

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
КЫРГЫЗСКО-РОССИЙСКИЙ СЛАВЯНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ АРХИТЕКТУРЫ, ДИЗАЙНА И СТРОИТЕЛЬСТВА

Кафедра «Защита в чрезвычайных ситуациях»

НАДЗОР И КОНТРОЛЬ В СФЕРЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Учебно-практическое пособие
для подготовки бакалавров
направления «Техносферная безопасность»,
профилей «Защита в чрезвычайных ситуациях»,
«Безопасность технологических процессов и производств»
и «Инженерная защита окружающей среды»

УДК 502 (075.8)
Н 17

Рецензенты:

У. М. Шамырканов – канд. техн. наук, полковник,
начальник оперативного управления МЧС КР,

Н. Т. Асанбеков – заместитель заведующего кафедрой
ЗЧС КРСУ и МЧС КР

Составители:

А. М. Мамбетов, А. В. Нихаева

Рекомендовано к изданию
Ученым Советом факультета АДиС
и кафедрой «Защита в чрезвычайных ситуациях» КРСУ

Н 17 **НАДЗОР И КОНТРОЛЬ В СФЕРЕ БЕЗОПАСНОСТИ:** Учебно-практическое пособие для подготовки бакалавров направления «Техносферная безопасность», профилей «Защита в чрезвычайных ситуациях», «Безопасность технологических процессов и производств» и «Инженерная защита окружающей среды» / сост.: А. М. Мамбетов, А. В. Нихаева. Бишкек: КРСУ, 2017. 71 с.: ил.

Предназначено для бакалавров, изучающих дисциплину «Надзор и контроль в сфере безопасности», для выполнения домашних заданий по материалам теоретического курса.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
Практическая работа № 1. Составление декларации промышленной безопасности опасного производственного объекта	4
Практическая работа № 2. Расчет зон действия поражающих факторов аварий на опасных производственных объектах	13
Практическая работа № 3. Анализ риска опасных производственных объектов	24
Практическая работа № 4. Оценка последствий промышленных аварий с выбросом опасных химических веществ (ОХВ)	36
ЛИТЕРАТУРА	56
Список учебников, учебных пособий и учебно-методических разработок, изданных профессорско-преподавательским составом кафедры «Защита в чрезвычайных ситуациях» и сотрудниками УНТЦ «Развитие Гражданской Защиты» КРСУ и МЧС КР	57

ВВЕДЕНИЕ

Говоря о безопасности, мы подразумеваем состояние личности и общества, защищающих свои жизненно важные интересы или предприятия, предохраняющие себя от потенциальных угроз либо угроз, которые существуют реально. В связи с этим первая часть учебно-практического пособия по дисциплине «Надзор и контроль в сфере безопасности» для бакалавров профилей подготовки «Защита в чрезвычайных ситуациях», «Безопасность технологических процессов и производств» и «Инженерная защита окружающей среды» направления 280700.62 «Техносферная безопасность» нацелена на приобретение навыков, способствующих объективной трансляции требований Федерального закона «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».

Практические работы, представленные в данном пособии, предназначены для приобретения навыков разработки документации, направленной на снижение риска возникновения аварий во время эксплуатации опасных производственных объектов (ОПО). С этой целью студентам необходимо ознакомиться с порядком оформления декларации промышленной безопасности ОПО, с основными методами анализа опасностей и риска аварий на ОПО, а также оценкой последствий промышленных аварий с выбросом опасных химических веществ (ОХВ).

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1. СОСТАВЛЕНИЕ ДЕКЛАРАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОПАСНОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБЪЕКТА

Цель работы: ознакомиться с порядком оформления декларации промышленной безопасности и перечнем сведений, содержащихся в ней.

1.1. Общие сведения. Термины и их определения

Для упрощения контроля за соблюдением мер безопасности, оценки достаточности и эффективности мероприятий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций на промышленном объекте разрабатывается декларация безопасности опасного производственного объекта (далее – ОПО).

В обязательном порядке декларированию промышленной безопасности подлежат ОПО, на которых получают (используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются) вещества в количествах, указанных в статье 5. Закона Кыргызской Республики от 2 августа 2016 года № 160 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».

Декларация промышленной безопасности разрабатывается в составе проектной документации на строительство, реконструкцию опасного производственного объекта, а также документации на техническое перевооружение, консервацию, ликвидацию ОПО.

Перечень сведений, содержащихся в декларации промышленной безопасности, и порядок ее оформления определяются уполномоченным контролирующим органом.

Декларация промышленной безопасности, разрабатываемая в составе документации на техническое перевооружение, консервацию и ликвидацию ОПО и декларация промышленной безопасности, разрабатываемая вновь, проходят экспертизу промышленной безопасности в установленном порядке. Проектная документация на строительство, реконструкцию ОПО, содержащая декларацию промышленной безопасности, подлежит экспертизе в соответствии с законодательством КР о градостроительной деятельности.

В соответствии с Законом Кыргызской Республики от 2 августа 2016 года № 160 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». К опасным производственным объектам относятся объекты, на которых:

1) получают (используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются) опасные вещества следующих видов:

- а) воспламеняющиеся вещества – газы, которые при нормальном давлении и в смеси с воздухом становятся воспламеняющимися, и температура кипения которых при нормальном давлении составляет 20 градусов Цельсия или ниже;
- б) окисляющие вещества – вещества, поддерживающие горение, вызывающие воспламенение и (или) способствующие воспламенению других веществ в результате окислительно-восстановительной экзотермической реакции;
- в) горючие вещества – жидкости, газы, способные самовозгораться, а также возгораться от источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления;

- г) взрывчатые вещества – вещества или смеси веществ, способные в результате определенных воздействий или внутренних процессов взрываться, выделяя тепло и образуя сильно нагретые газы;
 - д) токсичные вещества – вещества, способные при воздействии на живые организмы приводить к их гибели и имеющие следующие характеристики:
 - средняя смертельная доза при введении в желудок от 15 миллиграммов на килограмм до 200 миллиграммов на килограмм включительно;
 - средняя смертельная доза при нанесении на кожу от 50 миллиграммов на килограмм до 400 миллиграммов на килограмм включительно;
 - средняя смертельная концентрация в воздухе от 0,5 миллиграмма на литр до 2-х миллиграммов на литр включительно;
 - е) высокотоксичные вещества – вещества, способные при воздействии на живые организмы приводить к их гибели и имеющие следующие характеристики:
 - средняя смертельная доза при введении в желудок не более 15 миллиграммов на килограмм;
 - средняя смертельная доза при нанесении на кожу не более 50 миллиграммов на килограмм;
 - средняя смертельная концентрация в воздухе не более 0,5 миллиграмма на литр;
 - ж) вещества, представляющие опасность для окружающей среды – вещества, характеризующиеся в водной среде следующими показателями острой токсичности:
 - средняя смертельная доза при ингаляционном воздействии на рыбу в течение 96 часов не более 10 миллиграммов на литр;
 - средняя концентрация яда, вызывающая определенный эффект при воздействии на дафнии в течение 48 часов, не более 10 миллиграммов на литр;
 - средняя ингибирующая концентрация при воздействии на водоросли в течение 72 часов не более 10 миллиграммов на литр;
- 2) используется оборудование, работающее под избыточным давлением более 0,05 мегапаскала:
- а) пара, газа (в газообразном, сжиженном состоянии);
 - б) воды при температуре нагрева более 110 градусов Цельсия;
 - в) иных жидкостей при температуре, превышающей температуру их кипения при избыточном давлении 0,05 мегапаскала;

3) используются стационарно установленные грузоподъемные механизмы, эскалаторы, канатные дороги, фуникулеры, лифты, аттракционы;

4) получают (транспортируются, используются) расплавы черных и цветных металлов, сплавы на основе этих расплавов;

5) ведутся горные работы (за исключением добычи общераспространенных полезных ископаемых и разработки россыпных месторождений полезных ископаемых, осуществляемых открытым способом без применения взрывных работ), работы по обогащению полезных ископаемых;

6) осуществляется хранение или переработка растительного сырья, в процессе которых образуются взрывоопасные пылевоздушные смеси, способные самовозгораться, возгораться от источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления, а также осуществляется хранение зерна, продуктов его переработки и комбикормового сырья, склонных к самосогреванию и самовозгоранию;

7) ведется захоронение отходов горно-металлургического производства, содержащих вещества, опасные для жизнедеятельности человека и окружающей среды.

Декларация промышленной безопасности опасного производственного объекта – документ, в котором представлены результаты всесторонней оценки риска аварии, анализа достаточности принятых мер по предупреждению аварий и по обеспечению готовности организации к эксплуатации опасного производственного объекта в соответствии с требованиями норм и правил промышленной безопасности, а также к локализации и ликвидации последствий аварии на опасном производственном объекте.

Декларируемый объект – опасный производственный объект, для которого разработка декларации промышленной безопасности является обязательной согласно законодательству.

Составляющие опасного производственного объекта – участки, установки, цеха, хранилища или другие составляющие (составные части), объединяющие технические устройства или их совокупность по технологическому или территориально-административному принципу и входящие в состав опасного производственного объекта.

Сценарий аварии – последовательность отдельных логически связанных событий, обусловленных конкретным инициирующим (исходным) событием, приводящих к определенным опасным последствиям аварии.

Сценарий наиболее вероятной аварии (наиболее вероятный сценарий аварии) – сценарий аварии, вероятность реализации которого максимальна за определенный период времени.

Сценарий наиболее опасной по последствиям аварии (наиболее опасный по последствиям сценарий аварии) – сценарий аварии с наибольшим ущербом людским и материальным ресурсам или компонентам природной среды.

1.2. Состав декларации

Декларация должна включать следующие структурные элементы:

- Титульный лист;
- Данные об организации – разработчике декларации;
- Оглавление;
- Раздел 1. Общие сведения;
- Раздел 2. Результаты анализа безопасности;
- Раздел 3. Обеспечение требований промышленной безопасности;
- Раздел 4. Выводы;
- Раздел 5. Ситуационные планы;

Обязательные приложения к декларации:

- Прил. 1. Расчетно-пояснительная записка;
- Прил. 2. Информационный лист.

Перечень сведений, включаемых в декларацию промышленной безопасности:

Раздел 1. Общие сведения

- Реквизиты организации, в том числе наименование эксплуатирующей организации (или заказчика проекта) и вышестоящей организации (при наличии таковой), данные о руководителях, адрес, краткий перечень основных направлений деятельности организации, связанных с эксплуатацией декларируемого объекта.
- Обоснование декларирования, т. е. указание количества и наименования опасных веществ, на основании которых опасный производственный объект отнесен к декларируемым объектам и перечень нормативных правовых документов, на основании которых принято решение о разработке декларации.
- Сведения о месторасположении декларируемого объекта, а именно: краткая характеристика местности, план расположения объекта на топографической карте и сведения о размерах и границах территории, запретных санитарно-защитных и охранных зонах декларируемого объекта.

- Сведения об общей численности работников, с указанием средней численности и наибольшей численности работающей смены, сведения об общей численности работников других объектов эксплуатирующей организации, размещенных вблизи декларируемого объекта, сведения об общей численности иных физических лиц, которые могут оказаться в зонах действия поражающих факторов.
- Страховые сведения (для действующих объектов), наименование и адрес организации-страховщика, а также перечень договоров обязательного страхования ответственности с указанием размеров страховых сумм.

Раздел 2. Результаты анализа безопасности

- Сведения об опасных веществах, включающие наименование опасного вещества, степень опасности и характер воздействия вещества на организм человека и окружающую природную среду, в том числе при возникновении аварии.
- Общие сведения о технологии, включающие схемы основных технологических потоков, общие данные о распределении опасных веществ, находящихся в технических устройствах, – аппаратах (емкостях), трубопроводах, с указанием максимального количества в единичной емкости или участке трубопровода наибольшей вместимости.
- Основные результаты анализа риска аварии, включая результаты анализа условий возникновения и развития аварий (перечень причин возникновения аварии и факторов, способствующих возникновению и развитию аварий, краткое описание сценариев наиболее вероятных аварий и наиболее опасных по последствиям аварий), данные о размерах вероятных зон действия поражающих факторов для описанных сценариев аварии; сведения о возможном числе пострадавших, включая погибших среди работников и иных физических лиц, сведения о возможном ущербе от аварий, результаты оценки риска аварии.

Раздел 3. Обеспечение требований промышленной безопасности

Сведения об обеспечении требований промышленной безопасности к эксплуатации декларируемого объекта включают в себя:

- сведения о выполнении распоряжений и предписаний службы по экологическому, технологическому надзору;
- перечень имеющихся и/или необходимых лицензий на виды деятельности, связанные с эксплуатацией декларируемых объектов;

- сведения о профессиональной и противоаварийной подготовке персонала с указанием регулярности проверки знаний в области промышленной безопасности и порядка допуска персонала к работе;
- сведения о системе управления промышленной безопасностью, включая данные о производственном контроле за соблюдением требований промышленной безопасности;
- сведения о системе проведения сбора информации о произошедших инцидентах и авариях, и анализе этой информации;
- перечень проведенных экспертиз промышленной безопасности (с указанием экспертных организаций);
- сведения о соответствии условий эксплуатации декларируемого объекта требованиям норм и правил;
- сведения о принятых мерах по предотвращению постороннего вмешательства в деятельность на декларируемом объекте, а также по противодействию возможным террористическим актам.

Сведения о готовности к действиям по локализации и ликвидации последствий аварии включают в себя:

- мероприятия по локализации и ликвидации последствий аварий;
- состав противоаварийных сил, аварийно-спасательных и других служб обеспечения промышленной безопасности;
- финансовые и материальные ресурсы для локализации и ликвидации последствий аварий на декларируемом объекте;
- систем оповещения в случае возникновения аварии на декларируемом объекте с приведением схемы оповещения и указанием порядка действий в случае аварии;
- порядок действия сил и использования средств организации, эксплуатирующей ОПО, а также их взаимодействие с другими организациями по предупреждению, локализации и ликвидации аварий.

Раздел 4. Выводы

- Перечень наиболее опасных составляющих и/или производственных участков с указанием показателей риска аварий.
- Перечень наиболее значимых факторов, влияющих на показатели риска.
- Перечень основных мер, направленных на уменьшение риска аварий.
- Обобщенная оценка обеспечения промышленной безопасности и достаточности мер по предупреждению аварий.

Раздел 5. Ситуационные планы

- Графическое отображение зон действия поражающих факторов для наиболее опасных по последствиям аварии составляющих и / или производственных участков.
- Промышленная площадка (территория) с указанием месторасположения источника выброса или взрыва опасного вещества.
- Предприятия, транспортные коммуникации, населенные пункты и места массового скопления людей.
- Зоны действия поражающих факторов аварий, а также краткое описание сценариев, методов и основных исходных данных, применяемых при расчете этих сценариев.
- Распределение потенциального территориального риска гибели людей от аварий по территории объекта и прилегающей местности.

Приложение 1 «Расчетно-пояснительная записка» имеет следующую структуру:

- Титульный лист;
- Оглавление;
- Раздел 1. Сведения о технологии;
- Раздел 2. Анализ риска;
- Раздел 3. Выводы и предложения;
- Список использованных источников.

Титульный лист расчетно-пояснительной записки (РПЗ) является первой страницей и должен включать в себя следующие сведения:

- надпись «Приложение 1» (в правом верхнем углу), регистрационный номер декларации, для действующего объекта – регистрационный номер декларируемого объекта в государственном реестре ОПО, для проектируемого объекта – наименование проектной документации с указанием стадии проекта (проектная документация на строительство, расширение, реконструкцию, техническое перевооружение, консервацию, ликвидацию опасного производственного объекта), номер книги (в том случае, если РПЗ состоит из двух и более книг);
- местонахождение организации, разработавшей декларацию промышленной безопасности и год ее разработки.

Оглавление должно включать в себя:

- наименование всех разделов и подразделов РПЗ с указанием страниц, с которых начинаются эти структурные элементы. В случае, если РПЗ состоит из двух и более книг, в каждой из них должно быть свое

оглавление. В оглавлении первой книги должно быть представлено содержание всего документа с указанием номеров страниц и книг, в последующих книгах – только содержание соответствующей книги.

Раздел 1. Сведения о технологии должен включать в себя:

- сведения об опасных веществах, воздействие на людей и окружающую среду, в том числе от поражающих факторов аварии, средства защиты, методы перевода вещества в безвредное состояние, меры первой помощи пострадавшим от воздействия поражающих факторов при аварии;
- данные о технологии и оборудовании, с указанием направлений потоков опасных веществ и отсекающей арматуры, план размещения основного технологического оборудования;
- описание технических решений по обеспечению безопасности, а именно описание решений, направленных на исключение разгерметизации оборудования и предупреждение аварийных выбросов опасных веществ; описание решений, направленных на предупреждение развития аварий и локализацию выбросов опасных веществ; описание решений, направленных на обеспечение взрывопожаробезопасности, описание систем автоматического регулирования, блокировок, сигнализаций и других средств обеспечения безопасности.

Раздел 2. Анализ риска должен включать в себя:

- анализ известных аварий, включающий перечень наиболее опасных по последствиям аварий, имевших место на других аналогичных объектах;
- анализ условий возникновения и развития аварий, в том числе определение сценариев аварий с участием опасных веществ, оценка количества опасных веществ, участвующих в аварии, расчет вероятных зон действия поражающих факторов, оценку возможного числа пострадавших, в том числе погибших, оценку возможного ущерба;
- оценку риска аварий, включающую данные о вероятности аварий, показателях риска причинения вреда работникам и физическим лицам, ущерба имуществу и вреда окружающей природной среде (по составляющим объекта).

Раздел 3. Выводы и предложения должен включать в себя:

- перечень составляющих (производственных участков) с указанием рассчитанных показателей риска аварии;

- сравнительный анализ рассчитанных показателей риска аварии на декларируемом объекте со среднестатистическими показателями риска техногенных происшествий и/или критериями приемлемого риска;
- предложения по внедрению мер, направленных на уменьшение риска аварий.

Приложение 2 «Информационный лист» служит для представления гражданам (по их обращению), имеет титульный лист и включает в себя следующие структурные элементы:

- наименование организации, эксплуатирующей декларируемый ОПО или являющейся заказчиком проектной документации;
- сведения о лице, ответственном за информирование и взаимодействие с общественностью (должность, фамилия и инициалы, телефон);
- краткое описание производственной деятельности;
- перечень и основные характеристики опасных веществ, обращающихся на декларируемом объекте;
- краткие сведения о масштабах и последствиях возможных аварий и мерах безопасности;
- сведения о способах оповещения и необходимых действиях населения при возникновении аварий.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2. РАСЧЕТ ЗОН ДЕЙСТВИЯ ПОРАЖАЮЩИХ ФАКТОРОВ АВАРИЙ НА ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ

Цель работы: познакомиться с характерными особенностями взрывов газовоздушных, пылевоздушных смесей (ГВС, ПВС) в открытом пространстве и в помещении; определить радиус зоны детонации и величины избыточного давления во фронте ударной волны, степень разрушения объектов инженерно-технического комплекса, зону и площадь ЧС.

2.1. Общие сведения. Термины и их определения

Взрыв – это быстропротекающий процесс физических и химических превращений веществ, сопровождающийся освобождением значительного количества энергии в ограниченном объеме, в результате которого в окружающем пространстве образуется и распространяется ударная волна, способная привести или приводящая к возникновению техногенной чрезвычайной ситуации.

Взрывы на ОПО можно разделить на две группы: 1) в открытом пространстве; 2) в производственных помещениях.

Взрывы ГВС могут происходить во внутренних полостях оборудования и трубопроводов, в помещениях (зданиях) в результате утечки газа, в емкостях для хранения и транспортировки взрыво- и пожароопасных веществ (резервуарах, газгольдерах, цистернах, грузовых отсеках танкеров) или на открытом пространстве при разрушении газопроводов, разливе и испарении жидкостей. Взрывы горючих газов с воздухом с тяжелыми последствиями происходят на шахтах.

Наиболее опасны взрывы смесей с воздухом углеводородных газов (метана, пропана, бутилена, бутана, этилена и др.), а также паров воспламеняющихся жидкостей.

Взрывы пыли (ПВС-аэрозолей) представляют одну из основных опасностей на производстве. Взрывы пыли происходят в ограниченном пространстве: в помещениях зданий, внутри оборудования, в штольнях шахт. Возможны взрывы пыли на мукомольном производстве, на зерновых элеваторах (мучная пыль), при обращении с красителями, серой, сахаром, другими пищевыми продуктами, при производстве пластмасс, лекарственных препаратов, на установках дробления топлива (угольная пыль), в текстильном производстве.

Понятие «Промышленные пыли» включает в себя тонкие дисперсии с размерами частиц менее 800 мкм.

Основными поражающими факторами взрыва являются:

- воздушная ударная волна, возникающая при взрывах детонирующих веществ, взрывных превращениях облаков топливно-воздушных смесей, взрывов резервуаров;
- осколочные поля, создаваемые летящими обломками разного рода объектов технологического оборудования, строительных деталей и т. д.

Характерной особенностью взрывов ГВС и ПВС являются:

1. Возникновение разных типов взрывов (рис. 2.1):

- *детонационный* – взрывчатое превращение вещества со сверхзвуковой скоростью;
- *дефлаграционный* – взрывное горение с дозвуковой скоростью;
- *комбинированный* – совокупность предыдущих типов взрывов (наиболее распространен).

2. При взрывах образуется пять зон поражения: детонационная (бризантная); действия продуктов взрыва (огненного шара), действия ударной волны, теплового поражения и токсического задымления.

3. Зависимость мощности взрыва от параметров среды, в которой происходит взрыв (температура, скорость ветра, плотность застройки, рельеф местности).

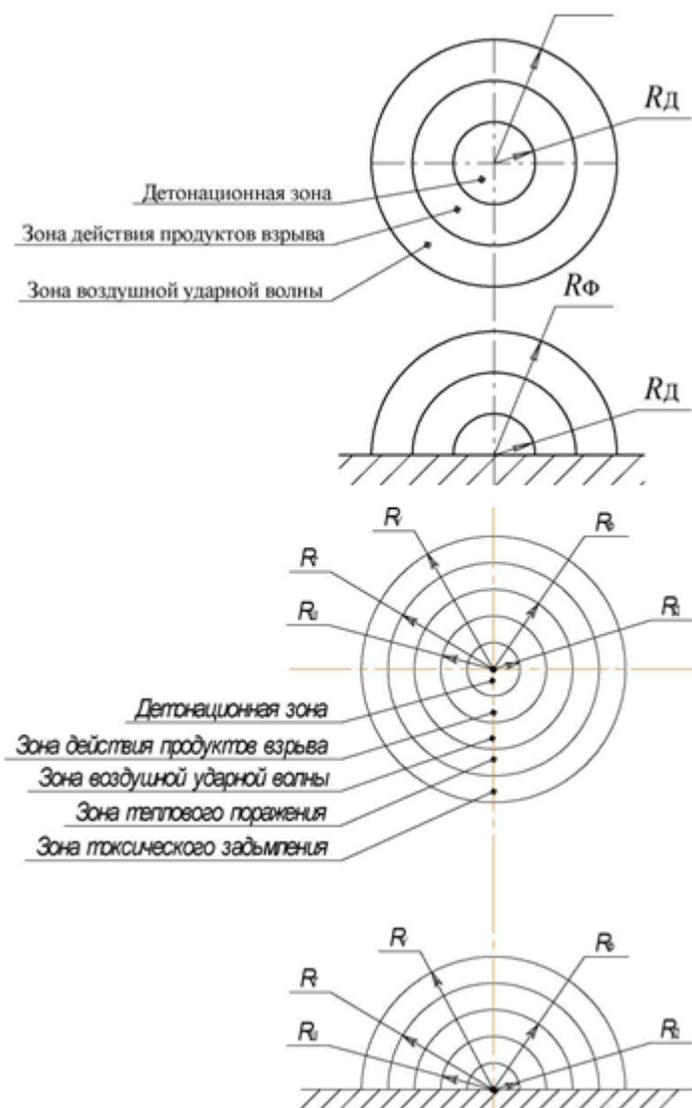


Рис. 2.1. Схема взрыва ГВС и ЛВС

4. Для реализации комбинированного или детонационного взрыва для ГВС и ЛВС обязательным условием является создание концентрации продукта в воздухе в пределах нижнего и верхнего концентрационного предела воспламенения (НКПВ, ВКПВ).

Нижним концентрационным пределом воспламенения (НКПВ) называется минимальное количество горючего вещества, которого при соответствующих условиях достаточно для возникновения взрыва.

Верхним концентрационным пределом воспламенения (ВКПВ) называется максимальное количество горючего вещества, при котором взрывообразование прекращается независимо от всех прочих необходимых условий.

2.2. Методика проведения расчетов. Расчет радиуса зоны детонации и давления во фронте ударной волны

Взрыв газозвушной смеси в открытом пространстве

Избыточное давление на границе зоны детонации принимается постоянным и приблизительно равным $\Delta P_d = 17 \text{ кгс/см}^2$ (1,7 МПа).

В расчетах принимают, что зона действия детонационной волны ограничена радиусом R_d , который определяется из допущения, что ГВС после разрушения емкости образует в открытом пространстве полусферическое облако. Объем полусферического облака может быть определен по формуле:

$$V = \frac{2}{3} \cdot \pi \cdot R_d^3, \text{ м}^3, \quad (2.1)$$

где $\pi = 3,14$.

Учитывая, что киломоль идеального газа при нормальных условиях занимает $22,4 \text{ м}^3$, объем образовавшейся ГВС при аварийной ситуации составит

$$V = \frac{22,4 \cdot k \cdot Q \cdot 100}{m_k C}, \text{ м}^3, \quad (2.2)$$

где k – коэффициент, учитывающий долю активного газа (долю продукта, участвующего во взрыве);

Q – количество сжиженных углеводородных газов в воздухе, кг;

C – стехиометрическая концентрация газа в % по объему m_k – молярная масса газа, кг/кмоль.

Из условия равенства полусферы и объема образовавшейся смеси, получим

$$R_d = 10 \cdot \sqrt[3]{\frac{Q \cdot k}{m_k \cdot C}}, \text{ м.} \quad (2.3)$$

Значение коэффициента k принимают в зависимости от способа хранения продукта:

$k = 1$ – для резервуаров с газообразным веществом;

$k = 0,6$ – для газов, сжиженных под давлением;

$k = 0,1$ – для газов, сжиженных охлаждением (хранящихся в изотермических емкостях);

$k = 0,05$ – при аварийном разливе легко воспламеняющихся жидкостей.

Зона действия воздушной ударной волны (ВУВ) начинается сразу за внешней границей облака ГВС. Давление во фронте ударной волны ΔP_ϕ зависит от расстояния до центра взрыва и определяется по рис. 2.2 или табл. 2.1, исходя из соотношения:

$$\Delta P_\phi = f\left(\frac{R}{R_d}\right), \quad (2.4)$$

где R – расстояние от центра взрыва до рассматриваемой точки.

Таблица 2.1

Зависимость давления от расстояния до центра взрыва

R/R _d	0–1	1,01	1,04	1,08	1,2	1,4	1,8	2,7	3	4	5	6	8	12	20
ΔP_ϕ , кгс/см ²	1700	1232	814	568	400	300	200	100	80	50	40	30	20	10	5

Пример. Определить значение Q , при котором объект, выдерживающий нагрузку кгс/см $\Delta P_\phi = 0,3$ кгс/см, и удаленный на 60 м не будет разрушен. На пересечении вертикальной линии $r = 60$ м с наклонной $\Delta P_\phi = 0,3$ кгс/см², получим точку А2, соответствующую $Q = 320$ кг.

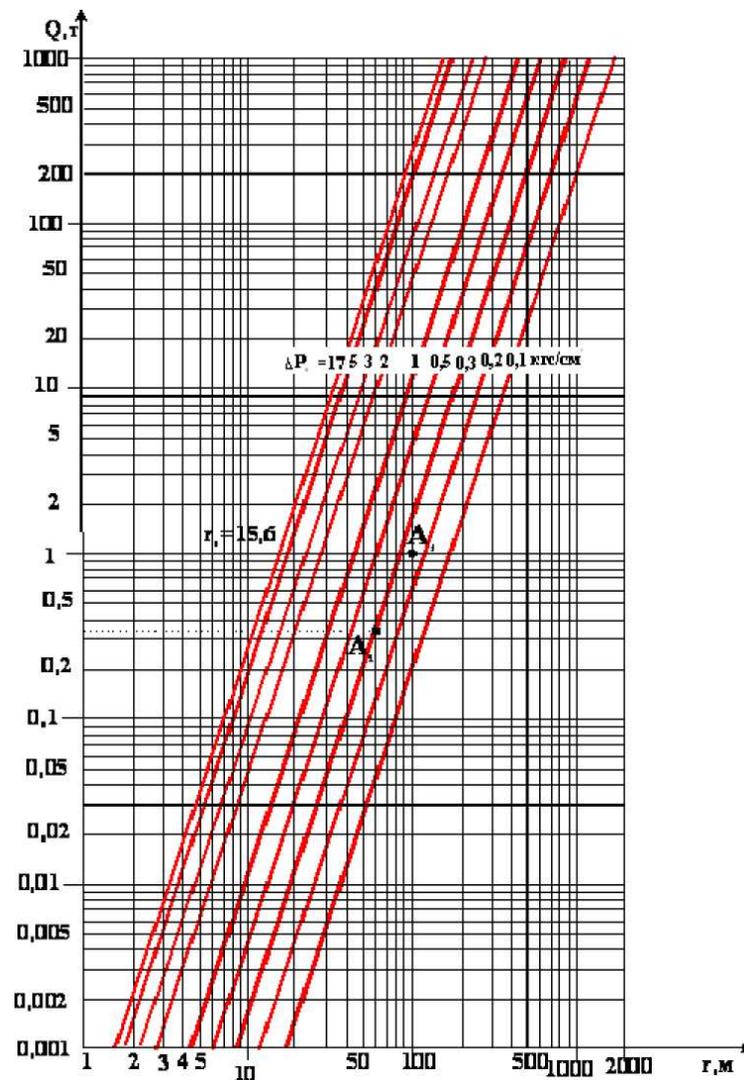


Рис. 2.2. Изменение значений ΔP_ϕ , кгс/см при взрыве пропанобутановых ГВС в зависимости от массы сжиженного газа Q , кг и расстояния $R = r$, м

Взрыв газопаровоздушной смеси в производственных помещениях

При взрыве газопаровоздушных смесей (ГПВС) зону детонационной волны, ограниченную радиусом R_d , можно определить по формуле:

$$R_d = \frac{1}{24} \cdot \sqrt[3]{E}, \text{ м}, \quad (2.5)$$

где E – энергия взрыва смеси, определяемая из выражения:

$$E = \frac{80 \cdot V_{\text{п}} \cdot \rho_{\text{смх}} \cdot Q_{\text{смх}}}{C}, \text{ кДж}, \quad (2.6)$$

где $V_{\text{п}}$ – объем помещения, м^3 ;

C – стехиометрическая объемная концентрация горючего, %;

$\rho_{\text{смх}}$ – плотность смеси стехиометрического состава, кг/м^3 ;

$Q_{\text{смх}}$ – энергия взрывчатого превращения единицы массы смеси стехиометрического состава, кДж/кг .

Далее принимается, что за пределами зоны детонационной волны с давлением 1,7 МПа действует воздушная ударная волна, давление во фронте которой определяется по рис. 2.2 или табл. 2.1, исходя из соотношения (2.4).

Взрыв пылевоздушной смеси в производственных помещениях

При нарушении герметичности технологических аппаратов пыль выбрасывается в помещение, где вместе с накопившейся пылью смешивается с воздухом, образуя пылевоздушную смесь (ПВС), способную гореть. Искровой разряд приводит к взрывному горению смеси.

В отличие от газовых смесей образование взрывоопасного облака пыли в помещении может происходить в процессе самого горения. Взрыву в большинстве случаев предшествуют локальные микровзрывы (хлопки) в оборудовании, резервуарах и воспламенения в отдельных участках здания, что вызывает встряхивание пыли, осевшей на полу, стенах и других строительных конструкциях и оборудовании. Это приводит к образованию взрывоопасных концентраций пыли во всем объеме помещения, взрыв которой вызывает сильные разрушения.

При оперативном прогнозировании последствий взрыва ПВС принимают, что процесс развивается в детонационном режиме.

Зону детонационной волны, ограниченную радиусом R_d , можно определить по формуле (2.5), в которой энергия взрыва определяется из выражения:

$$E = m \cdot Q, \text{ кДж}, \quad (2.7)$$

где Q – удельная теплота сгорания вещества, образовавшего пыль, кДж/кг ; m – расчетная масса пыли, кг .

При оперативном прогнозировании расчетная масса пыли определяется из наилучшего по последствиям условия, что свободный объем помещения (свободный объем помещения составляет 80% от общего объема V_n) будет полностью заполнен взвешенным дисперсным продуктом, образуя при этом пылевоздушную смесь стехиометрической концентрации:

$$m = 0,8 \cdot 10^{-3} \cdot V_p \cdot C, \text{ кг}, \quad (2.8)$$

где V_p – объем помещения, м^3 ;

C – стехиометрическая концентрация пыли, г/м^3 , определяется по формуле:

$$C \approx 3 \cdot \varphi_{\text{НКПВ}}, \text{ г/м}^3, \quad (2.9)$$

где $\varphi_{\text{НКПВ}}$ – нижний концентрационный предел воспламенения, г/м^3 .

Давление во фронте воздушной ударной волны определяется по рис. 2.2 или табл. 2.1, исходя из соотношения (2.4). Давление в зоне детонации принимается постоянным и равным 1,7 МПа.

2.3. Определение степени разрушения объектов инженерно-технического комплекса (ИТК)

Степень разрушения объектов ИТК – зданий, сооружений, транспорта определяется путем сравнения величины $\Delta P_{\text{ф}}$ с предельными значениями избыточного давления для отдельных элементов ИТК (табл. 2.2).

Слабые разрушения – частичное разрушение внутренних перегородок, кровли, дверных и оконных коробок, легких построек и др. Основные несущие конструкции сохраняются. Для полного восстановления требуется капитальный ремонт. Ущерб – 10–15 % от стоимости зданий.

Средние разрушения – разрушение меньшей части несущих конструкций. Большая часть несущих конструкций сохраняется и лишь частично деформируется. Может сохраняться часть ограждающих кон-

струкций (стен), однако при этом второстепенные и несущие конструкции могут быть частично разрушены. Здание выводится из строя, но может быть восстановлено. Ущерб – 30–40 %.

Сильные разрушения – разрушение большей части несущих конструкций. При этом могут сохраняться наиболее прочные элементы здания, каркасы, ядра жесткости, частично стены и перекрытия нижних этажей. При сильном разрушении образуется завал. Восстановление возможно с использованием сохранившихся частей и конструктивных элементов. В большинстве случаев восстановление нецелесообразно. Ущерб – 50 %.

Полное разрушение – полное обрушение здания, от которого могут сохраниться только поврежденные (или неповрежденные) подвалы и незначительная часть прочных элементов. При полном разрушении образуется завал. Здание восстановлению не подлежит.

Таблица 2.2

Степень разрушения объектов (зданий, сооружений, транспорта) в зависимости от избыточного давления (ΔP_ϕ , кПа)

Элементы ИТК	Степень разрушения		
	сильная	средняя	слабая
Цех с легким металлическим каркасом	50–30	30–20	20–10
Кирпичные здания	30–20	20–12	2–8
Цистерны ж/д	90–60	60–40	40–20
Грузовая машина	> 50	50–40	40–20
ЛЭП	120–80	80–50	50–20
Трубопроводы:			
наземные	>130	130–50	50–20
на эстакаде	50–40	40–30	30–20
Резервуары ГСМ:			
наземные	100–50	50–30	30–10
подземные	200–100	100–50	50–30
ТЭС	25–20	20–15	15–10
Водонапорная башня	60–40	40–20	20–10
Деревянные дома	30–20	20–10	< 10

2.4. Определение зоны ЧС

Если $\Delta P_\phi < 200$ кПа по формуле:

$$R_{зчс} = R_d \sqrt[3]{\frac{\left(\frac{233}{\Delta P_\phi} + 1\right)^2 - 1}{0,41}}, \text{ м}, \quad (2.10)$$

где $R_{зчс}$ – радиус зоны ЧС при взрыве, м.

Если $\Delta P_\phi > 200$ кПа, то $R_{зчс}$ можно определить по формуле:

$$R_{зчс} = \sqrt[3]{\frac{R_d \cdot 1300}{\Delta P_\phi - 50}}, \text{ м}, \quad (2.11)$$

Площадь зоны ЧС ($S_{чс}$, м²) определяется по формуле:

$$S_{чс} = \pi \cdot R_{зчс}^2, \text{ м}, \quad (2.12)$$

Усредненная по площади интегральная степень разрушения объекта в результате воздействия избыточного давления воздушной ударной волны D , %, составит

$$D = \frac{S_{чс}}{S} \cdot 100, \%, \quad (2.13)$$

где S – площадь производственной территории объекта, м².

Восстановление объекта экономики целесообразно, если разрушения зданий и сооружений не превышают 40 %. По результатам вычислений сделать соответствующий вывод.

Безопасный радиус зоны ЧС при взрыве ТВС $R_{БЕЗ} \Delta P$, м, от воздействия избыточного давления ΔP_ϕ в зоне действия ударной волны, определяется с помощью выражения (2.10). Из табл. 2.2 выбирается наименьшее значение ΔP_ϕ для заданных объектов ИТК, соответствующее слабой степени их разрушения.

По результатам расчетов необходимо сделать заключение о последствиях ЧС со взрывом.

Задание по работе

Исходные данные для определения зоны ЧС при взрыве ГВС или ПВС, принимают по табл. 2.3, согласно номеру варианта, который задает преподаватель. Данные о характеристиках газопаровоздушных смесей, необходимые для расчета, представлены в табл. 2.4.

Таблица 2.3

	Задача	Вещество	Количество газов в воздухе Q_0 , кг	Доля активного газа, к	Удельная теплота сгорания вещества, образовавшегося пыль Q_0 , МДж / кг	ФНКПВ, г/м ³	Объем помещения, V_0 , м ³	Расстояние от центра взрыва, R , м
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1.1	Ацетилен	15,1	1	–	–	–	37,5
2	1.2	Ацетон	–	–	–	–	648	18,3
3	1.3	Полиэтилен	–	–	47,1	45,0	185	10,0
4	1.1	Аммиак	10,0	1	–	–	–	26,0
5	1.2	Бензол	–	–	–	–	450	11,8
6	1.3	Нафталин	–	–	39,9	2,5	357	15,4
7	1.1	Водород	17,8	0,6	–	–	–	22,4
8	1.2	Гексан	–	–	–	–	564	13,4
9	1.3	Алюминий	–	–	30,13	58,0	723	16,5
10	1.1	Этилен	13,8	0,85	–	–	–	25,8

Таблица 2.4

Характеристики газопаровоздушных смесей

Вещество, характеризующее смесь	Формула вещества, образующего смесь	Характеристики смеси			
		m_k , кг/кмоль	$P_{смх}$, кг/м ³	$Q_{смх}$, МДж/кг	C_s , об. %
Ацетилен	C2H2	26	1,278	3,387	7,75
Ацетон	C3H6O	58	1,210	3,112	4,99
Аммиак	CH3	15	1,180	2,370	19,72
Бензол	C6H6	78	1,350	2,937	2,84
Водород	H2	2	0,933	3,425	29,59
Гексан	C6H14	86	1,340	2,797	2,16
Этилен	C2H4	28	1,285	3,010	6,54

Примечание: $1 \text{ кгс/см}^2 = 98066,5 \text{ Па}$; $1 \text{ Па} = 10,197 \cdot 10^{-6} \text{ кгс/см}^2$.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3. АНАЛИЗ РИСКА ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Цель работы: ознакомиться с основными методами анализа опасностей и риска аварий на опасных производственных объектах, их принципами, терминами и понятиями анализа риска, а также с общими требованиями к процедуре и оформлению результатов.

3.1. Общие сведения. Термины и их определения

Анализ риска аварий на ОПО (далее – анализ риска) является составной частью управления промышленной безопасностью. Анализ риска заключается в систематическом использовании всей доступной информации для идентификации опасностей и оценки риска возможных нежелательных событий.

Результаты анализа риска используются при декларировании промышленной безопасности опасных производственных объектов, экспертизе промышленной безопасности, обосновании технических решений по обеспечению безопасности, страховании, экономическом анализе безопасности по критериям «стоимость – безопасность – выгода», оценке

воздействия хозяйственной деятельности на окружающую природную среду и при других процедурах, связанных с анализом безопасности.

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

Анализ риска аварии – процесс идентификации опасностей и оценки риска аварии на опасном производственном объекте для отдельных лиц или групп людей, имущества или окружающей природной среды.

Идентификация опасностей аварии – процесс выявления и признания, что опасности аварии на опасном производственном объекте существуют, и определение их характеристик.

Опасность аварии – угроза, возможность причинения ущерба человеку, имуществу и (или) окружающей среде вследствие аварии на опасном производственном объекте. Опасности аварий на опасных производственных объектах связаны с возможностью разрушения сооружений и (или) технических устройств, взрывом и (или) выбросом опасных веществ с последующим причинением ущерба человеку, имуществу и (или) нанесением вреда окружающей природной среде.

Опасные вещества – воспламеняющиеся, окисляющие, горючие, взрывчатые, токсичные, высокотоксичные вещества и вещества, представляющие опасность для окружающей природной среды, перечисленные в Законе Кыргызской Республики от 2 августа 2016 года № 160 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».

Оценка риска аварии – процесс, используемый для определения вероятности (или частоты) и степени тяжести последствий реализации опасностей аварий для здоровья человека, имущества и/или окружающей природной среды. Оценка риска включает анализ вероятности (или частоты), анализ последствий и их сочетания.

Приемлемый риск аварии – риск, уровень которого допустим и обоснован, исходя из социально-экономических соображений. Риск эксплуатации объекта является приемлемым, если ради выгоды, получаемой от эксплуатации объекта, общество готово пойти на этот риск.

Риск аварии – мера опасности, характеризующая возможность возникновения аварии на ОПО и тяжесть ее последствий. Основными количественными показателями риска аварии являются:

- технический риск – вероятность отказа технических устройств с последствиями определенного уровня (класса) за определенный период функционирования опасного производственного объекта;
- индивидуальный риск – частота поражения отдельного человека в результате воздействия исследуемых факторов опасности аварий;

- потенциальный территориальный риск (или потенциальный риск) – частота реализации поражающих факторов аварии в рассматриваемой точке территории;
- коллективный риск – ожидаемое количество пораженных в результате возможных аварий за определенный период времени;
- социальный риск или F/N кривая – зависимость частоты возникновения событий F , в которых пострадало на определенном уровне не менее N человек от этого числа N . Характеризует тяжесть последствий (катастрофичность) реализации опасностей;
- ожидаемый ущерб – математическое ожидание величины ущерба от возможной аварии за определенный период времени.

Требования промышленной безопасности – условия, запреты, ограничения и другие обязательные требования, содержащиеся в Законе Кыргызской Республики от 2 августа 2016 года № 160 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» и иных нормативных правовых актов КР, а также в нормативных технических документах, которые принимаются в установленном порядке и соблюдение которых обеспечивает промышленную безопасность.

Ущерб от аварии — потери (убытки) в производственной и непроизводственной сфере жизнедеятельности человека, вред окружающей природной среде, нанесенные в результате аварии на ОПО и исчисляемые в денежном эквиваленте.

3.2. Порядок проведения анализа риска

В соответствии с методическими указаниями процесс проведения анализа риска включает следующие основные этапы:

- планирование и организация работ;
 - идентификация опасностей;
 - оценка риска;
 - разработка рекомендаций по уменьшению риска.
- На этапе *планирования работ* следует:
- определить анализируемый ОПО и дать его общее описание;
 - описать причины и проблемы, которые вызвали необходимость проведения анализа риска;
 - подобрать группу исполнителей для проведения анализа риска;
 - определить и описать источники информации об ОПО;
 - указать ограничения исходных данных, финансовых ресурсов и другие обстоятельства, определяющие глубину, полноту и детальность проводимого анализа риска;

- четко определить цели и задачи проводимого анализа риска;
- обосновать используемые методы анализа риска;
- определить критерии приемлемого риска.

Основные задачи этапа *идентификации опасностей* – выявление и четкое описание всех источников опасностей и путей (сценариев) их реализации. Это ответственный этап анализа, так как не выявленные на этом этапе опасности не подвергаются дальнейшему рассмотрению и исчезают из поля зрения.

При идентификации следует определить, какие элементы, технические устройства, технологические блоки или процессы в технологической системе требуют более серьезного анализа и какие представляют меньший интерес с точки зрения безопасности.

Основные задачи этапа *оценки риска* связаны:

- 1) с определением частот возникновения инициирующих и всех нежелательных событий;
- 2) с оценкой последствий возникновения нежелательных событий;
- 3) с обобщением оценок риска.

Для определения частоты нежелательных событий рекомендуется использовать:

- статистические данные по аварийности и надежности технологической системы, соответствующие специфике опасного производственного объекта или виду деятельности;
- логические методы анализа «деревьев событий», «деревьев отказов», имитационные модели возникновения аварий в человеко-машинной системе;
- экспертные оценки путем учета мнения специалистов в данной области.

Разработка *рекомендаций по уменьшению риска* является заключительным этапом анализа риска. В рекомендациях представляются обоснованные меры по уменьшению риска, основанные на результатах оценок риска.

Меры по уменьшению риска могут иметь технический и (или) организационный характер. В выборе типа меры решающее значение имеет общая оценка действенности и надежности мер, оказывающих влияние на риск, а также размер затрат на их реализацию.

В большинстве случаев первоочередными мерами обеспечения безопасности, как правило, являются меры предупреждения аварии. Выбор планируемых для внедрения мер безопасности имеет следующие приоритеты:

- 1) меры уменьшения вероятности возникновения аварийной ситуации, включающие в себя:
 - меры уменьшения вероятности возникновения инцидента;
 - меры уменьшения вероятности перерастания инцидента в аварийную ситуацию.
- 2) меры уменьшения тяжести последствий аварии, которые, в свою очередь, имеют следующие приоритеты:
 - меры, предусматриваемые при проектировании опасного объекта (например, выбор несущих конструкций, запорной арматуры);
 - меры, относящиеся к системам противоаварийной защиты и контроля (например, применение газоанализаторов);
 - меры, касающиеся готовности эксплуатирующей организации к локализации и ликвидации последствий аварий.

3.3. Методы проведения анализа риска

При выборе методов проведения анализа риска необходимо учитывать этапы функционирования объекта (проектирование, эксплуатация и т. д.), цели анализа, критерии приемлемого риска, тип анализируемого ОПО и характер опасности, наличие ресурсов для проведения анализа, опыт и квалификацию исполнителей, наличие необходимой информации и другие факторы.

На стадии *идентификации опасностей* рекомендуется использовать один или несколько из перечисленных ниже методов анализа риска:

- «что будет, если...?»;
- проверочный лист;
- анализ опасности и работоспособности;
- анализ вида и последствий отказов;
- анализ «дерева отказов»;
- анализ «дерева событий»;
- соответствующие эквивалентные методы.

1. Методы «Проверочного листа» и «Что будет, если...?» или их комбинация относятся к группе методов качественных оценок опасности, основанных на изучении соответствия условий эксплуатации объекта или проекта требованиям промышленной безопасности.

Результатом проверочного листа является перечень вопросов и ответов о соответствии ОПО требованиям промышленной безопасности и указания по их обеспечению. Метод проверочного листа отличается от «Что будет, если...?» более обширным представлением исходной информации и представлением результатов о последствиях нарушений безопасности.

Эти методы наиболее просты (особенно при обеспечении их вспомогательными формами, унифицированными бланками, облегчающими на практике проведение анализа и представление результатов), нетрудоемкие (результаты могут быть получены одним специалистом в течение одного дня) и наиболее эффективны при исследовании безопасности объектов с известной технологией.

2. Метод «Анализ вида и последствий отказов» (АВПО) применяется для качественного анализа опасности рассматриваемой технической системы (под технической системой в зависимости от целей анализа могут пониматься как совокупность технических устройств, так и отдельные технические устройства или их элементы). Существенной чертой этого метода является рассмотрение каждого аппарата (установки, блока, изделия) или составной части системы (элемента) на предмет того, как он стал неисправным (вид и причина отказа), и какое было бы воздействие отказа на техническую систему.

Анализ вида и последствий отказа можно расширить до количественного **анализа вида, последствий и критичности отказа** (АВПКО). В этом случае каждый вид отказа ранжируется с учетом двух составляющих критичности – вероятности (или частоты) и тяжести последствий отказа. Определение параметров критичности необходимо для выработки рекомендаций и приоритетности мер безопасности.

Результаты анализа представляются в виде таблиц с перечнем оборудования, видом и причин возможных отказов, частотой, последствиями, критичностью, средствами обнаружения неисправности (сигнализаторы, приборы контроля и т. п.) и рекомендациями по уменьшению опасности.

Систему классификации отказов по критериям вероятности – тяжести последствий следует конкретизировать для каждого объекта или технического устройства с учетом его специфики.

В табл. 3.1 в качестве примера приведены показатели (индексы) уровня и критерии критичности по вероятности и тяжести последствий отказа. Для анализа выделены четыре группы, которым может быть нанесен ущерб от отказа: персонал, население, имущество (оборудование, сооружения, здания, продукция и т. п.), окружающая среда.

Матрица «вероятность – тяжесть последствий»

Частота возникновения отказа 1 / год		Тяжесть последствий отказов			
		Катастрофический отказ	Критический отказ	Некритический отказ	Отказ с пренебрежимо малыми последствиями
Частый отказ	> 1	А	А	А	С
Вероятный отказ	$1-10^{-2}$	А	А	В	С
Возможный отказ	$10^{-2}-10^{-4}$	А	В	В	С
Редкий отказ	$10^{-4}-10^{-6}$	А	В	С	Д
Практически невероятный отказ	$<10^{-6}$	В	С	С	Д

В табл. 3.1 применены следующие варианты критериев:

- а) критерии отказов по тяжести последствий:
 - катастрофический отказ – приводит к смерти людей, существенному ущербу имуществу, наносит невосполнимый ущерб окружающей среде;
 - критический/некритический отказ – угрожает/не угрожает жизни людей, приводит / не приводит к существенному ущербу имуществу, окружающей среды;
 - отказ с пренебрежимо малыми последствиями – отказ, не относящийся по своим последствиям ни к одной из первых трех категорий.
- б) категории (критичность) отказов:
 - «А» – обязателен количественный анализ риска или требуются особые меры обеспечения безопасности;
 - «В» – желателен количественный анализ риска или требуется принятие определенных мер безопасности;

- «С» – рекомендуется проведение качественного анализа опасностей или принятие некоторых мер безопасности;
- «Д» – анализ и принятие специальных (дополнительных) мер безопасности не требуется.

Методы АВПО, АВПКО применяются, как правило, для анализа проектов сложных технических систем или технических решений. Выполняется группой специалистов различного профиля (например, специалист по технологии, химическим процессам, инженер-механик) из 3–7 человек в течение нескольких дней, недель.

3. В методе «**Анализ опасности и работоспособности**» (АОР) исследуется влияние отклонений технологических параметров (температуры, давления и пр.) от регламентных режимов с точки зрения возможности возникновения опасности. АОР по сложности и качеству результатов соответствует уровню АВПО, АВПКО.

В процессе анализа для каждой составляющей опасного производственного объекта или технологического блока определяются возможные отклонения, причины и указания по их недопущению. При характеристике отклонения используются ключевые слова «нет», «больше», «меньше», «так же как», «другой», «иначе чем», «обратный» и т. п. Применение ключевых слов помогает исполнителям выявить все возможные отклонения. Конкретное сочетание этих слов с технологическими параметрами определяется спецификой производства.

Примерное содержание ключевых слов следующее:

- «НЕТ» – отсутствие прямой подачи вещества, когда она должна быть;
- «БОЛЬШЕ (МЕНЬШЕ)» – увеличение (уменьшение) значений режимных переменных по сравнению с заданными параметрами (температуры, давления, расхода);
- «ТАК ЖЕ КАК» – появление дополнительных компонентов (воздух, вода, примеси);
- «ДРУГОЙ» – состояние, отличающиеся от обычной работы (пуск, остановка, повышение производительности и т. д.);
- «ИНАЧЕ ЧЕМ» – полное изменение процесса, непредвиденное событие, разрушение, разгерметизация оборудования;
- «ОБРАТНЫЙ» – логическая противоположность замыслу, появление обратного потока вещества.

Результаты анализа представляются на специальных технологических листах (таблицах). Степень опасности отклонений может быть определена количественно путем оценки вероятности и тяжести последствий рассматриваемой ситуации по критериям критичности аналогично методу АВПКО (табл. 3.1).

Отметим, что метод АОР, так же как АВПКО, кроме идентификации опасностей и их ранжирования, позволяет выявить неясности и неточности в инструкциях по безопасности и способствует их дальнейшему совершенствованию. Недостатки методов связаны с затрудненностью их применения для анализа комбинаций событий, приводящих к аварии.

4. Практика показывает, что крупные аварии, как правило, характеризуются комбинацией случайных событий, возникающих с различной частотой на разных стадиях возникновения и развития аварии (отказы оборудования, ошибки человека, нерасчетные внешние воздействия, разрушение, выброс, пролив вещества, рассеяние веществ, воспламенение, взрыв, интоксикация и т. д.). Для выявления причинно-следственных связей между этими событиями используют **логику-графические методы анализа «деревьев отказов» и «деревьев событий»**.

При анализе «деревьев отказов» (АДО) выявляются комбинации отказов (неполадок) оборудования, инцидентов, ошибок персонала и нерасчетных внешних (техногенных, природных) воздействий, приводящих к головному событию (аварийной ситуации). Метод используется для анализа возможных причин возникновения аварийной ситуации и расчета ее частоты (на основе знания частот исходных событий). При анализе дерева отказа (аварии) рекомендуется определять минимальные сочетания событий, определяющие возникновение или невозможность возникновения аварии (минимальное пропускное и отсеочное сочетания соответственно).

Анализ «дерева событий» (АДС) – алгоритм построения последовательности событий, исходящих из основного события (аварийной ситуации). Используется для анализа развития аварийной ситуации. Частота каждого сценария развития аварийной ситуации рассчитывается путем умножения частоты основного события на условную вероятность конечного события (например, аварии с разгерметизацией оборудования с горючим веществом в зависимости от условий могут развиваться как с воспламенением, так и без воспламенения вещества).

5. **Методы количественного анализа риска**, как правило, характеризуются расчетом нескольких показателей риска, упомянутых при определении **риска аварии**, и могут включать один или несколько вышеупомянутых методов (или использовать их результаты). Проведение количественного анализа требует высокой квалификации исполнителей, большого объема информации по аварийности, надежности оборудования, проведения экспертных работ, учета особенностей окружающей местности, метеоусловий, времени пребывания людей в опасных зонах и других факторов.

Количественный анализ риска позволяет оценивать и сравнивать различные опасности по единым показателям и наиболее эффективен:

- на стадии проектирования и размещения ОПО;
- при обосновании и оптимизации мер безопасности;
- при оценке опасности крупных аварий на опасных производственных объектах, имеющих однотипные технические устройства (например, магистральные трубопроводы);
- при комплексной оценке опасностей аварий для людей, имущества и окружающей природной среды.

Рекомендации по выбору методов анализа риска для различных видов деятельности и этапов функционирования ОПО представлены в табл. 3.2., в которой приняты следующие обозначения:

«0» – наименее подходящий метод анализа;

«+» – рекомендуемый метод;

«++» – наиболее подходящий метод.

Таблица 3.2

Рекомендации по выбору методов анализа риска

Метод	Вид деятельности				
	Размещение (предпроектные работы)	Проектирование	Ввод / вывод из эксплуатации	Эксплуатация	Реконструкция
Анализ «Что будет, если...?»	0	+	++	++	+
Метод проверочного листа	0	+	+	++	+
Анализ опасности и работоспособности	0	++	+	+	++
Анализ видов и последствий отказов	0	++	+	+	++
Анализ деревьев отказов и событий	0	++	+	+	++
Количественный анализ риска	++	++	0	+	++

Методы могут применяться изолированно или в дополнение друг к другу, причем методы качественного анализа могут включать количественные критерии риска (в основном по экспертным оценкам с использованием, например, матрицы «вероятность – тяжесть последствий» ранжирования опасности). По возможности полный количественный анализ риска должен использовать результаты качественного анализа опасностей.

Пример. Применение метода качественного анализа опасности.

В табл. 3.3 представлен фрагмент результатов анализа опасности и работоспособности цеха холодильно-компрессорных установок.

Таблица 3.3

Перечень отклонений при применении метода изучения опасности и работоспособности компрессорного узла цеха холодильно-компрессорных установок (фрагмент результатов)

Ключевое	Отклонение	Причины	Последствия	В	Т	К	Рекомендации
Меньше	Нет потока вещества	1. Разрыв трубопровода	Выброс аммиака	2	4	6	Установить систему
		2. Отказ в системе э/питания	Опасности нет	3	1	4	Повысить надежность системы резервирования
Больше	Повышение давления нагнетания компрессора	3. Закрыт нагнетательный вентиль	Разрушение компрессора и выброс аммиака	1	2	3	Заменить реле давления, предохранительный и обратные клапана
		4. Отсутствует или недостаточная подача воды на конденсатор	Как в п. 3	1	2	3	

Продолжение табл. 3.3

Ключевое	Отклонение	Причины	Последствия	B	T	K	Рекомендации
		5. Наличие большого количества воздуха в конденсаторе	Образование взрывоопасной смеси	1	3	4	
	Повышение температуры нагнетательного компрессора	6. Нет протока воды через охлаждаемую рубашку компрессора	Разрушение компрессора с выбросом аммиака	1	2	3	Установить реле температуры на компрессорах ВД и НД
		7. Чрезмерный перегрев паров аммиака на всасывании	Как в п. 6	1	2	3	
Меньше	Понижение давления всасывания	8. Повышенная производительность компрессора	Опасности нет	1	1	2	Проверить реле давления

В процессе анализа для каждой установки, производственной линии или блока определяются возможные отклонения, причины и рекомендации по обеспечению безопасности. При характеристике каждого возможного отклонения используются ключевые слова «нет», «больше», «меньше», «так же как», «другой», «иначе чем», «обратный» и т. п.

В табл. 3.3 представлены также экспертные балльные оценки вероятности возникновения рассматриваемого отклонения B , тяжести последствий T и показателя критичности $K = B + T$. Показатели B и T определялись по 4-балльной шкале (балл, равный 4, соответствует максимальной опасности).

Отклонения, имеющие повышенные значения критичности, далее рассматривались более детально, в том числе при построении сценариев аварийных ситуаций и количественной оценки риска.

Отклонения, имеющие повышенные значения критичности, далее рассматривались более детально, в том числе при построении сценариев аварийных ситуаций и количественной оценки риска.

3.4. Требования к оформлению результатов анализа риска

В отчет рекомендуется включать:

- титульный лист;
- список исполнителей с указанием должностей, научных званий, организации;
- аннотацию;
- содержание (оглавление);
- задачи и цели проведенного анализа риска;
- описание анализируемого опасного производственного объекта;
- методологию анализа, исходные предположения и ограничения, определяющие пределы анализа риска;
- описание используемых методов анализа, моделей аварийных процессов и обоснование их применения;
- исходные данные и их источники, в том числе данные по аварийности и надежности оборудования;
- результаты идентификации опасности;
- результаты оценки риска;
- анализ неопределенностей результатов оценки риска;
- обобщение оценок риска, в том числе с указанием наиболее «слабых мест»;
- рекомендации по уменьшению риска;
- заключение;
- перечень используемых источников информации.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4. ОЦЕНКА ПОСЛЕДСТВИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ АВАРИЙ С ВЫБРОСОМ ОПАСНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ (ОХВ)

Цель работы: ознакомиться с возможными стадиями развития аварии, конфигурациями оборудования и схемы его разрушения.

Приобретение навыков определения концентрации ОХВ в атмосфере, а также длины зоны химического заражения, где возможно смертельное поражение незащищенных людей.

4.1. Общие сведения. Термины и их определения

Опасное химическое вещество (ОХВ) – прямое или опосредованное воздействие которого на человека может вызвать острые и хронические заболевания людей или их гибель.

Авария – разрушение сооружений и(или) технических устройств, применяемых на ОПО, неконтролируемый взрыв и (или) выброс опасных веществ.

Химическая авария – авария на химически опасном объекте, сопровождающаяся проливом или выбросом опасных химических веществ, способная привести к гибели или химическому заражению людей, продовольствия, пищевого сырья и кормов, сельскохозяйственных животных и растений или к химическому заражению окружающей природной среды.

Выброс опасного химического вещества – выход из технологических установок, емкостей для хранения или транспортирования опасного химического вещества или продукта в количестве, способном вызвать химическую аварию.

Пролив опасных химических веществ – вытекание при разгерметизации из технологических установок, емкостей для хранения или транспортирования ОХВ или продукта в количестве, способном вызвать химическую аварию.

Зона химического заражения – территория или акватория, в пределах которой распространены или куда привнесены ОХВ в концентрациях или количествах, создающих опасность для жизни и здоровья людей, для сельскохозяйственных животных и растений в течение определенного времени.

Первичное облако – облако ОХВ, образующееся в результате очень быстрого (1–2 мин.) перехода в атмосферу части ОХВ и распространяющееся по ветру от места выброса.

Вторичное облако (или шлейф) – облако ОХВ, образующееся в результате длительного выброса газа или сжиженного газа, а также в результате испарения ОХВ с подстилающей поверхности или из разгерметизированного оборудования и распространяющееся по ветру от места выброса.

Пороговая токсодоза – наименьшая ингаляционная токсодоза ОХВ, вызывающая у человека, не оснащенного средствами защиты органов дыхания, начальные признаки поражения организма с определенной вероятностью (табулированное значение для каждого ОХВ).

Смертельная (или летальная) токсодоза – наименьшая ингаляционная токсодоза ОХВ, вызывающая у человека, не оснащенного средствами защиты органов дыхания, смерть с 50 % вероятностью (табулированное значение для каждого ОХВ).

Разрушение оборудования – существенное нарушение целостности оборудования с образованием отверстий с размером, сопоставимым с размерами оборудования, при этом содержащееся в оборудовании ОХВ в жидком или газообразном состоянии мгновенно выбрасывается в окружающую среду.

Разгерметизация оборудования – образование в оборудовании отверстий с размером, существенно меньшим, чем размеры оборудования, через которые ОХВ в жидком или газообразном состоянии в течение некоторого времени поступает в окружающую среду.

ОХВ, рассматриваемые в данной практической работе, при нормальных условиях находятся либо в газообразном, либо в жидком состоянии. В технологическом оборудовании ОХВ могут находиться как в газообразном, так и в жидком состоянии. В последнем случае ОХВ может быть сжжено путем повышения давления или понижения температуры.

Границы зон химического заражения ОХВ рассчитываются по смертельной и пороговой токсодозам при ингаляционном воздействии на организм человека.

В зависимости от агрегатного состояния ОХВ в оборудовании и характера разрушения оборудования, возможно, провести расчеты для следующих случаев аварий:

- а) для ОХВ, находящегося в технологическом оборудовании в газообразном состоянии:**
- *сценарий 1*: полное разрушение оборудования, содержащего ОХВ в газообразном состоянии;
 - *сценарий 2*: нарушение герметичности (частичное разрушение) оборудования, содержащего ОХВ в газообразном состоянии.
- б) для ОХВ, находящегося в технологическом оборудовании в жидком состоянии:**
- *сценарий 3*: полное разрушение оборудования, содержащего ОХВ в жидком состоянии;
 - *сценарий 4*: нарушение герметичности (частичное разрушение) оборудования, содержащего ОХВ в жидком состоянии.

4.2. Возможные конфигурации оборудования и схемы его разрушения

1. Для емкости с газом или жидкой фазой возможно мгновенное разрушение (разрыв) емкости и выброс всего содержимого в окружающую среду (сценарий 1 или 3; рис. 4.1–4.2).

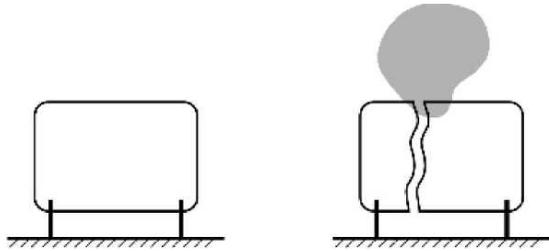


Рис. 4.1. Мгновенное разрушение емкости с газом (сценарий 1)

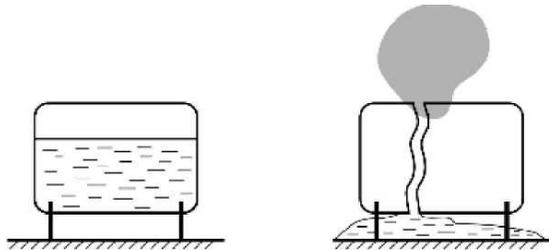


Рис. 4.2. Мгновенное разрушение емкости с жидкой фазой (сценарий 3)

2. Для емкости с газом или жидкой фазой возможно образование отверстия (разгерметизации) в стенке емкости и последующее истечение газа и (или) жидкости в окружающую среду (сценарий 2 или 4). При разгерметизации емкости с жидкой фазой возможно образование отверстия как выше, так и ниже уровня жидкости (рис. 4.3–4.5).

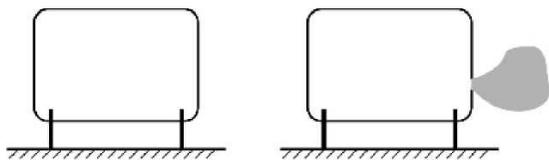


Рис. 4.3. Разгерметизация емкости с газом (сценарий 2)

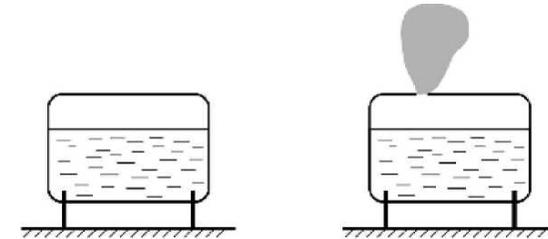


Рис. 4.4. Разгерметизация емкости с жидкой фазой выше уровня жидкости (сценарий 3)

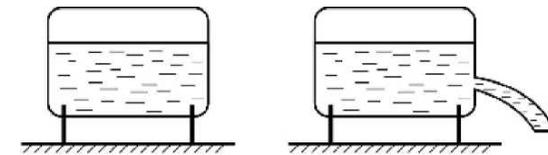


Рис. 4.5. Разгерметизация емкости с жидкой фазой ниже уровня жидкости (сценарий 4)

3. Для емкости с газом или жидкой фазой с присоединенным трубопроводом возможно образование отверстия разгерметизации в стенке трубопровода либо полный разрыв трубопровода на некотором расстоянии от емкости (сценарий 2 или 4). При этом трубопровод может быть оснащен запорной арматурой, которая при срабатывании изолирует разгерметизированный разрушенный участок трубопровода от емкости. В этом случае в окружающую среду поступают газ и (или) жидкость и (или) двухфазный поток. На рис. 4.6–4.8 отсекаемый участок аварийного трубопровода обозначен 1 и расположен справа от задвижки, которая, в свою очередь, расположена на трубопроводе около емкости.

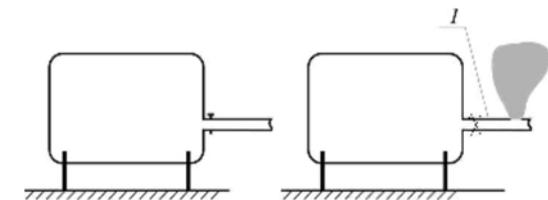


Рис. 4.6. Разгерметизация трубопровода с газом, присоединенного к емкости (1 – отсекаемый участок аварийного трубопровода) (сценарий 2)

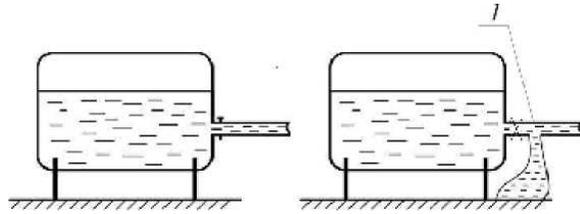


Рис. 4.7. Разгерметизация трубопровода с жидкой фазой, присоединенного к емкости (1 – отсекаемый участок аварийного трубопровода) (сценарий 4)

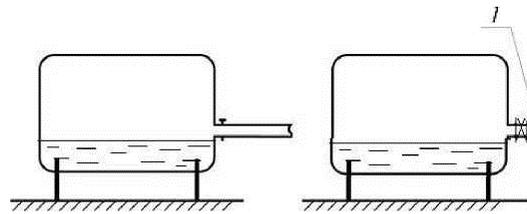


Рис. 4.8. Разгерметизация трубопровода с газовой фазой, присоединенного к емкости (1 – отсекаемый участок аварийного трубопровода) (сценарий 4)

4. Для трубопровода с газом или жидкой фазой с нагнетающим компрессором или насосом возможно образование аварийного отверстия разгерметизации в стенке трубопровода либо полный разрыв трубопровода на некотором расстоянии от емкости (сценарий 2 или 4). При этом трубопровод может быть оснащен запорной арматурой, которая при срабатывании изолирует разгерметизированный (разрушенный) участок трубопровода от емкости. В этом случае в окружающую среду поступают газ и (или) жидкость и (или) двухфазный поток. На рис. 4.9–4.10 отсекаемый участок аварийного трубопровода обозначен 1 и расположен справа от задвижки, которая, в свою очередь, расположена на трубопроводе около компрессора (насоса).

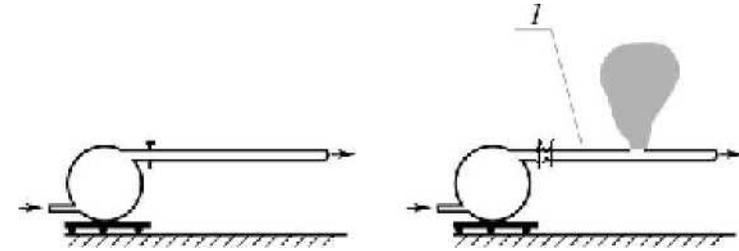


Рис. 4.9. Разгерметизация трубопровода с газом, присоединенного к компрессору (1 – отсекаемый участок аварийного трубопровода) (сценарий 2)

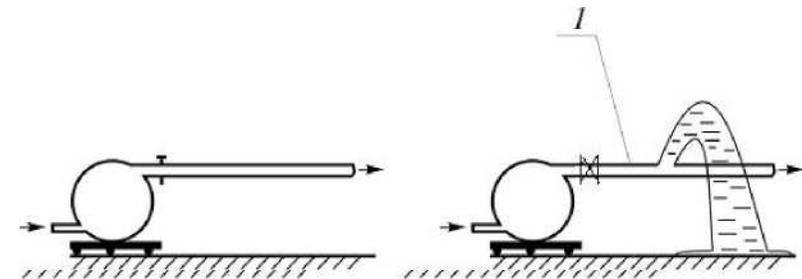


Рис. 4.10. Разгерметизация трубопровода с жидкой фазой, присоединенного к насосу (1 – отсекаемый участок аварийного трубопровода) (сценарий 4)

4.3. Возможные стадии развития аварии

В общем случае можно выделить восемь возможных стадий развития аварийной ситуации:

- разрушение оборудования и образование первичного облака;
- истечение жидкой фазы до отсечения аварийного участка;
- истечение жидкой фазы из аварийного участка после его отсечения;
- истечение газа при наличии пролива жидкой фазы и испарение с пролива;
- истечение газа из разрушенного оборудования при отсутствии пролива жидкой фазы;
- испарение с пролива при отсутствии истечения жидкости или газа из разрушенного оборудования;
- испарение из емкости при отсутствии пролива;

– ликвидация аварии (ликвидация отверстия разгерметизации и пролива).

Каждая из вышеперечисленных стадий вносит свой вклад в суммарную массу выброса ОХВ.

На каждой стадии аварии формируются свои облака опасного вещества в атмосфере (первичное и вторичное).

В зависимости от сценария, конфигурации оборудования, характера разрушения, свойств ОХВ и действий по ликвидации аварии, отдельные этапы, из приведенных выше, могут либо присутствовать, либо отсутствовать в той или иной аварийной ситуации.

Предполагается, что на каждой стадии процесс протекает стационарно.

Сценарий 1 (рис. 4.1)

Разрушение оборудования с выбросом всего объема ОХВ, образование первичного облака, рассеяние первичного облака и воздействие на окружающую среду.

Сценарий 2 (рис. 4.3; 4.6; 4.9)

Разрушение оборудования и истечение газа из разрушенного оборудования при отсутствии пролива жидкой фазы; рассеяние облака и воздействие на окружающую среду.

При истечении газа из разрушенного трубопровода возможно отсечение аварийного участка трубопровода (либо в результате использования запорной арматуры, либо в результате остановки компрессоров, подающих ОХВ в трубопровод, либо в результате того и другого) и истечение ОХВ из него. При этом также образуется облако, которое рассеивается в атмосфере и воздействует на окружающую среду.

Возможно прекращение выброса путем ликвидации отверстия (разгерметизации).

Сценарий 3 (рис. 4.2)

Разрушение оборудования с жидким ОХВ, выброс ОХВ в окружающую среду, при наличии перегрева у жидкой фазы, возможно ее вскипание с образованием в атмосфере газокапельного облака. Часть жидкой фазы может пролиться на подстилающую поверхность – либо в обваловку, либо на неограниченную площадь. Если температура кипения жидкости при этом меньше температуры поверхности, то произойдет вскипание жидкости при ее соприкосновении с подстилающей поверхностью. Из газовой фазы, содержащейся в оборудовании, из образовавшейся при вскипании

за счет перегрева жидкой фазы газокапельной фазы и из газа, образующегося при кипении пролива, образуется первичное облако, которое рассеивается в атмосфере, воздействуя на окружающую среду.

Из пролива происходит испарение ОХВ, в результате чего образуется вторичное облако, которое также рассеивается в атмосфере, воздействуя на окружающую среду.

Возможно прекращение поступления опасного вещества в окружающую среду путем ликвидации пролива.

Сценарий 4. Аварии на емкостях (рис. 4.4 и 4.5)

Разрушение оболочки емкости выше уровня жидкости и длительное истечение газа из разрушенного оборудования при отсутствии пролива жидкой фазы (если жидкость находится в перегретом состоянии, то происходит вскипание жидкости, в результате которого в дополнение к газовой фазе, содержащейся в емкости на момент начала аварии, добавится газовая фаза, образовавшаяся при кипении), рассеяние газового облака ОХВ (вторичного) и воздействие его на окружающую среду. Возможно прекращение выброса путем ликвидации аварийного отверстия (разгерметизации).

Разрушение оболочки емкости ниже уровня жидкости и истечение жидкой фазы из разрушенного оборудования, образование пролива на месте выброса.

Если жидкость в емкости находилась в перегретом состоянии, то происходит вскипание жидкости сразу после ее выброса из емкости и образование в атмосфере газокапельной взвеси. Затем, если температура кипения меньше температуры поверхности, происходит кипение жидкой фазы (той ее части, что не участвовала в формировании газокапельной взвеси в атмосфере) при проливе ее на подстилающую поверхность. При этом из газа, образовавшегося при кипении пролива, а также из газокапельной взвеси выброса, поступившего из емкости в атмосферу за время кипения пролива, формируется первичное облако, которое рассеивается в атмосфере и воздействует на окружающую среду.

Продолжающийся (если не вся жидкая фаза, расположенная выше уровня отверстия разгерметизации, была выброшена из блока за время формирования первичного облака) выброс жидкой фазы идет в пролив, с поверхности которого происходит испарение ОХВ.

При истечении перегретой жидкости, продолжающийся выброс жидкой фазы также вскипает до выпадения на землю, образуя в атмосфере газокапельную взвесь ОХВ. При этом в атмосфере образуется вто-

ричное облако, состоящее из газообразного ОХВ, испарившегося с пролива, и (при выбросе перегретой жидкости) из газокпельной взвеси, образующейся при вскипании ОХВ сразу после выброса. Такое вторичное облако будет формироваться на месте аварии до тех пор, пока будет существовать возможность выброса жидкой фазы, т. е. до момента выброса из оборудования всей жидкой фазы, находившейся выше уровня разгерметизации. Причем, если в емкости находилась перегретая жидкость и если давление могло опуститься ниже давления насыщенного пара, то по мере вытекания ее из емкости возможно и вскипание перегретого ОХВ в самой емкости.

После окончания выброса жидкой фазы из емкости начинается истечение газовой фазы за счет наличия избыточного давления в емкости. При этом на стадии истечения газовой фазы продолжается испарение пролива. В результате в атмосфере образуется вторичное облако ОХВ, состоящее из газообразного ОХВ, испарившегося с пролива, и из газообразного ОХВ, поступающего из разрушенной емкости за счет наличия избыточного давления в емкости. Такое вторичное облако будет формироваться на месте аварии до тех пор, пока будет существовать возможность выброса газовой фазы из емкости за счет избыточного давления в емкости и испарения из пролива. Причем, если в емкости находилась перегретая жидкость, то в формирующееся на месте аварии вторичное облако, будет поступать не только газовая фаза, находившаяся в емкости на начало аварии, но и газовая фаза, образующаяся при вскипании в емкости с перегретой жидкостью.

Если давление в емкости становится равным атмосферному, то газовая фаза из разгерметизированной емкости перестает поступать в окружающую среду за счет избытка давления. Если, пролив ОХВ при этом еще не испарился, то в атмосфере образуется вторичное облако ОХВ, состоящее из газообразного ОХВ, испарившегося с пролива. Такое вторичное облако будет формироваться на месте аварии до тех пор, пока будет существовать испарение ОХВ из пролива.

Если после испарения пролива давление в емкости еще не стало равным атмосферному, то газовая фаза из разгерметизированной емкости продолжает поступать в окружающую среду за счет избыточного давления. В атмосфере при этом образуется вторичное облако ОХВ, состоящее из газообразного ОХВ, поступающего из разгерметизированной емкости за счет существующего избыточного давления в емкости. Такое вторичное облако будет формироваться на месте аварии до тех пор, пока будет существовать избыточное давление в емкости.

Если пролив ОХВ на месте аварии испарился и давление в емкости стало равным атмосферному, то поступление ОХВ в окружающую среду

будет обусловлено лишь испарением ОХВ с поверхности жидкости в емкости. При этом в атмосфере образуется вторичное облако ОХВ, состоящее из газообразного ОХВ, поступающего из разгерметизированной емкости за счет испарения ОХВ из нее. Вторичное облако будет формироваться на месте аварии до тех пор, пока не испарится все ОХВ из емкости или пока не будет заткнуто отверстие разгерметизации, и тем самым ликвидирована авария.

Возможно прекращение поступления ОХВ в окружающую среду путем ликвидации аварийного отверстия и пролива.

Сценарий 4. Аварии на трубопроводах, на входе которых стоит емкость (рис. 4.7 и 4.8)

Разрушение трубопровода, выходящего из емкости выше уровня жидкости, и истечение газа из разрушенного оборудования при отсутствии пролива жидкой фазы (в соответствии с рисунками 4.7, 4.8). Если жидкость находится в перегретом состоянии, то при падении давления может происходить вскипание жидкости, в результате которого в дополнение к газовой фазе, содержащейся в емкости на момент начала аварии, добавится газовая фаза, образовавшаяся при кипении. При этом в атмосфере происходит рассеяние вторичного газового облака ОХВ и воздействие его на окружающую среду. При наличии запорной арматуры возможно отсечение аварийного участка трубопровода и истечение ОХВ только из этого аварийного участка. Если давление в емкости (или в отсеченном участке трубопровода) уменьшилось и стало равным атмосферному, то поступление опасного вещества в окружающую среду будет обусловлено лишь его испарением с поверхности жидкости в емкости и / или в отсеченном участке трубопровода. При этом в атмосфере образуется вторичное облако, состоящее из газа, поступающего из разгерметизированной емкости и/или отсеченного участка трубопровода за счет испарения. Вторичное облако будет формироваться на месте аварии до тех пор, пока не испарится все опасное вещество из емкости. Возможно прекращение выброса путем ликвидации аварийного отверстия (разгерметизации).

При разрушении трубопровода, выходящего из емкости ниже уровня жидкости, стадии аварии будут аналогичны описанному в разделе «Аварии на емкости» с двумя отличиями:

- во-первых, при существенном разрушении трубопровода в случае выброса перегретой жидкости, вскипание жидкости может происходить не только в воздухе, но и в самом трубопроводе;

- во-вторых, при наличии на трубопроводе запорной арматуры и срабатывании ее в ходе аварии появляется этап – истечение из отсеченного участка трубопровода, который полностью совпадает по физической картине с описанным выше выбросом из емкости – сценарий 4. Аварии на емкости.

Сценарий 4. Аварии на трубопроводах, на входе которых стоит насос (рис. 4.10)

При разрушении трубопровода происходит истечение жидкой фазы и образование пролива на месте выброса. Если жидкость в трубопроводе находилась в перегретом состоянии, то происходит вскипание жидкости либо сразу после ее выброса из трубопровода (случай, когда при сильном разрушении трубопровода место выброса находится вблизи насоса и случаи небольших отверстий разгерметизации), либо внутри трубопровода (случай, когда при сильном разрушении трубопровода место выброса находится вдали от насоса).

При выбросе перегретой жидкости в атмосфере образуется газокпельная взвесь, а затем происходит кипение жидкой фазы (той ее части, которая не участвовала в формировании газокпельной взвеси в атмосфере) при проливе на подстилающую поверхность, если температура кипения меньше температуры подстилающей поверхности. При этом из газа, образовавшегося при кипении пролива, а также из газокпельной взвеси выброса, поступившего из трубопровода в атмосферу за время кипения пролива, формируется первичное облако, которое рассеивается в атмосфере и воздействует на окружающую среду.

Продолжающийся выброс жидкой фазы идет в пролив, с которого происходит испарение ОХВ. При выбросе перегретой жидкости часть жидкой фазы вскипает до выпадения на землю, образуя в атмосфере газокпельную взвесь ОХВ. При этом в атмосфере образуется вторичное облако опасного вещества, состоящее из газообразного опасного вещества, испарившегося с пролива (при выбросе перегретой жидкости) и из газокпельной взвеси, образующейся при вскипании ОХВ либо сразу после выброса, либо в трубопроводе. Такое вторичное облако будет формироваться на месте аварии до тех пор, пока будет существовать возможность выброса жидкой фазы (двухфазной смеси), то есть до момента отсечения аварийного участка трубопровода и выброса из отсеченного участка трубопровода всей жидкой фазы, находящейся в нем выше уровня аварийного отверстия (разгерметизации).

После окончания выброса жидкой фазы из отсеченного участка трубопровода начинается истечение газовой фазы за счет наличия избыточного давления в нем, что возможно только в случае, если в трубопроводе находится перегретая жидкость. При этом на стадии истечения газовой фазы продолжается испарение пролива. В результате, в атмосфере образуется вторичное облако, состоящее из газообразного ОХВ, испарившегося с пролива и из газообразного ОХВ, поступающего из разрушенного трубопровода за счет наличия избыточного давления в нем. Такое вторичное облако будет формироваться на месте аварии до тех пор, пока будет существовать возможность выброса газовой фазы из трубопровода за счет избыточного давления в нем и испарения из пролива.

Если давление в отсеченном участке аварийного трубопровода становится равным атмосферному, то газовая фаза из разгерметизированного трубопровода перестает поступать в окружающую среду за счет избытка давления. Если пролив ОХВ при этом еще не испарился, то в атмосфере образуется вторичное облако ОХВ, состоящее из газообразного ОХВ, испарившегося с пролива. Такое вторичное облако будет формироваться на месте аварии до тех пор, пока будет существовать испарение ОХВ из пролива.

Если испарился пролив, а давление в отсеченном участке аварийного трубопровода осталось выше атмосферного, то газовая фаза из разгерметизированного трубопровода продолжает поступать в окружающую среду за счет избыточного давления. При этом в атмосфере образуется вторичное облако, состоящее из газообразного ОХВ, поступающего из отсеченного участка аварийного трубопровода за счет избыточного давления. Такое вторичное облако будет формироваться на месте аварии до тех пор, пока будет существовать избыточное давление в отсеченном участке аварийного трубопровода.

Если пролив ОХВ на месте аварии испарился, и давление в отсеченном участке аварийного трубопровода стало равным атмосферному, то поступление ОХВ в окружающую среду будет обусловлено лишь испарением опасного вещества с поверхности жидкости в трубопроводе. В атмосфере при этом образуется вторичное облако, состоящее из газообразного ОХВ, поступающего из разгерметизированного трубопровода за счет испарения ОХВ. Такое вторичное облако будет формироваться на месте аварии до тех пор, пока не испарится все ОХВ из трубопровода.

Возможно прекращение поступления ОХВ в окружающую среду путем ликвидации аварийного отверстия и пролива в любой момент времени.

4.4. Методика проведения расчетов (Сценарий 1)

1. *Определение количества ОХВ в первичном облаке.* Для сценария 1 характеристики выброса рассчитываются по следующим формулам:

$$Q_1 = Q \quad (4.1)$$

Если известна масса ОХВ в оборудовании Q определяем по формуле (4.1), а если неизвестна, но известны объем оборудования V_1 , давление в оборудовании P_1 и температура в оборудовании T_1 , тогда по формуле (4.2):

$$Q_1 = \frac{\mu}{R} \cdot \frac{V_1 P_1}{T_1}, \quad (4.2)$$

где Q – общая масса ОХВ в оборудовании включает массу жидкости и массу газа, кг;

Q_1 – масса ОХВ, образующая первичное облако в сценарии 1, кг;

μ – молярная масса ОХВ, кг/моль;

T_1 – температура, при которой находится ОХВ внутри оборудования в 1-м сценарии, К;

V_1 – объем оборудования в сценарии 1, м³;

P_1 – давление в оборудовании в сценарии 1, Па.

2. *Определение плотности ОХВ в выбросе* по формуле:

$$\rho_1^{ВЫБ} = \rho_1 \left(\frac{P_0}{P_1} \right)^{\frac{1}{\gamma}}, \quad (4.3)$$

где $\rho^{ВЫБ}$ – плотность ОХВ в первичном облаке в начальный момент (на месте выброса) времени в сценарии 1, кг/м;

$\rho_1 = \frac{Q_1}{V_1}$ – плотность газообразного ОХВ в оборудовании в сценарии 1,

кг / м;

P_0 – давление в окружающей среде, Па; при нормальных условиях принимается равным 10⁵ Па;

γ – показатель адиабаты газообразного ОХВ.

3. *Определение характерного радиуса облака* по формуле (4.4). При отсутствии данных о начальных размерах первичного облака рекомендуется принимать его радиус равным его высоте:

$$R_1 = h = \sqrt[3]{\frac{3}{4\pi} \cdot \frac{Q_1}{\rho_1^{ВЫБ}}}, \quad (4.4)$$

где R_1 – размер первичного облака ОХВ в начальный момент времени в сценарии 1, м;

h – высота источника выброса, м;

π – число, равное 3,1459.

4. *Определение стабильности атмосферы* по табл. 4.1. Различают следующие три степени вертикальной устойчивости воздуха (СВУВ):

- *инверсия* – возникает обычно в вечерние часы примерно за 1 час до захода солнца и разрушается в течение часа после восхода. При инверсии нижние слои воздуха холоднее верхних, что препятствует рассеиванию его по высоте и создает наиболее благоприятные условия для сохранения высоких концентраций зараженного воздуха;
- *изотермия* – состояние атмосферы, характеризующееся стабильным равновесием воздуха. Наблюдается в пасмурную погоду и при снежном покрове. Также может возникать в утренние и вечерние часы как переходное состояние от инверсии к конвекции (утром) и наоборот (вечером). Способствует длительному застою паров ОХВ на местности, в лесу, в жилых кварталах городов и населенных пунктов. Температура воздуха в пределах 20–30 м от земной поверхности почти одинакова;
- *конвекция* – возникает обычно через 2 часа после восхода солнца и разрушается примерно за 2–2,5 часа до его захода. Она наблюдается в летние ясные дни. При конвекции нижние слои воздуха нагреты сильнее верхних (таким образом, теплый воздух перемещается вверх), что способствует быстрому рассеиванию зараженного воздуха и уменьшению его поражающего действия.

Таблица 4.1

Класс стабильности атмосферы

Скорость ветра на высоте 10м, м/с	День			Ночь	
	Инсоляция			Тонкая сплошная обл. или > 5 / 8 обл. покрова	Безоблачно или < 3 / 8 обл. покрова
	интенсивная	умеренная	слабая		
U < 2	конвекция	конвекция	конвекция	инверсия	инверсия
2 < U < 3	конвекция	конвекция	конвекция	инверсия	инверсия
3 < U < 5	конвекция	конвекция	конвекция	изотермия	инверсия
5 < U < 6	конвекция	изотермия	изотермия	изотермия	изотермия
U > 6	изотермия	изотермия	изотермия	изотермия	изотермия

5. Определение коэффициентов, используемых при расчете дисперсии по табл. 4.2 и 4.3.

Таблица 4.2

Величины коэффициентов A_1, A_2, B_1, B_2, C_3
в зависимости от класса стабильности атмосферы

Класс стабильности	A_1	A_2	B_1	B_2	C_3
Конвекция	0,112	0,000920	0,920	0,718	0,11
Изотермия	0,098	0,00135	0,889	0,688	0,08
Инверсия	0,0609	0,00196	0,895	0,684	0,06

Таблица 4.3

Величины коэффициентов C_1, C_2, D_1, D_2
в зависимости от размера шероховатости

Z_0 , см	C_1	C_2	D_1	D_2
1	1,56	0,000625	0,048	0,45
4	2,02	0,000776	0,027	0,37
10	2,73	0	0	0
40	5,16	0,0538	-0,098	0,225
100	7,37	0,000233	-0,096	0,6

6. Определение максимальной концентрации на оси облака. Максимальная концентрация при прохождении первичного облака наблюдается на оси $y = 0, z = 0$ в центре облака и вычисляется по формуле:

$$G_{i \max} \left(x, 0, 0, t = \frac{x}{U} \right) = \frac{2Q_i}{\left(\frac{8}{3} \pi R_i^3 + (2\pi)^2 \sigma_x \sigma_y \sigma_z \right)} \cdot G_0(x), \quad (4.5)$$

$$G_0(x) = \left\{ \exp \left(-\frac{h^2}{2\sigma_z^2} \right) \right\}, \quad (4.6)$$

где $G_{i \max}$ – максимальная концентрация на оси $y = 0, z = 0$ при прохождении первичного облака в сценарии 1 (наблюдается в центре облака), $\text{кг}/\text{м}^3$;
 x – пространственная переменная (координата вдоль ветра), м;
 y – пространственная переменная (координата перпендикулярная направлению ветра), м;
 z – пространственная переменная (координата высоты), м;
 σ_x – дисперсия вдоль оси x , м;
 σ_y – дисперсия вдоль оси y , м;
 σ_z – дисперсия вдоль оси z , м;
 G_0 – вспомогательная величина, используемая при расчете концентраций.

Величины дисперсии в зависимости от расстояния x определяются по формулам (4.7)–(4.9):

$$\sigma_x = \frac{C_3 x}{\sqrt{1 + 0,0001 x}}, \quad (4.7)$$

$$\sigma_y = \begin{cases} \sigma_x \frac{220,2 \cdot 60 + \frac{x}{U}}{220,2 \cdot 60 + 600}, & \frac{x}{U} \geq 600 \\ \sigma_x, & \frac{x}{U} < 600 \end{cases}, \quad (4.8)$$

$$\sigma_z = f(z_0, x) q(x), \quad (4.9)$$

$$q(x) = \frac{A_1 x^{B_1}}{1 + A_2 x^{B_2}}, \quad (4.10)$$

$$f(z_0, x) = \begin{cases} \ln [C_1 x^{D_1} (1 + C_2 x^{D_2})], & z_0 < 0,1 \text{ м} \\ \ln [C_1 x^{D_1} (1 + C_2 x^{D_2})], & z_0 \geq 0,1 \text{ м} \end{cases}. \quad (4.11)$$

Величина σ_z рассчитанная по формуле (4.9), не должна превосходить величины σ_z указанной в табл. 4.4, если это имеет место, то вместо величины, рассчитанной по формуле (4.9), следует использовать соответствующее данному классу стабильности значение из табл. 4.4.

Таблица 4.4

Класс стабильности атмосферы	σ_z , м
Конвекция	640
Изотермия	400
Инверсия	220

7. *Определение поля токсодозы.* Максимальная составляющая токсодозы на поверхности земли при прохождении первичного облака наблюдается на оси $y = 0, z = 0$ и рассчитывается по формуле:

$$D_{i \max}(x, 0, 0) = \frac{2Q_i (2\pi)^{\frac{1}{2}} \sigma_x}{U \left(\frac{8}{3} \pi R_i^3 + (2\pi)^{\frac{3}{2}} \sigma_x \sigma_y \sigma_z \right)} \cdot G_0(x). \quad (4.12)$$

Результаты расчета представляются в виде графиков зависимости концентрации кг/м^3 от расстояния в м и токсодозы мг мин/л от расстояния в м.

8. Сравнением с пороговыми и смертельными токсодозами определяются расстояния, соответствующие смертельному поражению и пороговому воздействию.

Задание по работе

Емкость с газообразным ОХВ находится при определенной температуре и давлении 1 атм. в ровной местности (степь), размер шероховатости (z_0) 0,001 м. Происходит разрыв емкости, и выбрасывается все ОХВ.

Определить концентрации ОХВ в атмосфере, а также длину зоны химического заражения, где возможно смертельное поражение незащищенных людей на открытой местности.

Исходные данные для проведения расчета принимают по табл. 4.5, согласно номеру варианта, который задает преподаватель.

Таблица 4.5

Исходные данные для расчета концентрации и токсодозы ОХВ

№ варианта	ОХВ	Q, кг	T, °C	μ , г/моль	γ	U, м/с /время суток	Пороговая токсодоза PC _{t50} , мг мин / л	Смертельная токсодоза LC _{t50} , мг мин / л
1	Хлор	1000	6	70,1	1,3	8,5 / день	0,6	6
2	Аммиак	1500	10	17,0	1,34	5,0 /день	15,0	150
3	Сероводород	2000	8	34,1	1,3	3,2 / день	1,0	15,0
4	Формальдегид	5500	15	30,0	1,3	10 /день	0,6	6
5	Фтор	1000	0	38,0	1,3	2 / ночь	0,2	3
6	Хлор	4300	5	70,1	1,3	1/ночь	0,6	6
7	Аммиак	2100	20	17,0	1,34	6/ночь	15,0	150
8	Сероводород	1500	12	34,1	1,3	8 / ночь	1,0	15,0
9	Формальдегид	3400	3	30,0	1,3	3/ночь	0,6	6
10	Фтор	2700	20	38,0	1,3	8,5 / день	0,2	3

Примечание: 1 атм. = 101 325 Па

ЛИТЕРАТУРА

1. Конституция КР от 12 дек. 1993 г.
2. О промышленной безопасности опасных производственных объектов: закон Кыргызской Республики от 2 авг. 2016 г. № 160.
3. Об основах технического регулирования в Кыргызской Республике: закон КР от 22 мая 2004 г. № 67.
4. Об отходах производства и потребления: закон КР от 13 нояб. 2001 г. № 89.
5. Об экологической экспертизе: закон КР от 16 июня 1999 г. № 54.
6. О Государственной инспекции по экологической и технической безопасности при Правительстве Кыргызской Республики: постановление Правительства КР от 20 фев. 2012 г. № 136.
7. Об утверждении Положения о Департаменте пограничного ветеринарного контроля Государственной инспекции по ветеринарной и фитосанитарной безопасности при Правительстве Кыргызской Республики: постановление Правительства КР от 20 янв. 2014 г. № 35.
8. Об утверждении Положения о порядке проведения государственной экологической экспертизы в Кыргызской Республике: постановление Правительства КР от 7 мая 2014 г. № 248.
9. Белов С. В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учеб. для бакалавров. М.: Юрайт, 2011. 679 с.
10. Мамбетов А. М. Надзор и контроль в сфере безопасности: учебное пособие. М., 2016. 81 с.
11. Каракеян В. И., Севрюкова Е. А. Надзор и контроль в сфере безопасности: учебник для бакалавров. М.: Юрайт, 2014. 397 с.
12. Куликов О. Н., Ролин Е. И. Безопасность труда на предприятиях по производству строительных материалов, изделий, конструкций: учеб. для вузов. М.: Академия, 2011. 363 с.
13. Петров С. В., Петрова А. С. Правовое регулирование и органы обеспечения безопасности жизнедеятельности: учебное пособие для вузов. Новосибирск: М. АРТА, 2011. 285 с.
14. Сукачев А. А. Охрана труда в строительстве: учеб. для вузов. М.: КноРус, 2011. 271 с.

15. Фролов А. В., Лепихова В. А., Ляшенко Н. В. Безопасность жизнедеятельности и охрана труда в строительстве: учебное пособие для студентов вузов. Ростов н/Д: Феникс, 2010. 704 с.
16. Без аварий и травм. URL: <http://baitcd.ru>
17. Безопасность жизнедеятельности. URL: <http://novtex.ru/bjd/>

**Список учебников, учебных пособий
и учебно-методических разработок,
изданных профессорско-преподавательским составом
кафедры «Защита в чрезвычайных ситуациях» и сотрудниками
УНТЦ «Развитие Гражданской Защиты» КРСУ и МЧС КР**

1. Бактыгулов К. Б., Ордобаев Б. С., Абдыкеева Ш. С. Управление техно-сферной безопасностью: учебное пособие. Бишкек: КРСУ, 2015. 80 с.
2. Безопасность жизнедеятельности: учебно-методическая рекомендация к практическим занятиям: Ч. 1 / Б. С. Ордобаев, Г. А. Шабилова, К. О. Кадыралиева, Д. Н. Мусуралиева. Бишкек: КРСУ, 2014. 32 с.
3. Безопасность и риск. Управление рисками: учебное пособие / А. С. Шаназарова, К. Д. Бозов, Б. С. Ордобаев, Б. К. Орозалиев. Бишкек: КРСУ, 2012. 67 с.
4. Безопасность спасательных работ: учебное пособие для студентов специальности ЗЧС / Б. С. Ордобаев, З. Н. Намазов, Б. А. Иманбаев, Д. Н. Мусуралиева и др. Бишкек: КРСУ, 2014. 96 с.
5. Бозов К. Д. Ноксология: учебное пособие для студентов направления «Техносферная безопасность», профиль «Защита в чрезвычайных ситуациях». Бишкек: КРСУ, 2014. 336 с.
6. Бозов К. Д. Природопользование и чрезвычайные ситуации в горных условиях. Бишкек: КРСУ, 2011. 144 с.
7. Бозов К. Д., Ордобаев Б. С., Сабитов А. А. Гражданская защита от чрезвычайных ситуаций и действия населения в случае возникновения обстановки террористического характера. Бишкек: КРСУ, 2011. 66 с.
8. Бозов К. Д., Ордобаев Б. С., Сабитов А. А. Действия в случае возникновения чрезвычайных ситуаций. Бишкек: КРСУ, 2011. 32 с.
9. Бозов К. Д., Ордобаев Б. С., Сабитов А. А. Организация работы органов управления образовательного учреждения по гражданской защите населения от чрезвычайных ситуаций. Бишкек: КРСУ, 2011. 63 с.
10. Бозов К. Д., Ордобаев Б. С., Сабитов А. А. Организация работы по антитеррористической защищенности образовательного учреждения. Бишкек: КРСУ, 2011. 42 с.
11. Бозов К. Д., Ордобаев Б. С., Сабитов А. А. Современный терроризм и способы борьбы с ним: учебное пособие. Бишкек: КРСУ, 2011. 29 с.

12. Бозов К. Д., Ордобаев Б. С., Сабитов А. А. Угрозы безопасности населения в чрезвычайных ситуациях и особенности борьбы с терроризмом в горных условиях: учебное пособие. Бишкек: КРСУ, 2011. 29 с.
13. Бозов К. Д., Ордобаев Б. С., Сабитов А. А. Чрезвычайные ситуации и их классификация: учебное пособие. Бишкек: КРСУ, 2011. 32 с.
14. Бухов В. Я. Взрывотехническая экспертиза: учебное пособие. Бишкек: КРСУ, 2010. 182 с.
15. Вводный курс «Введение в специальность: Защита в чрезвычайных ситуациях»: учебно-методическое пособие / Б. Р. Айдаралиев, Б. С. Ордобаев, Н. Дж. Садабаева, Ш. С. Абдыкеева. Бишкек: КРСУ, 2014. 162 с.
16. Возведение и строительство водопроводных и водопроводящих сетей и сооружений / С. Т. Иманбеков, А. А. Абдыкалыков, К. Т. Абдылдабеков, А. Т. Султакеева. Бишкек, 2014. 132 с.
17. Государственная экспертиза: учебно-методическое пособие / К. Д. Бозов, Б. С. Ордобаев, Б. Р. Айдаралиев, Ш. С. Абдыкеева. Бишкек: КРСУ, 2012. 51 с.
18. Диагностика, инженерное обследование и определение износа наружных инженерных сетей и сооружений: учебник для студентов вузов по специальности «Водоснабжение и водоотведение», «Теплогазоснабжение и вентиляция», «Защита в чрезвычайных ситуациях», «Промышленно-гражданское строительство» / С. Т. Иманбеков, Э. Б. Ибраимова, Г. В. Косивцов, Б. С. Ордобаев. Бишкек: Айат, 2014. 96 с.
19. Изготовление габионных конструкций: учебно-методическое пособие / Б. Р. Айдаралиев, И. А. Эгизов, Б. С. Ордобаев, К. И. Кенжетаяв. Бишкек: КРСУ, 2015. 32 с.
20. Иманбеков С. Т., Бозов К. Д. Инженерные системы и управление рисками: учебник для вузов. Бишкек: КРСУ, 2013. 160 с.
21. Иманбеков С. Т., Бозов К. Д. Управление рисками в инженерных системах: монография. Бишкек: КРСУ, 2011. 180 с.
22. Инженерная защита населения и территорий: учебник / Б. С. Ордобаев, К. О. Кадыралиева, К. И. Кенжетаяв, К. Бактыгулов и др. Бишкек: КРСУ, 2014. 216 с.
23. Инженерная защита населения и территории: учебник для вузов / Б. С. Ордобаев, Б. М. Сеитов, К. О. Кадыралиева и др. Бишкек: КРСУ, 2014. 160 с.
24. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от оползней: учебное пособие / Б. Р. Айдаралиев, Б. С. Ордобаев, Р. С. Супаналиев, Н. Дж. Садабаева и др. Бишкек: Айат, 2014. 200 с.

25. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от селевых потоков. Основные положения. Нормы и правила: учебно-методическое пособие / Б. Р. Айдаралиев., Б. С. Ордобаев, Р. С. Супаналиев, Н. Дж. Садабаева. Бишкек: КРСУ, 2015. 154 с.
26. Инженерно-технические сооружения: учебное пособие / К. Д. Бозов, Б. С. Ордобаев, У. У. Матмуратов, К. И. Кенжетаев и др. Бишкек: КРСУ, 2011. 54 с.
27. Материаловедение: методические указания к проведению лабораторных работ по дисциплине / Ш. С. Абдыкеева, Б. С. Ордобаев, К. Б. Бактыгулов, А. Б. Бактыгулова. Бишкек: КРСУ, 2016. 48 с.
28. Калиева Г. Ч., Ордобаев Б. С., Кадыралиева К. О. Правовые основы гражданской защиты: учебное пособие для студентов направления «Техносферная безопасность», профиль ЗЧС. Бишкек: КРСУ, 2015. 104 с.
29. Карабаев М. Ж., Ордобаев Б. С., Мусуралиева Д. Н. Единые правила безопасности труда на водолазных работах: учебно-методическое пособие. Бишкек: КРСУ, 2013. 36 с.
30. Карабаев М. Ж., Ордобаев Б. С., Мусуралиева Д. Н. Памятка по оказанию первой помощи пострадавшим при чрезвычайных ситуациях. Бишкек: КРСУ, 2013. 67 с.
31. Комиссаров В., Мамасерикиров Т. Безопасность и спасательные работы в горах Кыргызстана: учебное пособие. Бишкек, 2013. 260 с.
32. Конструкции гражданских зданий: учебное пособие: Ч. 1 / Б. С. Матозимов, Ж. Ы. Маматов, Б. С. Ордобаев, Д. Ш. Кожобаев и др. Бишкек: КГУСТА, 2011. 112 с.
33. Краткий толковый словарь строительных терминов: учебное пособие / Д. Ш. Кожобаев, Ж. Ы. Маматов, Б. С. Матозимов, Б. С. Ордобаев и др. Бишкек: КГУСТА, 2011. 54 с.
34. Курманова Г. К., Турдубаева А. Т. Англо-русско-кыргызский словарь по чрезвычайным ситуациям. Бишкек: КРСУ, 2012. 148 с.
35. Мамасерикиров Т. Н., Комиссаров В. А. Приключенческий туризм в Кыргызстане. Бишкек: КРСУ, 2014. 160 с.
36. Матозимов Б. С., Ордобаев Б. С. Архитектурно-строительная физика в сейсмостойком строительстве. Бишкек: КГУСТА, КРСУ, 2014. 160 с.
37. Методические рекомендации по организации и проведению учений и тренировок по гражданской защите: учебно-методическое пособие / Н. Т. Асанбеков, Б. С. Ордобаев, Б. Р. Айдаралиев, Н. Дж. Садабаева. Бишкек: КРСУ, 2013. 72 с.
38. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Государственная экспертиза» / К. Д. Бозов, Б. Т. Кошматов, К. К. Бейшекеев, Н. Дж. Садабаева. Бишкек: КРСУ, 2015. 53 с.
39. Методические указания к практическим занятиям по специальной физической (пожарной) подготовке для студентов специальности «Защита в чрезвычайных ситуациях» / У. З. Исмаилов, Б. С. Ордобаев, Н. Дж. Садабаева, у. М. Атамбек. Бишкек: Айат, 2013. 25 с.
40. Методические указания по выполнению дипломной работы (проекта) для специальности «Защита в чрезвычайных ситуациях» / К. Д. Бозов, С. Т. Иманбеков, К. И. Кенжетаев, Б. С. Ордобаев и др. Бишкек: КРСУ, 2011. 55 с.
41. Методические указания по выполнению курсового проекта по дисциплине «Риски в инженерных системах подачи и распределения жидкости» / К. Д. Бозов, Б. Т. Кошматов, К. К. Бейшекеев, у. М. Атамбек. Бишкек: КРСУ, 2015. 59 с.
42. Методические указания по разработке, оформлению и защите выпускных квалификационных работ / Б. С. Ордобаев, К. О. Кадыралиева, А. С. Шаназарова, Н. Т. Асанбеков и др. Бишкек: Айат, 2016. 28 с.
43. Методическое пособие к выполнению курсовой работы по дисциплине «Строительные конструкции» / Ж. Т. Темикеев, А. К. Стамалиев., Д. А. Рыспаев, А. К. Акматов и др. Бишкек: КГУСТА, 2011. 48 с.
44. Методическое пособие по прохождению всех видов практик для студентов направления 750500 – «Строительство», профиль «Строительство в горных условиях» дневной формы обучения с академической степенью «Бакалавр» / Ж. Ы. Маматов, С. Т. Кожобаева, Б. С. Ордобаев, А. А. Омурова. Бишкек: Айат, 2013. 28 с.
45. Методическое указание по выполнению дипломного проекта для студентов специализации «Диагностика зданий и сооружений на реальную сейсмостойкость и устойчивость» / К. Д. Бозов, К. И. Кенжетаев, Б. С. Ордобаев, А. А. Сабитов. Бишкек: КРСУ, 2011. 27 с.
46. Методическое указание по выполнению дипломной работы (проекта) для специальности «Защита в чрезвычайных ситуациях», по направлению «Техносферная безопасность» специализации Аварийно-спасательные и другие неотложные работы (АСДНР), с академической степенью «Бакалавр» / Б. Р. Айдаралиев, Б. С. Ордобаев, У. М. Шамырканов, Н. Дж. Садабаева. Бишкек: Айат, 2013. 73 с.
47. Методическое указание по прохождению практики для студентов 3–4–5-курсов для специальности ЗЧС / К. Д. Бозов, К. И. Кенжетаев, Б. С. Ордобаев, А. А. Сабитов. Бишкек: КРСУ, 2011. 19 с.
48. Мониторинг состояния окружающей среды: краткий курс лекций / А. С. Шаназарова, Б. С. Ордобаев, К. О. Кадыралиева, Ш. С. Абдыкеева. Бишкек: КРСУ, 2015. 100 с.

49. Надежность технических систем. Техногенный риск: учебное пособие / Б. С. Ордобаев, Б. М. Сеитов, К. О. Кадыралиева, Дж. А. Рыспаев. Бишкек: КРСУ, 2016. 103 с.
50. Надзор и контроль в сфере безопасности: учебное пособие / Б. С. Ордобаев, Ш. С. Абдыкеева, К. Б. Бактыгулов, С. Отомбаев. Бишкек: КРСУ, 2015. 46 с.
51. Надстройка мансардного этажа в существующих многоквартирных жилых зданиях: учебное пособие для студентов вузов «Промышленно-гражданское строительство», «Экспертиза и управление недвижимостью», «Защита в чрезвычайных ситуациях», «Водоснабжение и водоотведение» / С. Т. Иманбеков, Г. В. Косивцов, Г. Дж. Адыракаева, Б. С. Ордобаев. Бишкек: Айат, 2014. 47 с.
52. Обследование, диагностика и испытание строительных конструкций: учебное пособие для студентов специальности «Защита в чрезвычайных ситуациях» / Б. С. Ордобаев, К. О. Кадыралиева, К. И. Кенжетаев, К. Б. Бактыгулов и др. Бишкек: КРСУ, 2013. 74 с.
53. Опасные природные процессы в Кыргызской Республике / Б. С. Ордобаев, К. А. Боронов, Д. Н. Мусуралиева, К. И. Кенжетаев и др. Бишкек: КРСУ, 2015. 292 с.
54. Опасные природные процессы в Кыргызской Республике: учебное пособие / Б. С. Ордобаев, К. А. Боронов, Д. Н. Мусуралиева, К. И. Кенжетаев и др. Бишкек: КРСУ, 2016. 288 с.
55. Организация и ведение аварийно-спасательных и других неотложных работ с участием нештатных аварийно-спасательных формирований: учебное пособие / Б. Р. Айдаралиев, Б. С. Ордобаев, У. М. Шамырканов, Н. Дж. Садабаева. Бишкек: Айат, 2014. 47 с.
56. Ордобаев Б. С. Сейсмическая прочность зданий: монография. Бишкек: Айат, 2012. 148 с.
57. Ордобаев Б. С. Строительный геотехнический словарь терминов: учебный словарь. Бишкек: КРСУ, 2014. 75 с.
58. Ордобаев Б. С., Абдыкеева Ш. С. Опасные природные процессы: методические указания к проведению практических занятий. Бишкек: КРСУ, 2014. 70 с.
59. Ордобаев Б. С., Абдыкеева Ш. С. Системы связи и оповещения: методические указания по выполнению самостоятельных работ для студентов. Бишкек: КРСУ, 2015. 22 с.
60. Ордобаев Б. С., Абдыкеева Ш. С., Мусуралиева Д. Н. Чрезвычайные ситуации биологического характера. Предупреждение мероприятий и методы защиты: учебно-методическое пособие. Бишкек: КРСУ, 2015. 60 с.
61. Ордобаев Б. С., Абдыкеева Ш. С. Экономический ущерб при селевых потоках: учебно-методическое пособие. Бишкек: КРСУ, 2015. 28 с.
62. Ордобаев Б. С., Абдыкеева Ш. С. Оценка экономического ущерба при землетрясениях: учебно-методическое пособие. Бишкек: КРСУ, 2015. 23 с.
63. Ордобаев Б. С., Абдыкеева Ш. С., Намазов З. Н. Водохозяйственный комплекс: учебно-методическое пособие для студентов по направлению «Техносферная безопасность». Бишкек: КРСУ, 2016. 55 с.
64. Ордобаев Б. С., Айдаралиев Б. Р., Абдыкеева Ш. С. Методические рекомендации по написанию, оформлению письменных работ. Бишкек: КРСУ, 2013. 27 с.
65. Ордобаев Б. С., Апсеметов М. Ч. Механика грунтов, основания и фундаменты: учебник для вузов. Бишкек: КРСУ, 2013. 250 с.
66. Ордобаев Б. С., Бактыгулов К. Б. Опасные природные процессы: учебник для вузов. Бишкек: Айат, 2014. 244 с.
67. Ордобаев Б. С., Джумакунов Т. А., Абдыкеева Ш. С. Радиационная химическая и биологическая защита: учебное пособие для студентов специальности ЗЧС. Бишкек: КРСУ, 2014. 88 с.
68. Ордобаев Б. С., Боронов К. А. Чрезвычайные ситуации, классификация, правила поведения: учебник для вузов. Бишкек, 2013. 296 с.
69. Ордобаев Б. С., Зулпуев А. М., Сардарбекова Э. К. Методическое пособие по практическим и самостоятельным заданиям по «Механике грунтов, основаниям и фундаментам». Бишкек: Айат, 2013. 64 с.
70. Ордобаев Б. С., Исмаилов У. З., Абдыкеева Ш. С. Пожаровзрывозащита: методические указания к проведению практических занятий. Бишкек: КРСУ, 2014. 58 с.
71. Ордобаев Б. С., Кадыралиева К. О., Шаназарова А. С. Устойчивость объектов экономики при чрезвычайных ситуациях: учебное пособие. Бишкек: КРСУ, 2013. 32 с.
72. Ордобаев Б. С., Карабаев М. Ж., Мусуралиева Д. Н. Методическое указание и программа по прохождению производственной практики по дисциплине «Специальная физическая подготовка», раздел «Водолазная подготовка» по направлению «Техносферная безопасность». Бишкек, 2013. 14 с.
73. Ордобаев Б. С., Кебеков А. Ж., Сардарбекова Э. К. Основы налогообложения. Бишкек: КГУСТА, 2011. 30 с.
74. Ордобаев Б. С., Кебеков А. Ж., Тологонова А. М. Правовые основы оценочной деятельности: учебное пособие. Бишкек: КРСУ, 2012. 86 с.
75. Ордобаев Б. С., Матозимов Б. С. Исследование проблем сейсмостойкости, сейсмозащиты, теплозащиты и шумозащиты зданий: монография. Бишкек: КРСУ, 2014. 176 с.

76. Ордобаев Б. С., Матозимов Б. С. Исследование сейсмостойкости, сейсмозащиты, шумозащиты, теплозащиты зданий и сооружений. Бишкек: КГУСТА, КРСУ, 2014. 170 с.
77. Ордобаев Б. С., Намазов З. Н., Абдыкеева Ш. С. Материально-техническое обеспечение при чрезвычайных ситуациях: учебное пособие для студентов направления «Техносферная безопасность», профиль ЗЧС. Бишкек: КРСУ, 2014. 82 с.
78. Ордобаев Б. С., Орозалиев Б. К. Механика грунтов. Основания и фундаменты, контрольные задания и вопросы: учебно-методическое пособие. Бишкек: КРСУ, 2010. 48 с.
79. Ордобаев Б. С., Сардарбекова Э. К., Апсметов М. И. Краткий курс лекций по дисциплине «Механика грунтов». Бишкек: КРСУ, 2011. 75 с.
80. Ордобаев Б. С., Тулемышева Э. М., Эгембердиева А. А. Методическое указание для выполнения лабораторных работ по «Механике грунтов, основаниям и фундаментам». Бишкек: КРСУ, 2007. 21 с.
81. Ордобаев Б. С., Эгембердиева А. А. Методическое указание к практическим занятиям по дисциплине «Основания и фундаменты». Бишкек: КРСУ, 2007. 16 с.
82. Ордобаев Б. С., Эгембердиева А. А. Методическое указание по выполнению курсового проекта «Механика грунтов, основания и фундаменты». Бишкек: КРСУ, 2001. 38 с.
83. Ордобаев Б. С., Эгизов И. А., Иманбеков С. Т. Опасные природные процессы: учебно-методическое пособие. Бишкек: КРСУ, 2011. 48 с.
84. Осмонов Ы. Ж. Сборник изобретений по механизации трудоемких процессов в животноводстве (теория и расчет). Бишкек, 2012. 166 с.
85. Основания и фундаменты: учебное пособие / Б. С. Ордобаев, Э. К. Сардарбекова, А. К. Акматов, К. М. Джаманкулов и др. Бишкек, 2010. 136 с.
86. Основы архитектурно-строительного проектирования и сейсмостойкого строительства / Ж. Ы. Маматов, Д. Ш. Кожобаев, Б. С. Ордобаев, Б. С. Матозимов. Бишкек: Айат, 2015. 356 с.
87. Основы и технологии горных работ: учебное пособие / Б. С. Ордобаев, Ж. Ы. Маматов, Б. С. Матозимов, А. К. Акматов и др. Бишкек, 2010. 24 с.
88. Основы проектирования и рекомендации по инженерной защите территорий, зданий и сооружений от подтоплений и затоплений: учебно-методическое пособие / Б. Р. Айдаралиев, Б. С. Ордобаев, Р. С. Супаналиев, Н. Дж. Садабаева. Бишкек: КРСУ, 2014. 150 с.
89. Оценка рисков в инженерных системах подачи жидкостей: методическое пособие к выполнению практических занятий, курсового проекта / К. Д. Бозов, Е. Н. Вигерина, А. Турдубаева, А. С. Шаназарова. Бишкек: КРСУ, 2011. 104 с.
90. Оценка химической обстановки при ЧС на химически опасных объектах: учебное пособие / Б. С. Ордобаев, К. Д. Бозов, К. О. Кадыралиева, А. С. Шаназарова и др. Бишкек: КРСУ, 2012. 52 с.
91. Оценка экономического ущерба от чрезвычайных ситуаций: учебно-методическое пособие по выполнению дипломного проекта для студентов специальности ЗЧС / С. Т. Иманбеков, К. Д. Бозов, Б. С. Ордобаев, Ш. С. Абдыкеева. Бишкек: КРСУ, 2012. 193 с.
92. Памятка по оказанию первой помощи пострадавшим при чрезвычайных ситуациях / под общ. ред. Б. Р. Айдаралиева, М. Ж. Карабаева, Н. Дж. Садабаева. Бишкек, 2016. 72 с.
93. Патентование: учебник для вузов / Р. О. Оморов, К. О. Кадыралиева, Р. М. Агапова, А. Г. Хмилевская и др. Бишкек, 2005. 425 с.
94. Пилюпенко Е. Н. Менеджмент: методическое указание для студентов специальности ЗЧС. Бишкек: КРСУ, 2011. 24 с.
95. Пожаровзрывозащита: краткий курс лекций / Б. С. Ордобаев, Ш. С. Абдыкеева, У. З. Исмаилов, С. Отombaев. Бишкек: КРСУ, 2015. 116 с.
96. Право интеллектуальной собственности: учебник в схемах / Р. О. Оморов, К. О. Кадыралиева, Р. М. Агапова, Ж. З. Сыргалдакова. 2-е изд. Бишкек: Кыргызпатент, 2004. 156 с.
97. Программа практик: учебно-методическое пособие по прохождению практик для бакалавров, обучающихся по направлению 750500 «Строительство», по профилю «Строительство в горных условиях» / Ж. Ы. Маматов, А. А. Омурова, С. Т. Кожобаева, Б. С. Ордобаев. Бишкек: Айат, 2014. 58 с.
98. Проектирование зданий в особых условиях: учебное пособие / Б. С. Ордобаев, Ж. Ы. Маматов, Б. С. Матозимов, Д. Ш. Кожобаев и др. Бишкек, 2010. 72 с.
99. Радиационная безопасность населения и территорий Кыргызской Республики / Б. Р. Айдаралиев, Е. А. Тойчубеков, Б. С. Ордобаев, Н. Дж. Садабаева. Бишкек: КРСУ, 2016. 192 с.
100. Расчет и проектирование железобетонных элементов, подверженных сложным воздействиям (изгиб с кручением): учебное пособие / Ж. Т. Темикеев, Д. А. Рыспаев, Б. С. Ордобаев, А. К. Стамалиев и др. Бишкек: КГУСТА, КРСУ, 2010. 88 с.

101. Расчет и проектирование сборного железобетонного перекрытия: методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Строительные конструкции» / Д. А. Рыспаев, А. К. Акматов, Б. С. Ордобаев, З. Жылкычы кызы и др. Бишкек: КГУСТА, 2012. 40 с.
102. Расчет конструкций резервуара для воды: методическое пособие / Ж. Т. Темикеев, А. К. Стамалиев, Д. А. Рыспаев, А. К. Акматов и др. Бишкек: КГУСТА, 2011. 47 с.
103. Рекомендации по изготовлению и применению габионных конструкций в защитных сооружениях: учебно-методическое пособие / Б. Р. Айдаралиев, Р. С. Супаналиев, Б. С. Ордобаев, С. О. Отombaев и др. Бишкек: Айат, 2013. 128 с.
104. Рекомендация по расчету, проектированию и усилению жилых домов из саманно-сырцово-кладки в сейсмических районах Кыргызской Республики: учебное пособие / Б. С. Ордобаев, Ж. Ы. Маматов, К. И. Кенжетаев, Д. Ш. Кожобаев и др. Бишкек, 2011. 48 с.
105. Санитарно-техническое оборудование зданий / С. Т. Иманбеков, И. А. Абдурасулов, К. И. Кенжетаев, К. Т. Абдылдабеков. Бишкек, 2012. 244 с.
106. Сардарбекова Э. К., Ордобаев Б. С. Оценка недвижимости: методическое указание к практическим занятиям: Ч. 2 / Бишкек: КРСУ, 2010. 32 с.
107. Сборник нормативно-правовых актов / К. Д. Бозов, Б. С. Ордобаев, Б. Р. Айдаралиев, Н. Д. Садабаева и др. Бишкек: Айат, 2012. 168 с.
108. Сваров М. Х, Джумакунов Т. А., Темиралиев Т. А. Наставление по организации управления и оперативного (экстренного) реагирования при ликвидации чрезвычайных ситуаций. Бишкек, 2012. 172 с.
109. Сеитов Б. М., Ордобаев Б. С. Введение в теорию сопротивления железобетона и расчет железобетонных конструкций. Курс лекций: учебное пособие. Бишкек: Айат, 2016. 256 с.
110. Сеитов Б. М., Ордобаев Б. С. Исследование на сейсмостойкость несущих элементов зданий и сооружений в чрезвычайных ситуациях. Бишкек: КРСУ, 2014. 144 с.
111. Сеитов Б. М., Ордобаев Б. С. Сейсмическая защита и ее организация: учебник для вузов. Бишкек: Айат, 2013. 168 с.
112. Сеитов Б. М., Ордобаев Б. С. Сейсмическая защита и ее организация: учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. Бишкек: Айат, 2015. 288 с.
113. Сеитов Б. М., Ордобаев Б. С., Турганбаев О. М. Обследование и диагностика долговечности зданий и сооружений в сейсмических районах: учебное пособие. Бишкек: Айат, 2016. 328 с.
114. Сеитов Б. М., Ордобаев Б. С. Краткий толковый русско-кыргызский словарь строительных терминов и определений. Бишкек: Айат, 2016. 166 с.
115. Системы регистрации и статистика недвижимости: курс лекций / Б. С. Ордобаев, А. Ж. Кебеков, Т. Т. Эшмамбетов, С. Ч. Чырмашев. Бишкек: КГУСТА, КРСУ, 2011. 156 с.
116. Системы связи и оповещения: методические указания к проведению практических занятий / Б. С. Ордобаев., З. Н. Намазов, Ш. С. Абдыкеева, Ж. Б. Ордобаев. Бишкек: КРСУ, 2014. 52 с.
117. Сквозная программа учебных и производственных практик для студентов специальности «Строительство в горных условиях» / Ж. Ы. Маматов, С. Т. Кожобаева, Б. С. Ордобаев, Д. С. Чепурова. Бишкек: КГУСТА, 2012. 20 с.
118. Словарь научных терминов и определений: учебное пособие / Б. М. Сеитов, О. М. Турганбаев, К. Р. Дуйшенов, Б. С. Ордобаев. Ош, 2016. 48 с.
119. Смирнов С. Б., Ордобаев Б. С., Айдаралиев Б. Р. Сейсмические разрушения – альтернативный взгляд: сборник научных трудов: Ч. 1 / Бишкек: Айат, 2012. 138 с.
120. Смирнов С. Б., Ордобаев Б. С., Айдаралиев Б. Р. Сейсмические разрушения – альтернативный взгляд: сборник научных трудов: Ч. 2 / Бишкек: Айат, 2012. 144 с.
121. Смирнов С. Б., Сеитов Б. М., Ордобаев Б. С. Прочностной расчет железобетонных и других строительных конструкций на основе теории предельного равновесия. Бишкек: КРСУ, 2015. 146 с.
122. Смирнов С. Б., Сеитов Б. М., Ордобаев Б. С. Прочностной расчет железобетонных и других строительных конструкций на основе теории предельного равновесия. 2-е изд., перераб. и доп. Бишкек: КРСУ, 2016. 148 с.
123. Совершенствование системы адаптации персонала в службах спасения: учебное пособие / Н. А. Байсынов, Б. С. Ордобаев., Ч. Ж. Уркунчиева, Ш. С. Абдыкеева. Бишкек: Айат, 2016. 64 с.
124. Спасательная техника и базовые машины: учебник для вузов / К. Д. Бозов, Б. С. Ордобаев, З. Н. Намазов, К. О. Кадыралиева и др. Бишкек: КРСУ, 2012. 180 с.
125. Средства механизации спасательных работ: методические указания к лабораторно-практическим занятиям для студентов 4 курса кафедры «Защита в чрезвычайных ситуациях» / Б. С. Ордобаев, Ы. Дж. Осмонов, Г. А. Шабилова, К. О. Кадыралиева. Бишкек: КРСУ, 2016. 50 с.

126. Темикеев К. Т., Джумагулова Д. С., Ордобаев Б. С. Методическое указание к лабораторной работе № 1: Испытание железобетонной балки на изгиб с разрушением ее по нормальному сечению. Бишкек: КГУСТА, 2007. 15 с.
127. Темикеев К. Т., Джумагулова Д. С., Ордобаев Б. С. Методическое указание к лабораторной работе № 2: Испытание железобетонной балки на изгиб с разрушением ее по наклонному сечению. Бишкек: КГУСТА, 2007. 15 с.
128. Темикеев К. Т., Джумагулова Д. С., Ордобаев Б. С. Методическое указание к лабораторной работе № 3: Испытание железобетонной колонны на внецентренное сжатие. Бишкек: КГУСТА, 2007. 16 с.
129. Темикеев К. Т., Джумагулова Д. С., Ордобаев Б. С. Учебное пособие к лабораторному практикуму по дисциплине «Железобетонные конструкции». Бишкек: КГУСТА, 2010. 56 с.
130. Темикеев К. Т., Джумагулова Д. С., Ордобаев Б. С. Методическое указание к лабораторным работам по дисциплине ЖБК (железобетонные конструкции). Бишкек: КГУСТА, 2007. 12 с.
131. Теоретико-методические основы выбора приоритетов и прогнозирования развития сельскохозяйственной техники / Ы. Ж. Осмонов, Б. С. Токтоналиев, Р. А. Касымбеков, З. А. Нарцев. Бишкек, 2014. 136 с.
132. Терминологический словарь по чрезвычайным ситуациям / Б. Р. Айдаралиев, Б. С. Ордобаев, Ш. С. Абдыкеева, Н. Дж. Садабаева. Бишкек: КРСУ, 2013. 124 с.
133. Технические средства проведения поисково-спасательных и аварийно-спасательных работ: учебно-методическое пособие / Б. С. Ордобаев, З. Н. Намазов, Б. Р. Айдаралиев, Н. Д. Садабаева. Бишкек: КРСУ, 2013. 140 с.
134. Технология научных исследований: учебное пособие / Б. С. Ордобаев, К. О. Кадыралиева, Ш. С. Абдыкеева, Д. Н. Мусуралиева и др. Бишкек: КРСУ, 2015. 122 с.
135. Толковый словарь строительных терминов: учебное пособие / Б. С. Ордобаев, Ж. Ы. Маматов, Б. С. Матозимов, Д. Ш. Кожобаев. Бишкек, 2013. 112 с.
136. Тыналиев К. А., Ордобаев Б. С. Тактика сил единой государственной системы предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций и гражданской обороны: учебное пособие для студентов направления ЗЧС (бакалавриат). Бишкек: КРСУ, 2014. 172 с.
137. Управление безопасностью в кризисных ситуациях природного и техногенного характера: учебно-методическое пособие / К. Д. Бозов, С. Т. Иманбеков, Б. С. Ордобаев, Е. Н. Вигерина. Бишкек: КРСУ, 2011. 84 с.
138. Управление техносферной безопасностью: методические указания к проведению практических занятий / Б. С. Ордобаев, Ш. С. Абдыкеева, С. О. Отомбаев, А. А. Бактыгулова. Бишкек: КРСУ, 2015. 42 с.
139. Устойчивость объектов экономики в чрезвычайных ситуациях, основы устойчивого развития государства: учебник: Ч. 1 / Н. О. Сыдыгалиев, У. М. Шамырканов, М. Х. Сваров, А. М. Чаргынов и др. Бишкек: КРСУ, 2015. 200 с.
140. Учебное пособие к практическим занятиям по дисциплине ЖБК / А. К. Акматов, Д. А. Рыспаев, Б. С. Ордобаев, А. К. Стамалиев. Бишкек: КГУСТА, 2011. 54 с.
141. Учебное пособие к практическим занятиям по дисциплине «Железобетонные конструкции» для специальности ПГС / Д. А. Рыспаев, А. К. Акматов, А. К. Стамалиев, Б. С. Ордобаев. Бишкек: КГУСТА, 2011. 72 с.
142. Учебное пособие по прохождению практик для бакалавров по направлению «Строительство», профиль «Проектирование зданий» / Ж. Ы. Маматов, С. Т. Кожобаева, А. А. Омурова, Б. С. Ордобаев. Бишкек, 2014. 76 с.
143. Учебное пособие по разработке выпускной квалификационной работы для студентов «Техносферная безопасность», профиль «Защита в чрезвычайных ситуациях» по специальности «Управление устойчивостью функционирования объектов в чрезвычайных ситуациях»: учебное пособие: Ч. 1 / С. Т. Иманбеков, Б. С. Ордобаев, К. О. Кадыралиева, А. С. Шаназарова и др. Бишкек: КРСУ, 2015. 72 с.
144. Чижикова Л. И., Ордобаев Б. С. Геодезия и картография: учебное пособие: Ч. 1 / Бишкек: КРСУ, 2016. 82 с.
145. Чижикова Л. И., Ордобаев Б. С. Методические указания по выполнению практических и лабораторных работ по дисциплине «Геодезия и картография». Бишкек: КРСУ, 2016. 40 с.
146. Чрезвычайные ситуации биологического характера, правила поведения: учебное пособие: Ч. 4 / Д. Ш. Кожобаев, Б. С. Ордобаев, Ж. Ы. Маматов, К. Д. Бозов и др. Бишкек, 2011. 28 с.
147. Чрезвычайные ситуации. Природные явления. Правила поведения: учебное пособие: Ч. 1 / А. А. Абдыкалыков, Ж. Ы. Маматов, К. Д. Бозов, Б. С. Ордобаев и др. Бишкек, 2011. 84 с.
148. Чрезвычайные ситуации социального характера, правила поведения: учебное пособие: Ч. 5 / Б. С. Ордобаев, Ж. Ы. Маматов, Д. Ш. Кожобаев, К. И. Кенжетаев и др. Бишкек, 2011. 108 с.

149. Чрезвычайные ситуации техногенного характера, правила поведения: учебное пособие: Ч. 2 / К. Д. Бозов, Ж. Ы. Маматов, Б. С. Ордобаев, Д. Ш. Кожобаев и др. Бишкек, 2011. 64 с.
150. Чрезвычайные ситуации экологического характера, правила поведения: учебное пособие: Ч. 3 / Ж. Ы. Маматов, К. Д. Бозов, Б. С. Ордобаев, Д. Ш. Кожобаев и др. Бишкек, 2011. 64 с.
151. Шабикова Г. А., Кадыралиева К. О. Методические указания к практическим занятиям для студентов 3 курса кафедры «Защита в чрезвычайных ситуациях» по дисциплине «Устойчивость природных, техногенных объектов и объектов экономики». Бишкек: КРСУ, 2015. 35 с.
152. Шабикова Г. А., Ордобаев Б. С. Методические указания к практическим занятиям для студентов 1 курса кафедры «Защита в чрезвычайных ситуациях» по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности»: Ч. 2 / Бишкек: КРСУ, 2015. 52 с.
153. Шаназарова А. С., Ордобаев Б. С., Абдыкеева Ш. С. Учебно-методическое пособие (по ознакомительной практике для студентов 1 курса направления «Техносферная безопасность», профиль «Защита в чрезвычайных ситуациях» с академической степенью бакалавр. Бишкек: Айат, 2013. 28 с.
154. Шаназарова А. С., Ордобаев Б. С., Абдыкеева Ш. С. Учебно-методическое пособие по производственной практике для студентов направления «Техносферная безопасность», профиль «Защита в чрезвычайных ситуациях». Академическая степень бакалавр. Бишкек: КРСУ, 2015. 31 с.
155. Шаназарова А. С., Ордобаев Б. С., Абдыкеева Ш. С. Учебно-методические рекомендации по выполнению курсовых работ по дисциплине «Риски в природопользовании». Бишкек: КРСУ, 2015. 26 с.
156. Экспериментальные основы теории механики грунтов и скальных пород: учебник для вузов / Б. М. Сеитов, Б. С. Ордобаев, С. Дуйшеев, А. Т. Сатыбаев. Бишкек, 2014. 176 с.
157. Экономика и управление недвижимостью: учебник для вузов / А. Н. Асаул, Г. В. Кумсков, М. Т. Касымова, А. Б. Асылбаев и др. Бишкек: КРСУ, Айат, 2012. 428 с.
158. Бактыгулов К., Бактыгулова А. Б. Курулуш атоолорунун орузча кыргызча сөздүгү. Бишкек: Техник, 2011. 376 б.
159. Болот-бетон конструкциялары сабагы боюнча лабораториялык жумуштарга усулдук корсотмолор / Ж. Т. Темикеев, Б. С. Ордобаев, Ж. Джумагулова, Т. Т. Эшмамбетов и др. Бишкек, 2010. 60 б.
160. Иш кагаздарын туура жазуу жана аларды туура колдонуу боюнча методикалык сунуштар, окуу-китепче / Б. М. Сеитов, Б. С. Ордобаев, Б. Р. Айдаралиев, Н. Садабаева. Дж. Бишкек: КРСУ, 2014. 24 б.
161. Курулуш багыты боюнча орусча-кыргызча сөздүгү, окуу куралы / Ж. Ы. Маматов, Ж. Ш. Кожобаев, Б. С. Ордобаев, Б. С. Матозимов. КМТАУ, 2013. 144 б.
162. Кыргызстандагы табигый кырсыктар, алардын алдын алуу жана даярдануу: учебник / Б. Р. Айдаралиев, Б. С. Ордобаев, Б. А. Токторалиев, Н. Дж. Садабаева и др. Бишкек: КРСУ, 2013. 60 с.
163. Салык салуунун негиздери / Б. С. Ордобаев, А. Ж. Кебеков, А. М. Тологонова, Т. Т. Эшмамбетов. Бишкек: КГУСТА, КРСУ, 2011. 27 б.
164. Ордобаев Б. С., Апсеметов М. Ч. Жер кыртыштар механикасы, ЖОЖдор учун окуу китеби. Бишкек: Айат, 2015. 52 б.
165. Ордобаев Б. С., Апсеметов М. Ч. Жерпай жана пайдубалдар, ЖОЖдор учун окуу китеби. 2-болук. Бишкек: Айат, 2015. 108 б.
166. Сеитов Б. М., Ордобаев Б. С., Апсеметов М. Ч. Жер кыртыштар механикасы, жерпайлар жана пайдубалдар: окуу китеби. Бишкек: Айат, 2016. 156 б.
167. Temikeev K. T., Djumagulova J.S., Ordobaev B. S. Test of Ferro-concrete beam curving with destruction to a normal section. Bishkek, 2007. 20 p.
168. Temikeev K. T., Djumagulova J. S., Ordobaev B. S. Test of Ferro-concrete designs. Bishkek, 2007. 12 p.
169. Temikeev K. T., Djumagulova J. S., Ordobaev B. S. Test of Ferro-concrete beam on curving with destruction it on inclination section. Bishkek, 2007. 16 p.
170. Temikeev K. T., Djumagulova J. S., Ordobaev B. S. Test of Ferro-concrete column on eccentric compression. Bishkek, 2007. 16 p.
171. Temikeev K., Ordobaev B., Djumagulova J., Eshmambetov T. The methodical instruction to laboratory works at the rate of ferro-concrete and stone designs. Bishkek: Aiat, 2010. 60 p.

Составители:
Азамат Муратович Мамбетов,
Алена Владимировна Нихаева

НАДЗОР И КОНТРОЛЬ
В СФЕРЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Учебно-практическое пособие
для подготовки бакалавров
направления «Техносферная безопасность»,
профилей «Защита в чрезвычайных ситуациях»,
«Безопасность технологических процессов и производств»
и «Инженерная защита окружающей среды»

Корректор *А. А. Матвиенко*
Компьютерная верстка – *Ю. Ф. Атаманов*

Подписано в печать 10.01.17.
Формат 60x84¹/₁₆
Офсетная печать. Объем 4,5 п.л.
Тираж 100 экз. Заказ 153

Отпечатано в типографии КРСУ
720048, г. Бишкек, ул. Горького, 2