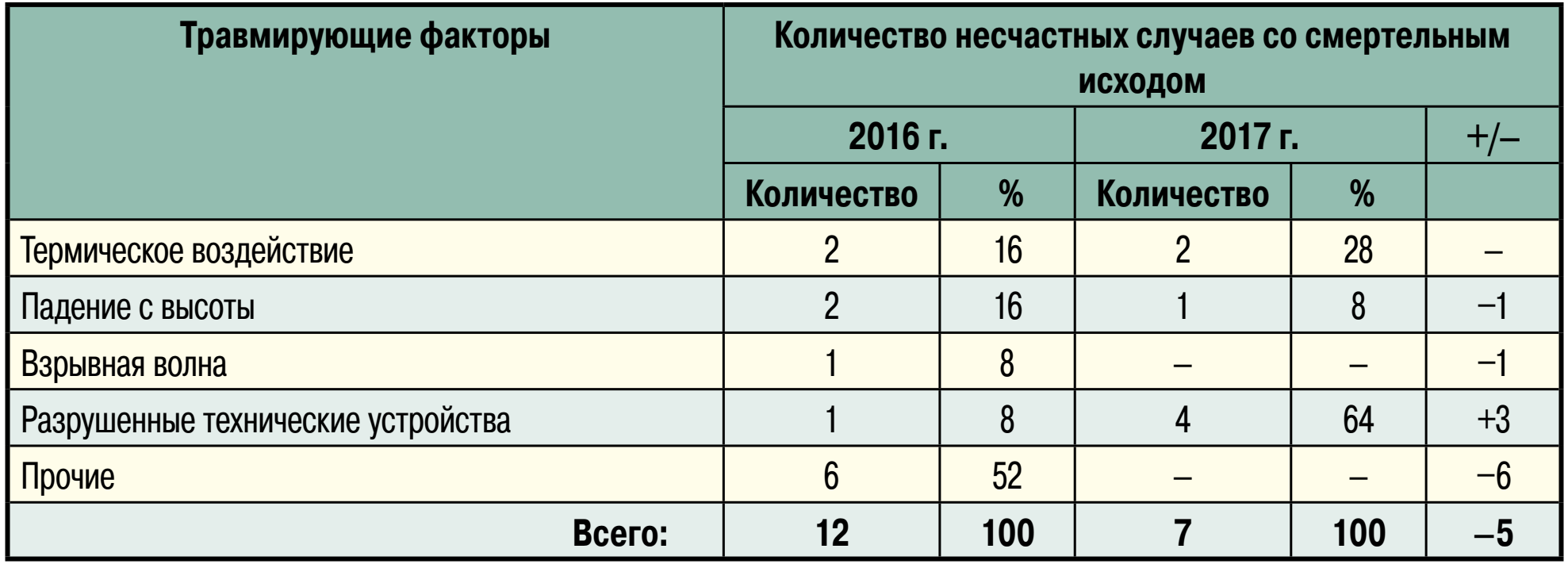


Рисунок 3 – Динамика аварийности и производственного травматизма на объектах нефтегазодобычи с расшифровкой основных травмирующих факторов.

Основываясь на результатах отчета о научно-исследовательской работе «Комплексная оценка природных и техногенных рисков для населения, выполненного Всероссийским научно-исследовательским институтом по проблемам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям» (ВНИИ ГОЧС), а также анализе сведений приведенных в периодической литературе определены основные причины произошедших аварий на технологическом оборудовании.

Обобщенный анализ аварий на объектах нефтедобычи приведен в таблице ниже (Таблица 6).

Таблица 6 – Основные причины аварий на объектах нефтедобычи

| №  п/п | Причины разрушения | Относительное количество (%) |
| --- | --- | --- |
| 1 | Механические разрушения при постороннем воздействии | 16 |
| 2 | Разгерметизация в режиме промышленной эксплуатации | 20 |
| 3 | Несанкционированная врезка, монтаж оборудования | 28 |
| 4 | Коррозионное разрушение металла | 14 |
| 5 | Разрушения вследствие некачественного проведения ремонтных работ, нарушения техники безопасности, ошибочных действий персонала | 22 |

Анализ основных причин возможных аварий так же позволяет выделить следующие взаимосвязанные группы причин, характеризующиеся:

- отказами (неполадками) оборудования ~ 60% всех причин.

- ошибочными действиями персонала ~ 30%.

- внешними воздействиями природного и техногенного характера ~ 10%.

Наиболее опасные по последствиям аварии связаны с выбросом взрывопожароопасных и токсичных веществ в окружающую среду при частичном (разгерметизации) или полном разрушении оборудования, в котором обращаются опасные вещества (ОВ).

Анализ общих статистических данных по авариям на производственных объектах с выбросом опасных веществ и пожарами, показывает, что отказы по видам оборудования можно распределить следующим образом:

- технологические трубопроводы, арматура, соединения ~ 40%;

- насосное оборудование для перекачки горючих жидкостей ~ 16%;

- емкостные аппараты, теплообменники ~ 26%;

- фильтры-очистители и пр. ~ 18%.

Последствия разлива нефти без воспламенения, как правило, не существенны: зона разлива ограничена естественными препятствиями; материальный ущерб незначителен; пострадавших нет.

Аварии с возгоранием паров углеводородов реализуются при наличии источников зажигания. Источники огня, вызывающие поджигание и горение газов и паровоздушных смесей, разнообразны по природе и многочисленны, в том числе:

- открытый огонь (факел) – 23,1%;

- электрические искры от неисправного или невзрывозащищенного оборудования   
 – 9,0%;

- открытый огонь от газоэлектросварочных работ – 8,9%;

- нагретая до высокой температуры поверхность оборудования – 37,3%;

- повышение температуры при трении – 7,7%;

- самовоспламенение смесей и продуктов – 6,5%;

- прочие источники – 7,6%.

Основными поражающими факторами в случае аварий являются ударная волна, тепловое излучение пожара-вспышки (сгорание газовоздушной смеси без давления) или пожара пролива. Поражение осколками оборудования практически маловероятно.

Таким образом, обобщение и анализ данных по авариям на ОПО нефтедобычи свидетельствует о возможности взрывов и пожаров при эксплуатации аналогичных технологических систем и оборудования на декларируемом опасном производственном объекте.

# Анализ условий возникновения и развития аварий на декларируемом объекте

# Определение возможных причин возникновения аварии на декларируемом объекте и факторов, способствующих возникновению и развитию аварий на декларируемом объекте

Анализируемые объекты является объектами повышенной опасности, т.к. связаны с обращением больших объемов веществ, обладающих взрывопожароопасными и токсическими свойствами и создающих реальную угрозу возникновения источника чрезвычайных ситуаций.

Концентрация на ограниченной территории больших объемов взрыво- и пожароопасных веществ, коррозионная активность нефти, создают дополнительную опасность разгерметизации системы. Ряд технологических операций характеризуются повышенной опасностью при их проведении.

Трубопроводные системы, по которым транспортируются весьма значительные объемы опасных веществ, так же являются источником повышенной опасности из-за большого количества сварных и фланцевых соединений, запорной и регулирующей арматуры. Быстрое перекрытие технологических потоков может привести к гидравлическим ударам с последующим разрушением трубопроводов и оборудования.

Реализация энергетического потенциала опасных веществ в нежелательном и неуправляемом режиме (пожары, взрывы) по причинам техногенного и природного характера может создать комплекс поражающих факторов для людей, промышленной инфраструктуры и экологии.

Перечень основных факторов и возможных причин, способствующих возникновению и развитию аварий, приведен в разделе 2.1.3.

Выше представлен перечень аварий и неполадок, имевших место на других аналогичных объектах, и проведен их анализ, на основании которого можно составить прогноз возникновения и развития аварий с определением их возможной частоты и тяжести последствий. С высокой степенью статистически подтверждаемой достоверности можно полагать, что основными причинами возникновения и развития аварий на подобных производствах являются:

Ошибочные действия обслуживающего персонала:

• нарушение регламента при пуске, останове и нормальной эксплуатации;

• несоблюдение сроков ревизии предохранительных устройств;

• несоблюдение сроков поверки приборов КИПиА;

• несоблюдение сроков проведения диагностики оборудования;

• нарушение регламентов ремонтных, сварочных и газоопасных работ;

• несоблюдение производственных инструкций и эксплуатационных требований заводов-изготовителей оборудования.

Возможные причины возникновения аварий на линейном объекте обусловлены воздействием на оборудование (трубопроводы) следующих пяти групп факторов:

Группа 1 - внешние антропогенные воздействия;

Группа 2 - коррозия;

Группа 3 - природные воздействия;

Группа 4 - конструктивно-технологические факторы;

Группа 5 - дефекты оборудования и сварных швов.

Каждая из описанных групп характеризуется рядом составляющих, имеющих для каждого отдельно взятого участка свои специфические значения.

Так для первой группы, существенными являются: глубина заложения трубопровода; уровень антропогенной активности; опасность диверсий и врезок с целью хищения нефти.

Вторая группа факторов оценивает объективно существующие условия, способствующие интенсификации коррозии (коррозионной активности грунтов, обводненности, наличии других подземных металлических сооружений, в том числе токопроводящих) и эффективности пассивной и активной защиты от агрессивных коррозионных воздействий.

В третьей группе рассматриваются факторы влияния, связанные с природными воздействиями механического характера:

1. повреждения оборудования при деформациях грунта, происходящих в форме обвалов, оползней, селевых потоков, термокарста, пучения грунта, солифлюкции;
2. неравномерная осадка, которая более всего проявляется на наземных узлах разветвленной конфигурации, арматуре и на примыкающих к ним участках;
3. размывы связанные с переформированием русла реки, и повреждения трубопровода от гидродинамического воздействия потока.

Четвертая группа включает факторы, отражающие влияние на вероятность аварии качества основных проектных решений. Здесь оценивается точность учета всех возможных нагрузок и воздействий на трубопровод при расчете его конструкции.

В пятую группу входят три фактора, отражающие контроль (диагностику) состояния оборудования. Учитываются время, прошедшее после последней диагностики, принятые меры, количество (плотность) и опасность дефектов оборудования.

В целом выявление возможных причин возникновения и развития аварий и инцидентов на объекте основано на результатах:

1) анализа физико-химических свойств обращающихся опасных веществ;

2) анализа критического значения параметров технологических процессов;

3) анализа сведений по техническому состоянию технологического оборудования;

4) анализа условий эксплуатации технологических систем;

5) анализа сведений по имевшим место на опасных объектах авариям и инцидентам.

# Определение сценариев аварий на декларируемом объекте для опасных веществ

Концепция анализа риска заключается в построении множества сценариев возникновения и развития возможных аварий на объекте, с последующей оценкой частот реализации и определением масштабов последствий каждого из них. Из этого множества выбираются наиболее вероятные и «наихудшие» варианты, которые представляют наибольший интерес при планировании действий в условиях чрезвычайных ситуаций на опасном объекте и разработке превентивных мер по защите персонала объекта и проживающего рядом населения.

При оценке событий, способных привести к аварийной разгерметизации технологического оборудования, разработчики декларации руководствовались следующими соображениями:

- во-первых, реализация такого события должна приводить к аварийной (чрезвычайной) ситуации (разрушению технологического оборудования);

- во-вторых, это событие должно быть реальным (не противоречить законам природы), возможно, уже имевшим место в практике на аналогичных объектах.

Возникновение и развитие аварий на составляющих декларируемого объекта в общем виде можно представить следующим образом:

1. происходит нарушение герметичности системы или неконтролируемый выход нефти и ПГФ (первичное облако);
2. нефть выходит наружу, растекаясь по подстилающей поверхности;
3. в результате испарения образуется вторичное паровоздушное взрывопожароопасное облако;
4. случайный источник (открытый огонь, искрение электрооборудования, разряды статического электричества, разряды атмосферного электричества, искры механического происхождения и др.) приводит к воспламенению (взрыву, либо сгоранию без возникновения давления) паров топливно-воздушной смеси (ТВС) с последующим развитием пожара разлития;
5. воздействие на людей, здания и сооружения поражающих факторов (избыточное давление, повышенная температура, токсичные продукты горения).

Интоксикация людей парами нефти и продуктами её горения, со смертельным исходом, является маловероятным, в связи с высокими пределами по летальной концентрации, поэтому ввиду незначительного риска этих факторов подобные сценарии в дальнейшем не рассматриваются.

На распространение нефти по поверхности земли влияет рельеф местности и нефтеемкость грунта, а так же наличие обвалования. Распространение паров нефти в атмосферном воздухе в основном связано с метеоусловиями и рельефом местности в зоне аварии.

Возможность воспламенения паров нефти определяется возможностью (вероятностью) нахождения в опасной зоне источника зажигания. Такими источниками на объекте могут быть: искры при проведении ремонтных работ; неисправность защиты электрооборудования; автотранспорт; разряды молнии и т.п.

Практика показывает, что возникновение и развитие аварий (сценарий аварий), как правило, характеризуется комбинацией случайных событий, возникающих с различной частотой на различных стадиях аварии, которые схематично изображаются в виде «дерева событий». При этом вероятность каждого сценария аварии рассчитывалась путем перемножения частоты головного события на вероятность конечного.

**Общее описание сценариев аварии для декларируемого объекта**

Разрушение или частичная разгерметизация оборудования → истечение опасного вещества → распространение опасного вещества → загрязнение опасным веществом компонентов окружающей среды → возможное воспламенение опасного вещества → горение/взрыв облака и/или пролива → попадание в зону возможных поражающих факторов людей, оборудования, зданий, сооружений, коммуникаций, транспортных средств и/или объектов окружающей среды → эскалация аварии на соседние объекты → локализация и ликвидация аварии.



Рисунок 4 − «Дерево событий» при разрушении / частичной разгерметизации оборудования

Таблица 7 – Коэффициенты к «дереву событий» (Рисунок 4)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Массовый расход истечения, кг/с | | Условная вероятность мгновенного воспламенения (a) | Условная вероятность последующего воспламенения при отсутствии мгновенного воспламенения (b) | Условная вероятность сгорания с образованием избыточного давления при образовании горючего газопаровоздушного облака и его последующем воспламенении (c) |
| Диапазон | Номинальное среднее значение | | | |
| Малый (<1) | 0,5 | 0,005 | 0,005 | 0,080 |
| Средний (1 - 50) | 10 | 0,035 | 0,036 | 0,240 |
| Большой (>50) | 100 | 0,150 | 0,176 | 0,600 |
| Полный разрыв | Не определено | 0,200 | 0,240 | 0,600 |

Для целей дальнейшей идентификации сценариев возможных аварий примем следующие обозначения:

*Группы сценариев:*

* Группа сценариев С1 – разгерметизация/разрушение оборудования с последующим пожаром пролива;
* Группа сценариев С2 – разгерметизация/разрушение оборудования с последующим взрывом газовоздушной смеси;
* Группа сценариев С3 – разгерметизация/разрушение оборудования с последующим сгоранием газовоздушной смеси без образования избыточного давления;
* Группа сценариев С4 – разгерметизация/разрушение оборудования без возникновения поражающих факторов с последующей локализацией и ликвидацией.

Прим.: для частичной разгерметизации оборудования добавляется "\_1".

# Обоснование применяемых физико-математических моделей и методов расчета с оценкой влияния исходных данных на результаты анализа риска аварии

Для определения количества взрывопожароопасных веществ, участвующих в аварии с пожаром разлития, а так же термического воздействия горящего продукта использован «Метод расчета интенсивности теплового излучения при пожарах проливов ЛВЖ и ГЖ» (Приложение В) ГОСТ Р 12.3.047-2012 «Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля», Руководство по безопасности «Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей», которые позволяют рассчитать интенсивность теплового излучения, параметры волны давления на различных расстояниях от геометрического центра облака ТВС при сгорании газопаровоздушных смесей в открытом пространстве.

Указанные методики позволяют ранжировать территорию объекта по степени опасности, что в свою очередь используется для определения ущерба, который может быть причинен обслуживающему персоналу и предприятию в целом в результате аварии.

Для определения ущерба, причиненного окружающей природной среде в результате аварии, использованы: постановление Правительства РФ от 13 сентября 2016 года № 913 «О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах»; РД 03-496-02 «Методические рекомендации по оценке ущерба от аварий на опасных производственных объектах»; «Методика расчета выбросов вредных веществ в атмосферу при свободном горении нефти и нефтепродуктов»; «Методика определения ущерба окружающей природной среде при авариях на магистральных нефтепроводах», которые позволяют рассчитать количественные характеристики выброшенных в атмосферу вредных веществ и оценить ущерб от аварий на опасных производственных объектах с учетом экологической ситуации и экологической значимости региона.

Указанные методики дают основу для разработки приоритетных мероприятий по повышению уровня промышленной безопасности объектов транспортирования, хранения и распределения нефти.

Оценка риска включает в себя следующие этапы:

* сбор и обобщение информации о характеристике ОПО, с идентификацией опасностей, возникающих при его эксплуатации;
* прогноз частоты утечек опасного вещества и оценку объемов утечки и потерь нефти (технологический риск);
* оценку последствий аварийных утечек нефти для различных компонентов окружающей природной среды;
* проведение (на основе полученных оценок риска) ранжирования участков ОПО и приоритетности мер безопасности (управление риском).

Проведение расчетной оценки риска эксплуатации и последствий возможных аварий предполагает сбор, обобщение и использование исходной информации, в том числе:

* проектной документации;
* материалов инженерных изысканий;
* картографических материалов и других данных.

Прогноз частоты аварийных утечек нефти проводится с учетом факторов влияния, которые ранжированы по группам:

Группа 1 - внешние антропогенные воздействия;

Группа 2 - коррозия;

Группа 3 - природные воздействия;

Группа 4 - конструктивно-технологические факторы;

Группа 5 - дефекты оборудования и сварных швов.

Блок-схема алгоритма проведения анализа риска аварий на нефтепроводах, включающего в себя все вышеперечисленные этапы, представлена ниже (Рисунок 7).

Оценка последствий аварийных утечек нефти для различных сценариев аварий включает определение:

1. объемов разлива и потерь нефти;
2. площади загрязнения сухопутных ландшафтов различного типа (пашня, лесные угодья …) и водных объектов;
3. экологического ущерба, как суммы компенсаций за загрязнение компонентов природной среды;
4. ущерба за уничтожение и негативные последствия для животного и растительного мира.



Рисунок 5 – Блок-схема проведения оценки степени риска аварий

Для анализа риска использованы:

* статические данные по аварийности технологического оборудования, применяемого на опасных объектах;
* логические методы анализа и экспертные оценки (путем учета мнения специалистов, имеющих опыт эксплуатации опасных производственных объектов).

Таким образом, в настоящей декларации при анализе риска были использованы физико-математические модели и методы расчета, приведенные в нижеследующей документации:

|  |  |
| --- | --- |
|  | СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности»; |
|  | ГОСТ Р 12.3.047-2012 «Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля»; |
|  | РД 03-496-02 «Методические рекомендации по оценке ущерба от аварий на опасных производственных объектах»; |
|  | Руководство по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах» (Приказ от 11 апреля 2016 г. № 144) |
|  | «Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств» (утв. приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 15.12.2020 г. №533); |
|  | Руководство по безопасности «Методические рекомендации по проведению количественного анализа риска аварий на опасных производственных объектах магистральных нефтепроводов и магистральных нефтепродуктопроводов» (утв. приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 17 июня 2016 г. N 228). |
|  | Руководство по безопасности «Методика анализа риска аварий на опасных производственных объектах нефтегазодобычи», утвержденного приказом Ростехнадзора от 17.08.2015 г. № 317. |
|  | ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования»; |
|  | ГОСТ 27.310-95 «Надежность в технике. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Основные положения» (введен в действие постановлением Комитета РФ по стандартизации, метрологии и сертификации 26.06.1996 г. № 430); |
|  | Сафонов В., Одишария Г., Швыряев А. Теория и практика анализа риска в газовой промышленности. – М.: НУМЦ Минприроды России, 1996 г. |

# Оценка количества опасных веществ, участвующих в аварии и в создании поражающих факторов

Определение количества опасных веществ, участвующих в аварии, проводилось для основного технологического оборудования на основании методик, изложенных в государственных стандартах, действующих нормативных материалах и в разработках научно-исследовательских организаций нефтехимической, нефтеперерабатывающей и транспортирующей отраслей промышленности. Итоговая оценка разработки этого раздела анализа безопасности представлена двумя показателями – количеством опасного вещества, участвующего в аварии, и количеством опасного вещества, создающим поражающие факторы.

Количество опасного вещества поступающее при аварии, а так же испарившегося опасного вещества (ПГФ) с площади разлива, определялось по «Методика моделирования распространения аварийных выбросов опасных веществ» (утв. приказом Ростехнадзора №158 от 20.04.2015 г.).

Длительность испарения жидкости принимается равной времени ее полного испарения, но не более 3600 с.

Оценка количества опасных веществ, участвующих в аварии приводится в таблице ниже.

Таблица 11 – Количество опасного вещества, участвующего в аварии

| Сценарий аварии | Оборудование | Частота сценария, 1/год | Основной поражающий фактор, последствия | Количество опасного вещества, кг | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| участвующего в аварии | участвующего в создании поражающих факторов |
| {%tr for item in mass\_crash\_table %} | | | | | |
| {{ item.scenario }} | {{ item.name\_equp }} | {{ item.frequency }} | {{ item.effect }} | {{ item.sub\_mass\_all }} | {{ item.sub\_mass\_part }} |
| {%tr endfor %} | | | | | |
| {%tr for item in mass\_crash\_table\_part %} | | | | | |
| {{ item.scenario\_part }} | {{ item.name\_equp\_part }} | {{ item.frequency\_part }} | {{ item.effect\_part }} | {{ item.sub\_mass\_all\_part }} | {{ item.sub\_mass\_part\_part }} |
| {%tr endfor %} | | | | | |

В соответствии с «Порядком оформления декларации промышленной безопасности опасных производственных объектов и перечне включаемых в нее сведений», утвержденным приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 16.10.2020 г. № 414 с целью сравнения и полноты оценки опасности, к рассмотрению приняты сценарии, описанные в п. 2.2.2, среди всего разнообразия которых:

– наиболее вероятный – {{ most\_possible }}

– наиболее опасный (масштабный) – {{ most\_dangerous }}

При этом в качестве поражающих факторов могут выступать:

– тепловое излучение;

– избыточное давление взрыва и импульс фазы сжатия.

# Расчет вероятных зон действия поражающих факторов

* + - 1. **Расчет избыточного давления**

Расчет радиусов зон поражения проводится в соответствии с Руководство по безопасности «Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей». (утверждена приказом Ростехнадзора №137 от 31.03.2016).

Методика предназначена для количественной оценки параметров воздушных ударных волн при взрывах топливно-воздушных смесей, образующихся в атмосфере при промышленных авариях. При рассмотрении предполагается частичная разгерметизация или полное разрушение оборудования, содержащего горючее вещество в газообразной или жидкой фазе, выброс этого вещества в окружающую среду, образование облака ТВС, инициирование ТВС, взрывное превращение (горение или детонация) в облаке ТВС.

Методика позволяет определять вероятные степени поражения людей и степени повреждений зданий от взрывной нагрузки при авариях с взрывами топливно-воздушных смесей.

Исходными данными для расчета параметров ударных волн при взрыве облака ТВС являются:

- характеристики горючего вещества, содержащегося в облаке ТВС;

- агрегатное состояние ТВС (газовая или гетерогенная);

- средняя концентрация горючего вещества в смеси ;

-стехиометрическая концентрация горючего газа с воздухом ;

- масса горючего вещества, содержащегося в облаке, 

- удельная теплота сгорания горючего вещества ;

- информация об окружающем пространстве;

1. Определение основных параметров взрыва ТВС

1.1.Определение эффективного энергозапаса ТВС

Эффективный энергозапас горючей смеси определяется по соотношению

при 

или

 при 

При расчете параметров взрыва облака, лежащего на поверхности земли, величина эффективного энергозапаса удваивается. Для оценки объема газового облака ТВС используется соотношение:



Стехиометрическая концентрация горючего вещества в ТВС определяется из справочных данных или рассчитывается отдельно.

В случае если определение концентрации горючего вещества в смеси затруднено, в качестве величины  в соотношении (5) принимается концентрация, соответствующая нижнему концентрационному пределу воспламенения горючего газа.

1.2. Определение ожидаемого режима взрывного превращения

Классификация горючих веществ по степени чувствительности

ТВС, способные к образованию горючих смесей с воздухом, по своим взрывоопасным свойствам разделены на четыре класса: особо чувствительные вещества, чувствительные вещества, среднечувствительные вещества, слабочувствительные вещества

Классификация окружающей территории

В связи с тем, что характер окружающего пространства в значительной степени определяет скорость взрывного превращения облака ТВС и, следовательно, параметры ударной волны, геометрические характеристики окружающего пространства разделены на виды в соответствии со степенью его загроможденности.

Вид 1. Наличие длинных труб, полостей, каверн, заполненных горючей смесью.

Вид 2. Сильно загроможденное пространство: наличие полузамкнутых объемов, высокая плотность размещения технологического оборудования, лес, большое количество повторяющихся препятствий.

Вид 3. Средне загроможденное пространство: отдельно стоящие технологические установки, резервуарный парк.

Вид 4. Слабо загроможденное и свободное пространство.

Классификация ожидаемого режима взрывного превращения

Известны два основных режима протекания быстропротекающих процессов - детонация и дефлаграция. Для оценки параметров действия взрыва возможные режимы взрывного превращения ТВС разбиты на шесть диапазонов по скоростям их распространения, причем пять из них приходятся на процессы дефлаграционного горения ТВС, поскольку характеристики процесса горения со скоростями фронта меньшими 500 м/с имеют существенные качественные различия.

Ожидаемый диапазон скорости взрывного превращения определяется в зависимости от класса горючего вещества и вида окружающего пространства.

Ниже приводится разбиение режимов взрывного превращения ТВС по диапазонам скоростей.

Диапазон 1. Детонация или горение со скоростью фронта пламени 500 м/с и больше.

Диапазон 2. Дефлаграция, скорость фронта пламени 300-500 м/с.

Диапазон 3. Дефлаграция, скорость фронта пламени 200-300 м/с.

Диапазон 4. Дефлаграция, скорость фронта пламени 150-200 м/с.

Диапазон 5. Дефлаграция, скорость фронта пламени определяется соотношением :

,

где  - константа, равная 43.

Диапазон 6. Дефлаграция, скорость фронта пламени определяется соотношением :

,

где  - константа, равная 26.

Оценка агрегатного состояния ТВС

Для дальнейших расчетов производится оценка агрегатное состояние топлива смеси. Предполагается, что смесь гетерогенная, если более 50% топлива содержится в облаке в виде капель, в противном случае ТВС считается газовой. Провести такие оценки можно исходя из величины давления насыщенных паров топлива при данной температуре и времени формирования облака. Для летучих веществ, таких, как пропан при температуре +20 °С, смесь можно считать газовой, а для веществ с низким давлением насыщенного пара (распыл дизтоплива при +20 °С) расчеты проводятся в предположении гетерогенной топливно-воздушной смеси.

Расчет максимального избыточного давления и импульса фазы сжатия воздушных ударных волн

После определения вероятного режима взрывного превращения, рассчитываются основные параметры воздушных ударных волн (избыточное давление  и импульс волны давления ) в зависимости от расстояния до центра облака.

Детонация газовых и гетерогенных ТВС

Для вычисления параметров воздушной ударной волны на заданном расстоянии  от центра облака при детонации облака ТВС предварительно рассчитывается соответствующее безразмерное расстояние по соотношению:

.

Далее рассчитываются безразмерное давление  и безразмерный импульс фазы сжатия .

В случае детонации облака газовой ТВС расчет производится по следующим формулам:

;

.

В случае детонации облака гетерогенной ТВС расчет производится по следующим формулам:

;



Дефлаграция газовых и гетерогенных ТВС

В случае дефлаграционного взрывного превращения облака ТВС к параметрам, влияющим на величины избыточного давления и импульса положительной фазы, добавляются скорость видимого фронта пламени () и степень расширения продуктов сгорания (). Для газовых смесей принимается =7, для гетерогенных - =4. Для расчета параметров ударной волны при дефлаграции гетерогенных облаков величина эффективного энергозапаса смеси домножается на коэффициент .

Безразмерные давление  и импульс фазы сжатия  определяются по соотношениям:

;



Последние два выражения справедливы для значений , больших величины , в противном случае вместо  в соотношения и подставляется величина .

.

После определения безразмерных величин давления и импульса фазы сжатия вычисляются соответствующие им размерные величины :

;

.

- скорость звука в воздухе, м/с;

 -атмосферное давление, Па;

Оценка радиусов зон поражения.

Для определения радиусов зон поражения проводится решение уравнения:



причем константы  зависят от характера зоны поражения и определяются из таблицы Руководства, а функции  и  находятся по соотношениям.

Таблица 12 – Классификация зон разрушения

|  |  |
| --- | --- |
| Класс зоны разрушения | ΔР, кПа |
| Полное разрушение зданий | 100 |
| 50%-ное разрушение зданий | 53 |
| Средние повреждения зданий | 28 |
| Умеренные повреждения зданий (повреждение перегородок, рам, дверей) | 12 |
| Нижний порог повреждения человека волной давления | 5 |
| Малые повреждения (разбита часть остекления) | 3 |

* + - 1. **Расчет интенсивности теплового излучения**

Интенсивность теплового излучения , кВт/м, рассчитывают по формуле



где  - среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени, кВт/м;

 - угловой коэффициент облученности;

 - коэффициент пропускания атмосферы.

При отсутствии данных для нефти и нефтепродуктов допускается величину ( кВт/м2) определять по формуле:



Рассчитывают эффективный диаметр пролива , м, по формуле



где  - площадь пролива, м.

Рассчитывают высоту пламени , м, по формуле



где  - удельная массовая скорость выгорания топлива, кг/(м·с);

 - плотность окружающего воздуха, кг/м;

- ускорение свободного падения, равное 9,81 м/с.



При отсутствии данных для однокомпонентных жидкостей допускается величину m (кг/( м2·с)) определять по формуле:



где:

 - удельная теплота испарения жидкости, кДж/кг;

 - удельная теплоемкость жидкости, ;

 - температура кипения жидкости при атмосферном давлении, К;

 - температура окружающей среды, К.

Определяют угловой коэффициент облученности  по формуле







где,

















где:

X - расстояние от геометрического центра пролива до облучаемого объекта, м;

d - эффективный диаметр пролива, м;

L - длина пламени, м;

 - угол отклонения пламени от вертикали под действием ветра.

Определяют коэффициент пропускания атмосферы  по формуле



Таблица 13 - Предельно допустимая интенсивность теплового излучения пожаров приливов ЛВЖ и ГЖ

| Степень поражения | Интенсивность теплового излучения, кВт/м2 |
| --- | --- |
| 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 |
| Без негативных последствий в течение длительного времени | 1,4 |
| Безопасно для человека в брезентовой одежде | 4,2 |

* + - 1. **Расчет пожара-вспышки**

В случае образования паровоздушной смеси в незагроможденном технологическим оборудованием пространстве и его зажигании относительно слабым источником (например, искрой) сгорание этой смеси происходит, как правило, с небольшими видимыми скоростями пламени. При этом амплитуды волны давления малы и могут не приниматься во внимание при оценке поражающего воздействия. В этом случае реализуется так называемый пожар-вспышка, при котором зона поражения высокотемпературными продуктами сгорания паровоздушной смеси практически совпадает с максимальным размером облака продуктов сгорания (т.е. поражаются в основном объекты, попадающие в это облако). Радиус воздействия высокотемпературных продуктов сгорания паровоздушного облака при пожаре-вспышке  определяется формулой:

,

где:  - горизонтальный размер взрывоопасной зоны.

# Оценка возможного числа потерпевших, в том числе погибших, среди работников декларируемого объекта и иных физических лиц, которым может быть причинен вред здоровью или жизни в результате аварии на декларируемом объекте

# Оценка возможного числа пострадавших в результате воздействия теплового излучения

В качестве вероятного критерия оценки поражения тепловым излучением использовано понятие «пробит-функции». Для оценки степени поражения персонала тепловым излучением использована следующая формула :

Рr = -14,9 + 2,56 ln (t·q4/3),

где: Рr – «пробит-функция»;

q – интенсивность теплового излучения, (кВт/м2);

Далее по величине (Рr) с помощью таблицы, приведенной в СП 12.13130-2009, определяли условную вероятность поражения человека.

Условная вероятность поражения человека, попавшего в зону непосредственного воздействия пламени, 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.

# Оценка возможного числа пострадавших в результате воздействия ударной волны избыточного давления

При ударном воздействии «пробит - функцию» (Рr ) вычисляли исходя из значений избыточного давления взрыва (ΔР) и импульса волны давления (i):

Рr =5–0,26 ln(V),

где V=(17500/ΔР)8,4+(290/i)9,3

Далее по величине (Рr) с помощью таблицы, приведенной в нормативно-технической документации, определяли условную вероятность поражения человека.

Основные результаты расчёта вероятных зон поражающих факторов приведены ниже.

Таблица 14 – Результаты расчетов для сценариев аварий на объекте (группа сценариев С2)

| № сценария | Оборудование | М | Qсг | ΔР1 | ΔР2 | ΔР3 | ΔР4 | ΔР5 | ΔР6 | D |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| {%tr for item in C2\_table\_factor %} | | | | | | | | | | |
| {{ item.scenario\_C2 }} | {{ item.name\_equp }} | {{ item.sub\_mass\_C2 }} | {{ item.heat\_C2 }} | {{ item.dp\_100}} | {{ item.dp\_53}} | {{ item.dp\_28}} | {{ item.dp\_12}} | {{ item.dp\_5}} | {{ item.dp\_3}} | {{ item.people\_C2 }} |
| {%tr endfor %} | | | | | | | | | | |
| {%tr for item in C2\_table\_factor\_part %} | | | | | | | | | | |
| {{ item.scenario\_C2 }} | {{ item.name\_equp }} | {{ item.sub\_mass\_C2 }} | {{ item.heat\_C2 }} | {{ item.dp\_100}} | {{ item.dp\_53}} | {{ item.dp\_28}} | {{ item.dp\_12}} | {{ item.dp\_5}} | {{ item.dp\_3}} | {{ item.people\_C2 }} |
| {%tr endfor %} | | | | | | | | | | |

М - количество опасного вещества, участвующего в создании поражающих факторов, кг

Qсг - теплота сгорания, кДж/кг

ΔР1 – избыточное давление во фронте ударной волны 100 кПа

ΔР2 – избыточное давление во фронте ударной волны 53 кПа

ΔР3 – избыточное давление во фронте ударной волны 28 кПа

ΔР4 – избыточное давление во фронте ударной волны 12 кПа

ΔР5 – избыточное давление во фронте ударной волны 5 кПа

ΔР6 – избыточное давление во фронте ударной волны 3 кПа

D – количество погибших и пострадавших, чел

Таблица 15 – Результаты расчетов для сценариев аварий на объекте (группа сценариев С1)

| № сценария | Оборудование | S | q1 | q2 | q3 | q4 | D |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| {%tr for item in C1\_table\_factor %} | | | | | | | |
| {{ item.scenario\_C1 }} | {{ item.name\_equp }} | {{ item.square\_C1 }} | {{ item.q\_10}} | {{ item.q\_7}} | {{ item.q\_4}} | {{ item.q\_1}} | {{ item.people\_C1 }} |
| {%tr endfor %} | | | | | | | |
| {%tr for item in C1\_table\_factor\_part %} | | | | | | | |
| {{ item.scenario\_C1 }} | {{ item.name\_equp }} | {{ item.square\_C1 }} | {{ item.q\_10}} | {{ item.q\_7}} | {{ item.q\_4}} | {{ item.q\_1}} | {{ item.people\_C1 }} |
| {%tr endfor %} | | | | | | | |

S – площадь пролива, м2

q1 – интенсивность теплового излучения 10,5 кВт/м2

q2 – интенсивность теплового излучения 7,0 кВт/м2

q3 – интенсивность теплового излучения 4,2 кВт/м2

q4 – интенсивность теплового излучения 1,4 кВт/м2

D – количество погибших и пострадавших, чел

Таблица 15 – Результаты расчетов для сценариев аварий на объекте (группа сценариев С3)

| № сценария | Оборудование | М | Q | Rнкпр | Rвсп | D |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| {%tr for item in C3\_table\_factor %} | | | | | | |
| {{ item.scenario\_C3 }} | {{ item.name\_equp }} | {{ item.sub\_mass\_C3 }} | {{ item.heat\_C3 }} | {{ item.radius\_nkpr\_C3 }} | {{ item.radius\_vsp\_C3 }} | {{ item.people\_C3 }} |
| {%tr endfor %} | | | | | | |
| {%tr for item in C3\_table\_factor\_part %} | | | | | | |
| {{ item.scenario\_C3 }} | {{ item.name\_equp }} | {{ item.sub\_mass\_C3 }} | {{ item.heat\_C3 }} | {{ item.radius\_nkpr\_C3 }} | {{ item.radius\_vsp\_C3 }} | {{ item.people\_C3 }} |
| {%tr endfor %} | | | | | | |

М - количество опасного вещества, участвующего в создании поражающих факторов, кг

Qсг - теплота сгорания, кДж/кг

Rнкпр – радиус НКПР (нижний концентрационный предел), м

Rвсп – радус «пожара-вспышки», м

D – количество погибших и пострадавших, чел

# Оценка возможного ущерба имуществу юридическим и физическим лицам и вреда окружающей среде

Величина возможного ущерба определялась по РД 03-496-02 «Методические рекомендации по оценке ущерба от аварий на опасных производственных объектах», зависит от сценария аварии и состоит из следующих основных составляющих:

- прямые потери организации, включая стоимость утраченного продукта, имущества третьих лиц и основных фондов, выведенных из строя;

- социально-экономические потери (затраты, понесенные вследствие гибели и травматизма людей);

- косвенный ущерб

- экологический ущерб (выплаты за компенсацию загрязнения окружающей среды выбросами продуктов, обращающихся на опасном объекте) ;

- потери от выбытия трудовых ресурсов.

Прямые потери определялись из условия повреждения технологического оборудования (остаточная стоимость), и полной утраты продукта, находящегося в оборудовании.

Затраты на локализацию и расследование аварии, производство ремонтно-строительных работ определяются исходя из сметной стоимости или стоимости услуг специализированных организаций.

Социально-экономические потери рассчитывались из условия гибели среднестатистических работников (у каждого погибшего работающий супруг, два несовершеннолетних ребенка). Среднемесячный заработок одного погибшего человека составляет 25 000 руб. Оценка количества погибших и пострадавших среди работников опасного объекта приведена выше.

Косвенный ущерб вследствие аварии определялся как сумма недополученной организацией прибыли, сумму израсходованной заработанной платы и части условно-постоянных расходов (цеховых и общезаводских) за период аварии и восстановительных работ (убытки, вызванные уплатой различных неустоек, штрафов, пени и пр., а также убытки третьих лиц из-за недополученной прибыли не учитывались)

Потери от выбытия трудовых ресурсов определялись из расчета регионального дохода в среднем по промышленности.

Ущерб, причиненный в результате аварии или инцидента на опасном производственном объекте, компенсируется в соответствии с Федеральным законом «О промышленной безопасности ОПО» от 21.07.97г. № 116-ФЗ, который предписывает организациям, эксплуатирующим опасный производственный объект, обязательное страхование гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте.

Для данного предприятия простой других производств, технологически связанных с данным аварийным объектом, отсутствует.

**1. Прямые потери**

Прямые потери, Ппр, в результате уничтожения при аварии основных производственных фондов составят:

Потери предприятия в результате уничтожения при аварии основных производственных фондов (резервуар) Пофу = Цост - Цут, где:

Цост - остаточная стоимость разрушенного оборудования, руб.;

Цут - утилизационная стоимость разрушенного оборудования, руб.

Потери предприятия в результате повреждения при аварии основных производственных фондов, Пофп:

* Цобр - стоимость ремонта оборудования, машин, руб.;
* Цзд - стоимость ремонта зданий, руб.;
* Цстр - стоимость услуг посторонних организаций, привлеченных к ремонту - руб.;
* Цтр - транспортные расходы, надбавки к заработной плате и затраты на дополнительную электроэнергию, руб.

Таким образом, Пофп = Цобр + Цзд + Цстр + Цтр руб.

Потери вещества определяются по формуле Пв=Цт × Мв, руб, где:

* Цт – цена утраченного вещества, руб/т;
* Мв – масса утраченного вещества, руб.

Остальные составляющие прямого ущерба не учитываются.

Таким образом, прямые потери: Ппр = Пофу + Пофп + Пв, руб.

**2. Затраты на локализацию (ликвидацию) и расследование аварии**

Расходы, связанные с ликвидацией и локализацией аварии, Ппл, составят:

* Цнпв - непредусмотренные выплаты заработной платы (премии) персоналу при ликвидации и локализации аварии, руб.;
* Цспец - привлечение специализированных организации к ликвидации, руб.;
* Цмат - стоимость материалов, израсходованных при локализации (ликвидации) аварии, руб.

Таким образом, потери при локализации и ликвидации аварии:

Пл = Цнпв + Цспец +Цмат, руб.

* Црас - расходы на мероприятия, связанные с расследованием аварии, руб.

Таким образом, расходы на локализацию (ликвидацию) и расследование причин аварии: Пла = Пл + Црас, руб.

**3. Социально-экономические потери**

Ущерб, нанесенный персоналу предприятия.

Sпог - средняя стоимость оказания ритуальных услуг, в местности, где произошла авария, руб (ст.6 п.2 N 225-ФЗ от 27 июля 2010 г. "Об обязательном страховании гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте": не более 25 тысяч рублей - в счет возмещения расходов на погребение каждого потерпевшего).

Общая величина выплаты по случаю потери кормильца, Sпк, составит:

Sпк = К \* (Зср × Т+Тед), руб., где:

К – количество погибших, чел.;

Зср – размер месячного пособия на одного ребенка, руб.;

Т – количество месяцев выплаты до достижения ребенком совершеннолетия, мес.;

Тед = 2 000 000 рублей - в части возмещения вреда лицам, понесшим ущерб в результате смерти каждого потерпевшего (кормильца) (ст.17.1 п.1. Федерального закона от 21 июля 1997 г. N 116-ФЗ "О промышленной безопасности ОПО");

Тстрах = 1 000 000 рублей - единовременная страховая выплата (ст.11 Федеральный закон от 24 июля 1998 г. N 125-ФЗ "Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний").

Так же при реализации сценария аварии учитывается количество пострадавших, единовременная выплата которым составит размер среднемесячного заработка.

**4. Косвенный ущерб**

Величина Пзп, обозначающая сумму израсходованной зарплаты и части условно-постоянных расходов при Тпр (время простоя), составит:

Пзп = (ЗП∙N + УП) \* Кд

N – число сотрудников, не использованных на работе в результате простоя, чел;

ЗП – заработная плата, руб/сут;

УП – условно-постоянные расходы, руб;

Кд – количество дней простоя;

Убытки, вызванные уплатой различных штрафов, пени и пр., Пш, не учитываются, так как никаких штрафов, пени и пр. на предприятие не накладывалось.

Так как соседние организации не пострадали от аварии, недополученная прибыль третьих лиц не рассчитывается.

**5. Экологический ущерб**

Экологический ущерб ПЭКОЛ будет определяться, главным образом, размером взысканий за вред, причиненный, выброшенными в атмосферу.

Расчет производился по формуле:

ПЭКОЛ = ЭА = 5·× КИ·× КЭА·× НБА ×·М',

где ЭА – экологический ущерб от загрязнения атмосферы выбросами, (руб);

КИ – коэффициент инфляции;

НБА – базовый норматив платы за выброс в атмосферу загрязняющих веществ, руб/т;

М' – количество загрязняющих, поступивших в атмосферу при реализации сценария аварии, т;

КЭА – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния атмосферного воздуха территорий в составе экономических районов РФ.

**6. Потери при выбытии трудовых ресурсов**

Потери при выбытии трудовых ресурсов в результате гибели (Пвтрг) одного работающего составят:

Из расчета регионального дохода (в среднем по промышленности) для данной области К млрд.руб, и числа населения, занятого в промышленности N тыс. человек, ЗП – средняя заработная плата руб/мес.

Пвтрг = ЗП × (К/N)/(52 × 5), руб

Результаты расчетов приведены ниже в таблице ниже.

Таблица 16 – Оценка возможного ущерба от аварии

| Сценарий | Оборудование | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | Итого,  млн. руб. |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| {%tr for item in damage\_table %} | | | | | | | | |
| {{ item.scenario\_damage }} | {{ item.name\_equp }} | {{ item.straight }} | {{ item.localization }} | {{ item.economic }} | {{ item.work }} | {{ item.indirect }} | {{ item.ecology  }} | {{ item.sum\_damage }} |
| {%tr endfor %} | | | | | | | | |
| {%tr for item in damage\_table\_part %} | | | | | | | | |
| {{ item.scenario\_damage }} | {{ item.name\_equp }} | {{ item.straight }} | {{ item.localization }} | {{ item.economic }} | {{ item.work }} | {{ item.indirect }} | {{ item.ecology  }} | {{ item.sum\_damage }} |
| {%tr endfor %} | | | | | | | | |

D1 - Прямой ущерб, млн.руб.

D2 - Затраты на локализацию и ликвидацию аварии, млн. руб.

D3 - Социально-экономические потери, млн. руб.

D4 - Потери от выбытия трудовых ресурсов, млн. руб.

D5 - Косвенный ущерб, млн. руб.

D6 - Экологический ущерб, млн. руб.

# Оценка риска аварий, включающая данные о вероятности аварий, показателях риска причинения вреда работникам декларируемого объекта и физическим лицам, ущерба имуществу юридическим и физическим лицам и вреда окружающей среде (по составляющим объекта)

Раздел разработан на основании Руководства по безопасности "Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах" (утв. приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 11 апреля 2016 г. N 144). Критерии приемлемого индивидуального и социального риска приняты согласно Федеральному закону «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.06.2008 № 123-ФЗ.

После рассмотрения на каждом из принятых к рассмотрению объектов всех видов аварий, специфики их возникновения и развития, определения вероятности реализации их негативного потенциала проводится построение полей риска на масштабированной картографической основе. Получаемая карта R (х,у) потенциального риска характеризует интегральную вероятность того или иного типа негативного воздействия (тепловое излучение, избыточное давление) на человека при условии, что субъект воздействия с вероятностью, равной 1 (единица) находится в конкретной точке пространства в момент реализации аварии. Эта величина трактуется как величина потенциального территориального риска (по терминологии А. Елохина «Анализ и управление риском: Теория и практика», М. 2000 г. – индивидуального риска). Таким образом, риск R (х,у) (потенциальная опасность) в каждой конкретной точке характеризует риск от рассматриваемой опасности, которой подвергался бы человек, находящийся в этой точке в течение года. Величина этого риска (потенциальной опасности) не зависит от распределения персонала предприятия, а отражает тот уровень потенциальной опасности, который создает конкретный объект.

N N

R (х,у) = ∑∑ λi · Eĳ (х,у) · Qi' · W (t)

i=1 j=1

R (х,у) – потенциальный риск в точке (х,у), (уровень потенциальной опасности);

λi – вероятность реализации сценария аварии;

Eĳ (х,у) – вероятность реализации механизма воздействия -j- в точке (х,у) для сценария -i- ;

Qi'– вероятность поражения персонала (населения) при реализации механизма воздействия -j- ;

W (t) – вероятность неадекватных действий персонала.

Величина W(t) отражает динамику среднестатистического поведения субъекта риска, т.е. определяется так называемым человеческим фактором. Как показывает практика, первые 5 ÷ 10 минут уходят на принятие людьми решений по избежанию опасности, поэтому данный период можно отнести к периоду неадекватных действий. Исходя из рекомендаций, изложенных в работе В.С. Сафонова, Г.Э. Одишария, А.А. Швыряева «Теория и практика анализа риска в газовой промышленности», для теплового и ударного воздействия в результате пожара разлития и взрыва паров Eĳ (х,у) и W(t) принимаются равной 1 (единице).

Поля потенциального риска на территории декларируемого объекта нанесены на ситуационном плане.

Так же разработчиками РПЗ были проанализированы и рассчитаны такие показатели риска как: социальный риск, коллективный риск, ожидаемый ущерб и индивидуальный риск.

Социальный риск (F/N-кривая, представленная ниже) есть зависимость частоты возникновения событий F, в которых пострадало на определенном уровне не менее N человек, от этого числа N. Этот показатель характеризует тяжесть последствий (катастрофичность) реализации опасностей.

Коллективный риск рассматривался как ожидаемое количество пораженных в результате возможных аварий за определенное время на каждой составляющей декларируемого объекта.

Ожидаемый ущерб - математическое ожидание величины ущерба от возможной аварии за определенное время.

Индивидуальный риск представляет частоту поражения отдельного человека (группы людей) в результате воздействия исследуемых факторов опасности аварий (потенциальный риск).

Таблица 17 – Результаты оценки риска

| Сценарии | Оборудование | Вероятность события, (1/год) | Ущерб, млн. руб | Ожидаемый ущерб, руб∙год-1 | Количество погибших и пострадавших | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Погибших, чел | Пострадавших, чел |
| {%tr for item in risk\_table %} | | | | | | |
| {{ item.scenario\_risk }} | {{ item.name\_equp }} | {{ item.frequency\_risk }} | {{ item.sum\_damage\_risk }} | {{ item.math\_expectation }} | {{ item.people\_dead }} | {{ item.people\_injured }} |
| {%tr endfor %} | | | | | | |
| {%tr for item in risk\_table\_part %} | | | | | | |
| {{ item.scenario\_risk }} | {{ item.name\_equp }} | {{ item.frequency\_risk }} | {{ item.sum\_damage\_risk }} | {{ item.math\_expectation }} | {{ item.people\_dead }} | {{ item.people\_injured }} |
| {%tr endfor %} | | | | | | |

# ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

# Перечень составляющих декларируемого объекта с указанием показателей риска для работников и иных юридических и физических лиц

Отнесение декларируемого объекта к категории опасных выполнено в процессе его идентификации в соответствии с положениями Федерального закона «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». Основная опасность обусловлена содержанием больших масс нефти.

В соответствии с «Порядком оформления декларации промышленной безопасности опасных производственных объектов и перечне включаемых в нее сведений», утвержденным приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 16.10.2020 г. № 414 с целью сравнения и полноты оценки опасности, к рассмотрению приняты сценарии, описанные в п. 2.2.2, среди всего разнообразия которых:

– наиболее вероятный – {{ most\_possible }}

– наиболее опасный (масштабный) – {{ most\_dangerous }}

При этом в качестве поражающих факторов могут выступать:

– тепловое излучение;

– избыточное давление взрыва и импульс фазы сжатия.

Результаты проведенного анализа риска для декларируемого объекта, представлены в таблице ниже (Таблица 18).

Таблица 18 – Результаты проведенного анализа риска для декларируемого объекта

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Составляющая декларируемого объекта** | **Индивидуальный риск, 1/год** | **Коллективный риск, чел/год** |
| {%tr for item in result\_table %} | | |
| {{ item.pozition\_res}} | {{ item.math\_ind }} | {{ item.math\_koll }} |
| {%tr endfor %} | | |

{{ fn }}

Рисунок 9 – F/N-диаграмма

{{ fg }}

Рисунок 10 – F/G-диаграмма

# Сравнительный анализ рассчитанных показателей аварии на декларируемом объекте со среднестатистическими показателями риска аварий, риска гибели людей по неестественным причинам (пожары, дорожно-транспортные происшествия), риска чрезвычайных ситуаций техногенного характера и (или) критериями приемлемого (допустимого) риска

Рассчитанные показатели риска аварий на декларируемом объекте сравнивались с данными приведенными ниже (Таблица 19)

Таблица 19 – Оценки фонового риска промышленных аварий,  полученные с использованием официальных данных  Госгортехнадзора России, Ростехнадзора\* (госдоклады и госотчеты 1998-2020 гг.) и Росстата [http://riskprom.ru/publ/]

|  |  |
| --- | --- |
| Показатель | Риск гибели |
| Риск гибели в нефтедобыче | 1,1×10-4 год-1 |

Таким образом, в результате количественного анализа риска аварий на декларируемом объекте, в соответствии с критериями, приведенными в п.2.3 настоящей РПЗ и на основании нормативных значений указанных выше (Таблица 19) можно сделать вывод о приемлемости индивидуального риска для работников опасного производственного объекта.

Показано, что риск гибели персонала при авариях не превышает значений фоновых рисков смертности в России.

# Предложения по внедрению мер, направленных на уменьшение риска аварий

В результате анализа установлено, что для декларируемого объекта наиболее значимыми факторами, влияющими на показатели риска, являются:

- природный фактор, обусловленный коррозионной активностью грунта;

- конструктивно-технологический фактор, связанный с физическим износом технологического оборудования;

- человеческий фактор, приводящий к разрушению технологического оборудования в результате ошибочных действий персонала, а также преднамеренных действий посторонних лиц (включая террористические акты).

Для повышения уровня промышленной безопасности в целом по нефтепроводу рекомендуется включить в «План мероприятий по повышению уровня промышленной безопасности» следующие пункты:

­ провести корректировку и экспертизу плана по локализации и ликвидации разливов нефти в экспертной организации МЧС России;

­ организовывать проведение в установленные сроки технических освидетельствований нефтепроводов;

­ проводить плановые систематические мероприятия по повышению профессиональной и противоаварийной подготовки работников, осуществляющих эксплуатацию объекта.

# СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

# Перечень нормативно-правовых документов, регулирующих требования промышленной безопасности на декларируемом объекте

|  |  |
| --- | --- |
|  | Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.97 № 116-ФЗ |
|  | Федеральный закон «О защите населения и территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» № 68-ФЗ от 21.12.94 г. |
|  | Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.06.2008 № 123-ФЗ |
|  | Постановление Правительства РФ от 30.12.2003 г. № 794 (в редакции постановлений Правительства РФ от 27.05.2005 г. .№ 335, от 03.10.2006 г. № 600) «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации последствий аварий на объекте». |
|  | Приказ Ростехнадзора от 15.12.2020 N 534 "Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности" (Зарегистрировано в Минюсте России 29.12.2020 N 61888) |
|  | Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. ГОСТ Р 12.3.047-2012 |
|  | Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности СП 12.13130.2009, утв. постановлением Правительства Российской Федерации «О порядке разработки и утверждения сводов правил» № 858. |
|  | Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций. СО 153-34.21.122-203. |
|  | Правила устройства электроустановок ПУЭ. Издание седьмое с изменениями (утв. приказом Минэнерго РФ от 8 июля 2002 г. N 204). |
|  | Сборник методик по прогнозированию возможных аварий, катастроф, стихийных бедствий в PC ЧС. (книга 2). Методика оценки последствий аварий на пожаровзрывоопасных объектах. Министерство по делам ГО и ЧС и ликвидации последствий стихийных бедствий. 1994г. |
|  | О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Постановление Правительства РФ от 21.05.07 № 304. |
|  | ГОСТ Р 27.310-93 «Анализ видов, последствий и критичности отказов. Общие положения». |
|  | «Порядок оформления декларации промышленной безопасности опасных производственных объектов и перечень включаемых в нее сведений» (утв. приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 16.10.2020 г. № 414) |
|  | Руководство по безопасности «Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей» |
|  | Методика оценки последствий химических аварий. (Методика «Токси», Вторая редакция), Москва, НТЦ «Промышленная безопасность», 1999 г. |
|  | Оценка химической опасности технологических объектов. Методические рекомендации. Новомосковский институт повышения квалификации руководящих работников и специалистов химической промышленности г.Тула.1992 г. |
|  | Руководство по безопасности "Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах" (утв. приказом Ростехнадзора № 144 от 11.04.2016 г.) |
|  | Отраслевое руководство по анализу и управлению риском, связанным с техногенным воздействием на человека и окружающую среду при сооружении и эксплуатации объектов добычи, транспорта, хранения и переработки углеводородного сырья с целью повышения их надежности и безопасности. Часть I. |
|  | ГОСТ Р 42.0.03-2016 Гражданская оборона. Правила нанесения на карты прогнозируемой и сложившейся обстановки при ведении военных конфликтов и чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Условные обозначения |
|  | Приказ Ростехнадзора от 08.12.2020 N 503 "Об утверждении Порядка проведения технического расследования причин аварий, инцидентов и случаев утраты взрывчатых материалов промышленного назначения" (Зарегистрировано в Минюсте России 24.12.2020 N 61765) |
|  | Административный регламент Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору по исполнению государственной функции по регистрации опасных производственных объектов и ведению государственного реестра опасных производственных объектов |
|  | Руководство по безопасности «Методика моделирования распространения аварийных выбросов опасных веществ» (Утв. приказом Ростехнадзора от 20.04.2015 № 158) |
|  | Постановление правительства РФ «О противопожарном режиме», №390 от 25.04.2012 г.. |
|  | Приказ Ростехнадзора от 15.12.2020 N 534 "Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности"(Зарегистрировано в Минюсте России 29.12.2020 N 61888) |
|  | ГН 2.2.5.1313-18. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны |
|  | Руководство по оценке пожарного риска для промышленных предприятий. Утв УГПН МЧС РФ 17.03.2006 |
|  | Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах. Утверждена приказом МЧС России от 10.07.2009 №404 |
|  | Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 08.07.2010 года № 238 «Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды» |
|  | Методика расчета выбросов от источников горения при разливе нефти и нефтепродуктов (утверждена Приказом Государственного комитета по охране окружающей среды от 05.03.1997 № 90) |
|  | Методика исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства (утверждена приказом Министерства природных ресурсов России от 13.04.2009 № 87) |

# Перечень литературных источников

|  |  |
| --- | --- |
|  | Основные опасности химических производств. В.Маршал. (Перевод с английского). 1989г. |
|  | Промышленные взрывы. Оценка и предупреждение. М.В.Бесчастнов. 1991г. |
|  | Предупреждение крупных аварий. Практическое руководство. Вклад МБТ в международную программу по безопасности в хими­ческой промышленности, разработанную при участии ЮНЕП,МБТ и ВОЗ. (Перевод с английского под редакцией Э.В.Петросяна). 1992г. |
|  | Справочник «Вредные вещества в промышленности» т.т.1-3. Лазарев Н.В. |
|  | Справочник «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения».Книги 1 и 2.А.М.Баратов и А.Я. Корольченко, 1990г. |
|  | О состоянии защиты населения и территорий РФ от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Государственный доклад. Журнал «Экологический вестник России № 10/2000г. |
|  | Страхование техногенного риска. Статья П.Г.Белова в журнале «Безопасность труда в промышленности» № 5/2000г. |
|  | Составляющие понятия «Опасный производственный объект». Статья Б.А.Красных, Е.В. Кловач, А.С. Печеркина, В.И.Сидорова,. В.К. Шаляева в журнале «Безопасность труда в промышленности № 10/1999г. |
|  | Экспертная система оценки техногенного риска опасного производственного объекта. Статья А.И.Гражданкина и П.Г.Белова в журнале «Безопасность труда в промышленности» № 11/2000г. |
|  | Оценка риска аварий на предприятиях по хранению светлых нефтепродуктов методом построения деревьев опасности. Статья И.А. Роздина и Е.И.Хабаровой в журнале «Безопасность труда в промышленности» № 10/2000г. |
|  | Риск, надежность и безопасность. Система понятий и обозначений. Статья В.А.Бондарь, Ю.П.Попова в журнале «Безопасность труда в промышленности» № 10/1997г. |
|  | Информирование общественности об опасности промышленного объекта.  Статья Е.В.Кловач и В.И.Сидорова в журнале «Безопасность труда в промышленности» № 10/1995г. |
|  | Проблема нормирования и оценки безопасности промышленной трубопроводной арматуры. Методы оценки риска. Статья Е.А.Иванова, Ю.И.Тарасьева, В.Л. Шпера в журнале «Безопасность труда в промышленности» № 9/2002г. |
|  | Коррозионная стойкость материалов в агрессивных средах химических производств, Г.Я. Воробьева, Москва, «Химия», 1975г. |
|  | Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справочник в 2-х книгах под редакцией А.Н. Баратова и А.Я. Корольченко, Москва, «Химия». 1990г. |
|  | Официальный сайт Государственного комитета РФ по статистике [http://www.gks.ru/]. |
|  | Годовые отчеты о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору 2003-2016гг |
|  | Трубопроводный транспорт нефти/ в 2 т. М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2006. Т.1-2 |

# Перечень документации организации, используемой при разработке расчетно-пояснительной записки

|  |  |
| --- | --- |
|  | Проектная документация «{{ project\_name }}» |