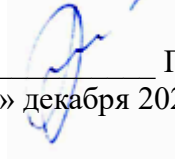


**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Утверждаю:
Зав. кафедрой техносферной и пожарной
безопасности

 П.С. Куприенко
«21» декабря 2021 г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

«Анализ и аудит безопасности промышленных объектов»

Направление подготовки: 20.04.01 Техносферная безопасность

Направленность (профиль): Искусственный интеллект

Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2022

СОСТАВИТЕЛЬ:

П.С. Куприенко, д.т.н., доцент, заведующий кафедрой техносферной
и пожарной безопасности ВГТУ

В.В. Ермилов, к.т.н., доцент кафедры транспортных средств
и техносферной безопасности ЧГУ

Воронеж – 2021

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Широков, Ю.А. Защита в чрезвычайных ситуациях и гражданская оборона [Электронный ресурс] : учебное пособие / Широков Ю.А. - 1-е изд. - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 488 с. - Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-8114-3516-6. URL: <https://e.lanbook.com/book/118631>.

2. Занько, Н.Г. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс] / Занько Н.Г., Малаян К.Р., Русак О.Н., - 17-е изд., стер. - : Лань, 2017. - 704 с. - Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-8114-0284-7. URL: <https://e.lanbook.com/book/92617>.

Дополнительная литература:

1. Зубарев, Ю.М. Основы надежности машин и сложных систем [Электронный ресурс] / Зубарев Ю.М., - 1-е изд. - : Лань, 2017. - 180 с. - Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-8114-2328-6. URL: <https://e.lanbook.com/book/91074>.

2. Ветошкин, А.Г. Обеспечение надежности и безопасности в техносфере [Электронный ресурс] / Ветошкин А.Г., - 2-е изд., испр. и доп. - : Лань, 2016. - 236 с. - Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-8114-2055-1. URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72975.

3. Надежность технических систем и техногенный риск : Учебное пособие / сост.: С.А. Сазонова, С.А. Колодяжный. - Воронеж : Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. - 147 с. - ISBN 978-5-89040-457-2. URL: <http://www.iprbookshop.ru/23110.html>.

Учебно-методические указания и рекомендации к изучению тем лекционных и практических занятий, самостоятельной работе студентов

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Институт аудирования в области промышленной и экологической безопасности. Общие сведения	История развития экологического аудита в России. Характеристика экологического аудита. Основные понятия, цели и задачи промышленного аудита безопасности	4	4	20	28
		<i>практическая подготовка обучающихся</i>	-	-	-	-
2	Виды экологического аудита и его процедуры проведения	Виды экологического аудита. Основные принципы экологического аудита. Цели и функции экоаудита. Процедуры экологического аудита	4	2	20	28
		<i>практическая подготовка обучающихся</i>	-	2	-	-
3	Содержание проводимых работ при аудировании потенциально экологически опасного предприятия	Подготовка вопросников для предварительного этапа экологического аудита. Работа с персоналом предприятия. Содержание работ при работе с персоналом. Содержание работ на объекте экоаудита, знакомство с документацией. Методика разработки программы экологического аудирования	4	2	20	28
		<i>практическая подготовка обучающихся</i>	-	2	-	-
4	Экологический мониторинг за состоянием окружающей среды на предприятии и его аудит	Характеристика состояния экологического мониторинга в соответствии с практикой в Российской Федерации. Метрологическое обеспечение экологического мониторинга. Мониторинг источников загрязнения и особенности экоаудита	4	4	22	32
		<i>практическая подготовка обучающихся</i>	-	2	-	-
5	Экологическое аудирование деятельности по обращению с отходами и использованием минерально-сырьевых ресурсов	Экологическое аудирование циклов обращения с отходами производства и потребления. Проверка технического паспорта отходов и его использование в аудите. Проверка присвоения классификационного номера отхода. Экологическое аудирование видов деятельности связанных с использованием минерально-сырьевых ресурсов	4	4	22	32
		<i>практическая подготовка обучающихся</i>	-	2	-	-
6	Лицензионный аудит и сертификация продукции	Лицензионный аудит. Система природоохранной сертификации продукции по ISO 14000	4	4	22	32
		<i>практическая подготовка обучающихся</i>	-	2	-	-
Итого			24	30	126	180

**Методические рекомендации к выполнению индивиду-
альной практической работы
Дисциплина**

«Анализ и аудит безопасности промышленных объектов»

Первым этапом практической работы является выбор темы и её осмысление.

Целенаправленно и удачно выбранная тема с учётом желания магистранта в значительной мере благоприятно сказывается на качественном и своевременном выполнении практической работы. Кроме того, тема, выбранная с учётом пожеланий и наклонностей человека, будет раскрыта глубже, добросовестней и интересней. А это уже тот элемент мотивации, который позволяет успешно достигать поставленной цели с меньшими затратами.

Целью практической работы является закрепление теоретических и практических знаний, полученных магистрантами в процессе изучения производственной безопасности с учётом отечественного и зарубежного опыта управления производством.

Поставленная цель практической работы способствует успешному решению следующих задач:

- расширению знаний и навыков магистрантов по выбранной тематике;
- систематизации и закреплению полученных знаний;
- увеличению общей культуры безопасности магистрантов;
- получению опыта и навыков в работе с журнальной и монографической литературой;
- развитию навыков творческой работы, подготовке к проведению самостоятельных научных исследований, овладению методикой научного исследования;
- овладению навыками грамотного литературного оформления результатов своих исследований;
- подготовке к написанию магистерской диссертации.

Важным вопросом для магистранта и преподавателя является выявление возможности и степени самостоятельности работы магистрантов в решении поставленных задач, знание которых позволяет реалистичнее оценивать будущие шансы специалиста в практической работе.

Цель комплекса практических работ данной дисциплины – научить магистрантов разрабатывать и представлять декларацию промышленной безопасности опасного производственного объекта. Каждая работа выполняется магистрантом на примере объекта экономики, являющегося объектом изучения магистерской диссертации, либо на учебном примере, определённом преподавателем.

Каждая работа предполагает оформление отчёта, формулирование выводов и защиту работы перед преподавателем.

В соответствии с РД 03-14-2005¹ Порядок оформления декларации промышленной без-

¹ Ростехнадзором России "Порядком оформления декларации промышленной безопасности опасных производственных объек-

опасности опасных производственных объектов и перечень включаемых в неё сведений (с изменениями на 15 августа 2017 года) устанавливает перечень сведений, которые должны содержаться в декларации промышленной безопасности опасных производственных объектов, и требования к её оформлению.

Порядок распространяется на декларации, разрабатываемые в соответствии с федеральным законодательством, независимо от организационно-правовых форм собственности организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты, а также ведомственной принадлежности опасных производственных объектов.

Порядок является обязательным для исполнения организациями, разрабатывающими декларации, экспертными организациями, осуществляющими экспертизу промышленной безопасности деклараций, работниками Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору, осуществляющими надзор за декларируемыми опасными производственными объектами.

Разработка декларации включает: всестороннюю оценку риска аварии и связанной с ней угрозы; анализ достаточности принятых мер по предупреждению аварий, обеспечению готовности организации к эксплуатации ОПО в соответствии с требованиями промышленной безопасности, а также к локализации и ликвидации последствий аварии на ОПО; разработку мероприятий, направленных на снижение масштаба последствий аварии и размера ущерба, нанесённого в случае аварии на ОПО.

Декларация разрабатывается для ОПО, на которых получают, используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются опасные вещества в количествах, установленных в приложении 2 к Федеральному закону «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», а также для ОПО, обязательность декларирования которых установлена Правительством РФ или Ростехнадзором.

При решении вопроса об обязательности декларирования промышленной безопасности следует применять следующие принципы:

- 1) для опасных веществ, не указанных в таблице 1, применять данные таблицы 2 приложения № 2 к Порядку;
- 2) в случае, если расстояние между ОПО менее пятисот метров, учитывается суммарное количество опасного вещества;
- 3) если на ОПО применяется несколько видов опасных веществ, то их суммарное пороговое количество определяется условием

$$\sum_{i=1}^n m(i) / M(i) > 1$$

где $m(i)$ - количество применяемого вещества;

$M(i)$ - пороговое (предельное) количество того же вещества в соответствии с таблицами 1 и 2 для всех i от 1 до n .

В случае, если ОПО, расположенные на расстоянии менее пятисот метров и принадлежащие разным организациям, объединены в единый технологический цикл и сумма опасных веществ на них превышает установленные предельные значения, то они подлежат декларированию.

Декларация разрабатывается в составе проектной документации на строительство, расширение, реконструкцию, техническое перевооружение, консервацию и ликвидацию ОПО. Декларация уточняется или разрабатывается вновь при изменении сведений, содержащихся в ней, или изменении требований промышленной безопасности. Декларация уточняется путем внесения в неё частичных изменений в случае, если эти изменения связаны с техническими и/или технологическими изменениями на опасном производственном объекте, которые не влияют на условия безопасной эксплуатации и не увеличивают значения показателей риска аварии.

При разработке декларации для действующего ОПО в состав сведений по обеспечению требований промышленной безопасности следует включать сведения как о выполняемых, так и о планируемых мерах. При разработке декларации в составе проектной документации представляются сведения о мерах, представленных в проектной документации.

Декларация представляется на экспертизу промышленной безопасности в экспертную организацию. Декларация с заключением экспертизы по ней направляется на рассмотрение в управление центрального аппарата Службы, осуществляющее контроль и надзор за соблюдением требований промышленной безопасности на декларируемом ОПО.

Структура декларации промышленной безопасности

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: приложение № 1 «Расчётно-пояснительная записка»; приложение № 2 «Информационный лист».

Перечень сведений, включаемых в декларацию промышленной безопасности

Титульный лист является первой страницей декларации и служит источником инфор-

мации, необходимой для обработки и поиска этого документа.

На титульном листе приводятся следующие сведения:

- 1) реквизит утверждения декларации руководителем организации, эксплуатирующей декларируемый ОПО, или заказчиком проекта (для проектируемых объектов);
- 2) регистрационный номер декларации, присваивается Службой в установленном порядке;
- 3) наименование декларации с указанием наименования декларируемого объекта и наименование эксплуатирующей организации (или заказчика проекта);
- 4) регистрационный номер декларируемого объекта в государственном реестре опасных производственных объектов (для действующих объектов);
- 5) местонахождение декларируемого объекта и год разработки декларации.

Данные об организации – разработчике декларации включают:

- 1) наименование организации, разработавшей декларацию, ее почтовый адрес, телефон, факс; сведения о лицензии Службы на проведение работ, связанных с экспертизой промышленной безопасности (с указанием регистрационного номера и даты выдачи лицензии), данные об аккредитации в области экспертизы декларации промышленной безопасности и/или анализа риска.

При участии в разработке декларации и расчётно-пояснительной записки нескольких организаций указанные сведения представляются для каждой из них;

- 2) список исполнителей, включающий их фамилии и инициалы, должности, места работы и сведения об аттестации в области экспертизы декларации промышленной безопасности.

Оглавление включает наименования всех разделов декларации с указанием страниц, с которых начинаются разделы и подразделы.

Раздел 1 «Общие сведения» должен включать:

- 1) реквизиты организации:
 - полное и сокращённое наименование эксплуатирующей организации (или заказчика проекта);
 - наименование вышестоящей организации (при наличии таковой) с указанием адреса, телефона;
 - фамилии, инициалы и должности руководителей организации; полный почтовый и электронный адреса, телефон, факс организации;
 - краткий перечень основных направлений деятельности организации, связанных с эксплуатацией декларируемого объекта;
 - обоснование декларирования: перечень составляющих декларируемого объекта с указанием количества и наименования опасных веществ, на основании которых опасный про-

изводственный объект отнесён к декларируемым объектам;

- перечень нормативных правовых документов, на основании которых принято решение о разработке декларации;

- сведения о месторасположении декларируемого объекта: краткую характеристику местности, на которой размещается объект, в том числе данные о топографии и природно-климатических условиях с указанием возможности проявления опасных природных явлений;

- план расположения объекта на топографической карте и сведения о размерах и границах территории, запретных, санитарно-защитных и охранных зонах декларируемого объекта;

- сведения о работниках и иных физических лицах, включая население:

- сведения об общей численности работников на декларируемом объекте, а также данные о преимущественном размещении работающих по административным единицам и составляющим декларируемого объекта с указанием средней численности и наибольшей численности работающей смены;

- сведения об общей численности работников других объектов эксплуатирующей организации, размещённых вблизи

- декларируемого объекта;

- сведения об общей численности иных физических лиц, которые могут оказаться в зонах действия поражающих факторов: работники соседних предприятий и других объектов; лица на внешних транспортных коммуникациях (ж/д, автодороги); население и иные физические лица;

- страховые сведения (для действующих объектов): наименование и адрес организации-страховщика, а также сведения о ее страховых лицензиях;

- перечень договоров обязательного страхования ответственности с указанием размеров страховых сумм.

Раздел 2 «Результаты анализа безопасности» должен включать:

1) сведения об опасных веществах: наименование опасного вещества;

степень опасности и характер воздействия вещества на организм человека и окружающую природную среду, в том числе при возникновении аварии;

2) общие сведения о технологии:

- схему основных технологических потоков, которая должна представлять блок-схему с указанием наименования опасных веществ и направления их перемещения в технологической системе декларируемого объекта;

- общие данные о распределении опасных веществ по декларируемому объекту, которые должны включать сведения об общем количестве опасных веществ, находящихся в технических устройствах – аппаратах (ёмкостях), трубопроводах, с указанием максимального

количества в единичной ёмкости или участке трубопровода наибольшей вместимости. Данные должны приводиться для всех составляющих по максимальным регламентным (проектным) значениям количества опасного вещества;

3) основные результаты анализа риска аварии.

Основные результаты анализа риска аварии должны включать:

1) результаты анализа условий возникновения и развития аварий:

- перечень основных возможных 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;

2) результаты оценки риска аварии, которые должны включать краткие данные о показателях риска причинения вреда работникам декларируемого объекта и иным физическим лицам, ущерба имуществу и вреда окружающей природной среде.

Раздел 3 «Обеспечение требований промышленной безопасности» должен включать:

1) сведения об обеспечении требований промышленной безопасности к эксплуатации декларируемого объекта:

- сведения о выполнении распоряжений и предписаний Службы;

- перечень имеющихся и/или необходимых лицензий Службы 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 проведённых работ по анализу опасностей и рисков, техническому диагностированию и экспертизе технических устройств, зданий, сооружений и экспертизе промышленной безопасности с указанием наименования объекта экспертизы и организаций, проводивших указанные работы, а также даты и номера заключения экспертизы;

- сведения о соответствии условий эксплуатации декларируемого объекта требованиям норм и правил;

- сведения о принятых мерах по предотвращению постороннего вмешательства в де-

тельность на декларируемом объекте, а также по противодействию возможным террористическим актам;

2) сведения об обеспечении требований промышленной безопасности по готовности к действиям по локализации и ликвидации последствий аварии:

– сведения о мероприятиях по локализации и ликвидации последствий аварий на декларируемом объекте;

– сведения о составе противоаварийных сил, аварийно-спасательных и других служб обеспечения промышленной безопасности; сведения о финансовых и материальных ресурсах для локализации и ликвидации последствий аварий на декларируемом объекте; сведения о системе оповещения в случае возникновения аварии на декларируемом объекте с приведением схемы оповещения и указанием порядка действий в случае аварии;

– сведения о порядке действия сил и использования средств организации, эксплуатирующей опасный производственный объект, а также их взаимодействия с другими организациями по предупреждению, локализации и ликвидации аварий.

Раздел 4 «Выводы» должен включать:

1) перечень наиболее опасных составляющих и/или производственных участков декларируемого объекта с указанием показателей риска аварий;

2) перечень наиболее значимых факторов, влияющих на показатели риска;

3) перечень основных мер, направленных на уменьшение риска аварий;

4) обобщённую оценку обеспечения промышленной безопасности и достаточности мер по предупреждению аварий на декларируемом объекте.

Раздел 5 «Ситуационные планы» должен включать графическое отображение зон действия поражающих факторов для наиболее опасных по последствиям аварии составляющих и/или производственных участков декларируемого объекта.

На ситуационном плане в масштабе должны быть отмечены:

1) промышленная площадка (территория) с указанием месторасположения источника выброса или взрыва опасного вещества;

2) предприятия, транспортные коммуникации, населённые пункты и места массового скопления людей;

3) зоны действия поражающих факторов аварий для наиболее опасных по последствиям и вероятных сценариев аварии на декларируемом объекте, а также краткое описание сценариев, методов и основных исходных данных, применяемых при расчете этих сценариев;

4) распределение потенциального территориального риска гибели людей от аварий по территории объекта и прилегающей местности (для декларируемых объектов, аварии на которых сопровождаются выбросом токсичных, высокотоксичных и/или воспламеняющихся веществ).

Перечень сведений, включаемых в приложение № 1 «расчётно-пояснительная записка»

Приложение № 1 «Расчётно-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 РПЗ является первой страницей и должен включать следующие сведения:

- 1) надпись «Приложение 1» (в правом верхнем углу);
- 2) регистрационный номер декларации в соответствии с подпунктом 2 п. 17 Порядка;
- 3) наименование РПЗ к декларации с указанием наименования декларируемого объекта и наименования эксплуатирующей организации (или заказчика проекта);
- 4) для действующего объекта – регистрационный номер декларируемого объекта в государственном реестре опасных производственных объектов, для проектируемого объекта – наименование проектной документации с указанием стадии проекта (проектная документация на строительство, расширение, реконструкцию, техническое перевооружение, консервацию, ликвидацию опасного производственного объекта);
- 5) номер книги (в том случае, если РПЗ состоит из двух и более книг);
- 6) местонахождение организации, разработавшей декларацию промышленной безопасности, и год её разработки.

Если РПЗ состоит из двух или более книг, каждая книга должна иметь свой титульный лист, соответствующий листу первой книги и содержащий сведения, относящиеся к данной книге.

Оглавление должно включать 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 своё 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:

- 1) сведения об опасных веществах (представляется для веществ, учитываемых при идентификации декларируемого объекта):
 - наименование;
 - вид;
 - химическая формула; состав;

- физические свойства (молекулярный вес, температура кипения, плотность);
- взрывоопасность;
- токсическая опасность;
- реакционная способность; запах;
- коррозионная активность;
- меры предосторожности;
- 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;

2) данные о технологии и оборудовании:

- принципиальную технологическую схему с обозначением основного технологического оборудования, указанием направлений потоков опасных веществ и отсекающей арматуры и кратким описанием технологического процесса;
- план размещения основного технологического оборудования, в котором обращаются опасные вещества;
- перечень основного технологического оборудования, в котором обращаются опасные вещества;
- данные о распределении опасных веществ по оборудованию;

3) описание технических решений по обеспечению безопасности:

- 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:

1) анализ известных аварий:

- перечень аварий и обобщённые данные об инцидентах, имевших место на декларируемом объекте (для действующих объектов);
- перечень наиболее опасных по последствиям аварий, имевших место на других аналогичных объектах, или аварий, связанных с обращающимися опасными веществами;

- анализ основных причин произошедших аварий;
- 2) анализ условий возникновения и развития аварий:
 - определение возможных причин возникновения аварии и факторов, способствующих возникновению и развитию аварий;
 - определение сценариев аварий с участием опасных веществ;
 - обоснование применяемых физико-математических моделей и методов расчёта с оценкой влияния исходных данных на результаты анализа риска аварии;
 - оценку количества опасных веществ, участвующих в аварии;
 - расчёт вероятных зон действия поражающих факторов;
 - оценку возможного числа пострадавших, в том числе погибших, среди работников декларированного объекта и иных физических лиц;
 - оценку возможного ущерба;
- 3) оценку риска аварий, включающую данные о вероятности аварий, показателях риска причинения вреда работникам декларированного объекта и физическим лицам, ущерба имуществу и вреда окружающей природной среде (по составляющим объекта).

Раздел 3 «Выводы и предложения» должен включать:

- 1) перечень составляющих (производственных участков) декларированного объекта с указанием рассчитанных показателей риска аварии;
- 2) сравнительный анализ рассчитанных показателей риска аварии на декларированном объекте со среднестатистическими показателями риска техногенных происшествий и/или критериями приемлемого риска;
- 3) предложения по внедрению мер, направленных на уменьшение риска аварий.

Список использованных источников должен включать:

- 1) перечень нормативно-правовых документов, регулирующих требования промышленной безопасности на декларированном объекте;
- 2) перечень документации организации, используемой при разработке расчётно-пояснительной записки;
- 3) перечень литературных источников.

Перечень сведений, включаемых в приложение №2 «информационный лист».

Приложение № 2 «Информационный лист» служит для представления гражданам (по их обращению), имеет титульный лист и включает следующие структурные элементы:

- 1) наименование организации, эксплуатирующей декларированный ОПО или являющейся заказчиком проектной документации;
- 2) сведения о лице, ответственном за информирование и взаимодействие с общественностью (должность, фамилия и инициалы, телефон);
- 3) краткое описание производственной деятельности, связанной с эксплуатацией де-

кларифицируемого объекта;

4) перечень и основные характеристики опасных веществ, обращааемых на декларируемом объекте;

5) краткие сведения о масштабах и последствиях возможных аварий и мерах безопасности;

6) сведения о способах оповещения и необходимых действиях населения при возникновении аварий.

На титульном листе приложения «Информационный лист» приводятся следующие сведения:

- 1) надпись «Приложение № 2» (в правом верхнем углу);
- 2) регистрационный номер декларации в соответствии с подпунктом 2 п. 17 Порядка;
- 3) наименование информационного листа к декларации с указанием наименования декларируемого объекта и наименования эксплуатирующей организации (или заказчика проекта).

Требования к оформлению декларации промышленной безопасности и приложений к ней.

Общие требования: декларация и приложения к ней должны быть оформлены отдельно друг от друга.

Декларация и расчётно-пояснительная записка оформляются в виде отдельных переплётённых книг (или нескольких книг при необходимости);

— текст декларации и приложений к ней должен быть выполнен машинописным способом или с применением печатающих и графических устройств вывода персональных компьютеров на одной стороне белой бумаги;

— вне зависимости от способа печатания качество напечатанного текста и оформления иллюстраций и таблиц должно удовлетворять требованию чёткого однозначного восприятия;

— при оформлении декларации и приложений необходимо соблюдать равномерную плотность, контрастность и чёткость изображения по всему тексту;

— вписывать в отпечатанный текст отдельные слова, формулы, знаки допускается черными чернилами или чёрной тушью; заголовки структурных элементов декларации следует располагать с новой страницы, в середине строки без точки в конце и печатать прописными буквами, не подчёркивая;

— заголовки подразделов и пунктов следует начинать с абзацного отступа и печатать с прописной буквы, не подчёркивая. Переносы слов в заголовках не допускаются;

— расстояние между заголовками структурных элементов, подразделов, пунктов и текстов должно быть не менее 3 интервалов.

Требования к нумерации страниц декларации и приложений:

- страницы декларации следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту
- декларации и каждого приложения к ней;
- титульные листы входят в общую нумерацию страниц. Номер страницы на титульном листе не проставляют;
- иллюстрации и таблицы, расположенные на отдельных листах, включают в общую нумерацию страниц декларации и расчётно-пояснительной записки;
- иллюстрации и таблицы учитывают как одну страницу.

Требования к нумерации разделов, подразделов, пунктов, подпунктов и книг декларации и расчётно-пояснительной записки:

- разделы, подразделы, пункты, подпункты и книги декларации и расчётно-пояснительной записки должны иметь порядковую нумерацию в пределах каждого раздела или подраздела;
- номер пункта включает номер раздела, порядковый номер подраздела и пункта, разделённые точкой, например: 1.1.1, 1.1.2, 1.1.3 и т.д.;
- номер подпункта включает номер раздела, подраздела, пункта и порядковый номер подпункта, разделённые точкой, например: 1.1.1.1, 1.1.1.2, 1.1.1.3 и т.д.;
- если подраздел имеет только один пункт или подпункт, то нумеровать пункт (подпункт) не следует;
- книги декларации и РПЗ должны иметь порядковую нумерацию в пределах декларации и РПЗ соответственно;
- номер книги следует проставлять арабскими цифрами на титульном листе под указанием наименования декларации или РПЗ, например: «Книга 2».

Требования к иллюстрациям:

- иллюстрации (чертежи, графики, схемы, диаграммы, фотоснимки) следует располагать в декларации или расчётно-пояснительной записке непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице;
- на все иллюстрации должны быть даны ссылки;
- иллюстрации должны иметь наименования и пояснительные данные (подрисуночный текст);
- иллюстрация обозначается словом «Рисунок». Наименование помещают в одну строку со словом «Рисунок» после его номера через тире. Наименование и слово «Рисунок» помещают после пояснительных данных и располагают посередине строки;
- иллюстрации следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией в пределах всей декларации или расчётно-пояснительной записки;

- иллюстрацию следует выполнять на одной странице; если иллюстрация не умещается на одной странице, можно переносить её на другие страницы, при этом наименование иллюстрации помещают на каждой странице и под ним указывают «лист +»;

- масштаб и количество иллюстраций, в том числе ситуационных планов, выбираются в каждом конкретном случае исходя из наглядности и полноты отображения информации.

Требования к таблицам:

- цифровой материал должен оформляться в виде таблиц;
- таблицу следует располагать в декларации или РПЗ непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице; на все таблицы должны быть даны ссылки;

- таблица обозначается словом «Таблица», название таблицы помещают в одну строку со словом «Таблица» после её номера через тире. Слово «Таблица» и её название располагают над таблицей слева без абзацного отступа;

- таблицы следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией в пределах всей декларации или РПЗ.

Требования к перечислениям и сноскам:

- перечисления при необходимости могут быть приведены внутри пунктов или подпунктов;

- перечисления следует нумеровать порядковой нумерацией арабскими цифрами со скобкой, например: 1), 2), 3) и т.д., и печатать строчными буквами;

- в пределах одного пункта или подпункта не допускается более одной группы перечислений;

- сноски следует размещать в декларации или РПЗ при необходимости пояснения содержания текста, таблицы или иллюстрации;

- сноски размещают внизу страницы, на которой находятся текст, таблица или иллюстрация, к которым они относятся.

Требования к ссылкам:

- ссылки на использованные источники следует указывать порядковым номером по списку источников и приводить в квадратных скобках;

- наряду с общим списком допускается приводить ссылки на источники в подстрочном примечании;

- ссылки на разделы, подразделы, пункты, подпункты, иллюстрации, таблицы, перечисления и приложения следует указывать их порядковым номером, например: «+ в разделе 2», «+по п. 3.2.4», «+на рис. 1» и т.д.

Требования к оформлению результатов анализа риска:

- результаты анализа риска должны быть обоснованы и оформлены таким образом,

чтобы расчёты и выводы, представленные в расчётно-пояснительной записке, могли быть проверены и повторены квалифицированными специалистами, которые не участвовали при первоначальном анализе;

- разработчики декларации могут применять любые обоснованные модели и методы расчёта;

- обоснование применяемых моделей и методов расчёта, а также результатов оценки риска приводится в РПЗ, в декларации приводятся основные результаты расчётов;

- для обоснования применяемых моделей и методов расчёта следует указать организацию, разработавшую их, принятые допущения, предположения, значения основных исходных данных, литературные ссылки на используемые материалы; при изложении результатов оценки риска аварии в РПЗ следует указать влияние исходных данных и принятых допущений на рассчитываемые показатели риска;

- приоритетными для проведения анализа риска являются методические документы, согласованные или утверждённые федеральными органами исполнительной власти;

- при анализе соответствия условий эксплуатации декларируемого ОПО действующим нормам и правилам безопасности следует учитывать полноту и своевременность выполнения эксплуатирующей организацией предписаний органов надзора;

- при анализе риска следует проанализировать различные сценарии, отражающие как наиболее вероятные, так и наиболее опасные события. Например, следует учитывать последствия аварийных ситуаций с частичной и полной разгерметизацией оборудования. Также следует детально выявить условия и оценить вероятность реализации сценариев аварий с причинением вреда жизни и здоровью человека, имуществу и окружающей природной среде;

- ущерб от возможных аварий следует оценивать в натуральных или денежных единицах с учётом прямых потерь имущества предприятия, затрат на ликвидацию аварии, социально-экономических потерь (затрат на компенсацию пострадавшим), косвенного ущерба (упущенной выгоды), экологического ущерба и потерь от выбытия трудовых ресурсов;

- при оценке риска необходимо преимущественно использовать количественные методы.

Количественные показатели риска аварии (частота возникновения аварии, вероятность поражения человека, индивидуальный, коллективный, социальный риск, ожидаемый ущерб и т.д.) определяются на основе объективных статистических данных, а также с использованием специальных количественных графоаналитических методов, методов имитационного моделирования, с помощью построения полей потенциального территориального риска; при отсутствии необходимых данных для количественной оценки риска допускается использование качественных показателей риска аварии, выраженных с использованием лингвистических оценок (например, «высокая», «низкая» вероятность).

Полнота использования показателей риска аварии определяется уровнем методического обеспечения процедуры анализа риска для различных объектов с учётом их специфики.

Практическая работа №1

Анализ и оценка риска в процедуре декларирования промышленной безопасности

Цель работы. Научиться проводить анализ и оценку риска ОПО в соответствии с требованиями, предъявляемыми Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору

Теоретические положения

Требования к процедуре проведения и оформления результатов анализа риска сформулированы в Руководстве по безопасности "Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах" (утв. приказом Ростехнадзора от 11.04.2016 №144).

Основные этапы анализа риска включают:

- планирование и организацию работ;
- идентификацию опасностей;
- оценку риска;
- разработку рекомендаций по уменьшению риска.

1. Этап планирования и организации работ

На этапе планирования и организации работ следует:

- определить анализируемый опасный производственный объект 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 опасном производственном объекте;
- указать ограничения исходных данных, финансовых ресурсов и другие обстоятельства, определяющие глубину, полноту и детальность проводимого анализа риска;
- чётко определить цели и задачи проводимого анализа риска;
- обосновать используемые методы анализа риска;
- определить критерии приемлемого риска.

Для обеспечения качества анализа риска следует использовать знание закономерностей возникновения и развития аварий на опасных производственных объектах.

Если существуют результаты анализа риска для подобного опасного производственного объекта или аналогичных технических устройств, применяемых на опасном производ-

ственном объекте, то их можно применять в качестве исходной информации. Однако при этом следует показать, что объекты и процессы подобны, а имеющиеся отличия не будут вносить значительных изменений в результаты анализа.

Цели и задачи анализа риска могут различаться и конкретизироваться на разных этапах жизненного цикла опасного производственного объекта.

Например, на этапе размещения (обоснования инвестиций или проведения предпроектных работ) или проектирования опасного производственного объекта целью анализа риска, как правило, является:

- выявление опасностей и априорная количественная оценка риска с учётом воздействия поражающих факторов аварии на персонал, население, имущество и окружающую природную среду;
- обеспечение учёта результатов при анализе приемлемости предложенных решений и выборе оптимальных вариантов размещения опасного производственного объекта, применяемых технических устройств, зданий и сооружений опасного производственного объекта, включая особенности окружающей местности, расположение иных объектов и экономическую эффективность;
- обеспечение информацией для разработки инструкций, технологического регламента и планов ликвидации (локализации) аварийных ситуаций на опасном производственном объекте;
- оценка альтернативных предложений по размещению опасного производственного объекта или техническим решениям.

На этапе ввода в эксплуатацию (вывода из эксплуатации) опасного производственного объекта целью анализа риска могут быть:

- выявление опасностей и оценка последствий аварий, уточнение оценок риска, полученных на предыдущих этапах функционирования опасного производственного объекта;
- проверка соответствия условий эксплуатации требованиям промышленной безопасности;
- разработка и уточнение инструкций по вводу в эксплуатацию (выводу из эксплуатации).

На этапе эксплуатации или реконструкции опасного производственного объекта целью анализа риска может быть:

- проверка соответствия условий эксплуатации требованиям промышленной безопасности;
- уточнение информации об основных опасностях и рисках (в том числе при декларировании промышленной безопасности);
- разработка рекомендаций по организации деятельности надзорных органов;

- совершенствование инструкций по эксплуатации и техническому обслуживанию, планов ликвидации (локализации) аварийных ситуаций на опасном производственном объекте;
- оценка эффекта изменения в организационных структурах, приёмах практической работы и технического обслуживания в отношении совершенствования системы управления промышленной безопасностью.

Основой для определения **приемлемого риска** являются:

- нормы и правила промышленной безопасности или иные документы по безопасности в анализируемой области;
- сведения о происшедших авариях, инцидентах и их последствиях;
- опыт практической деятельности;
- социально-экономическая выгода от эксплуатации опасного производственного объекта.

2. Этап идентификации опасностей

Основные задачи этапа идентификации опасностей – выявление и чёткое 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.

Для идентификации опасностей рекомендуется использовать один или несколько из перечисленных ниже методов анализа риска:

- "Что будет, если...?";
- проверочный лист;
- анализ опасности и работоспособности;
- анализ видов и последствий отказов;
- анализ "дерева отказов";
- анализ "дерева событий";
- соответствующие эквивалентные методы.

В результате идентификации опасностей получаем:

- перечень нежелательных событий;
- описание источников опасности, факторов риска, условий возникновения и развития нежелательных событий (например, сценариев возможных аварий);
- предварительные оценки опасности и риска.

Идентификация опасностей завершается также выбором дальнейшего направления деятельности.

В качестве вариантов дальнейших действий может быть:

- решение прекратить дальнейший анализ ввиду незначительности опасностей или достаточности полученных предварительных оценок (в этом случае под идентификацией

опасностей подразумевается анализ или оценка опасностей);

- решение о проведении более детального анализа опасностей и оценки риска;
- выработка предварительных рекомендаций по уменьшению опасностей.

3. Этап оценки риска

Основные задачи этапа оценки риска:

- определение частот возникновения иницирующих и всех нежелательных событий;
- оценка последствий возникновения нежелательных событий;
- обобщение оценок риска.

Для определения частоты нежелательных событий рекомендуется использовать:

- статистические данные по аварийности и надёжности 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 учёта мнения специалистов в данной области.

Оценка последствий включает анализ возможных воздействий на людей, имущество и (или) окружающую природную среду.

Для оценки последствий необходимо оценить физические эффекты нежелательных событий (отказы, разрушения технических устройств, зданий, сооружений, пожары, взрывы, выбросы токсичных веществ и т.д.), уточнить объекты, которые могут быть подвергнуты опасности.

При анализе последствий аварий необходимо использовать модели аварийных процессов и критерии поражения, разрушения изучаемых объектов воздействия, учитывать ограничения применяемых моделей. Следует также учитывать и, по возможности, выявлять связь масштабов последствий с частотой их возникновения.

Обобщённая оценка риска (или степень риска) аварий должна отражать состояние промышленной безопасности с учётом показателей риска от всех нежелательных событий, которые могут произойти на опасном производственном объекте.

4. Этап анализа риска (заключительный):

Разработка рекомендаций по уменьшению риска. В рекомендациях представляются обоснованные меры по уменьшению риска, основанные на результатах оценок риска.

Меры по уменьшению риска могут носить технический и (или) организационный характер. При выборе мер решающее значение имеет общая оценка действенности и надёжности 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 по уменьшению вероятности возникновения аварийной ситуации, включающие:
 - меры по уменьшению вероятности возникновения инцидента,
 - меры по уменьшению вероятности перерастания инцидента в аварийную ситуацию;
- 2) меры по уменьшению 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.

При необходимости обоснования и оценки эффективности предлагаемых мер по уменьшению риска рекомендуется придерживаться двух альтернативных целей их оптимизации:

- при заданных средствах обеспечить максимальное снижение риска эксплуатации опасного производственного объекта;
- обеспечить снижение риска до приемлемого уровня при минимальных затратах.

Требования к оформлению результатов анализа риска. Результаты анализа риска должны быть обоснованы и оформлены таким образом, чтобы выполненные расчеты и выводы могли быть проверены и повторены специалистами, которые не участвовали при первоначальном анализе.

Процесс анализа риска следует документировать. Объем и форма отчёта с результатами анализа зависят от целей проведённого анализа риска.

В отчёт рекомендуется включать:

- титульный лист;
- аннотацию;
- содержание (оглавление);
- задачи и цели проведённого 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 неопределённостей результатов оценки риска;
- обобщение оценок риска, в том числе с указанием наиболее "слабых" мест;
- рекомендации по уменьшению риска;
- заключение;
- перечень используемых источников информации.

Показатели риска.

Всесторонняя оценка риска аварий основывается на анализе причин (отказы технических устройств, ошибки персонала, внешние воздействия) возникновения и условий развития аварий, поражения производственного персонала, населения, причинения ущерба имуществу эксплуатирующей организации или третьим лицам, вреда окружающей природной среде.

Степень риска (или уровень риска) аварий на опасном производственном объекте, эксплуатация которого связана со множеством опасностей, определяется на основе учёта соответствующих показателей риска.

В общем случае показатели риска выражаются в виде сочетания (комбинации) вероятности (или частоты) и тяжести последствий рассматриваемых нежелательных событий.

Ниже приведены краткие характеристики основных количественных показателей риска.

1. При анализе опасностей, связанных с отказами технических устройств, выделяют технический риск, показатели которого определяются соответствующими методами теории надёжности.

2. Одной из наиболее часто употребляющихся характеристик опасности является **индивидуальный риск** – это частота поражения отдельного индивидуума (человека) в результате воздействия исследуемых факторов опасности. В общем случае количественно (численно) индивидуальный риск выражается отношением числа пострадавших людей к общему числу рискующих за определённый период времени.

При расчёте распределения риска по территории вокруг объекта (картированию риска) индивидуальный риск определяется потенциальным территориальным риском (см. ниже) и вероятностью нахождения человека в районе возможного действия опасных факторов.

Индивидуальный риск во многом определяется квалификацией и готовностью индивидуума к действиям в опасной ситуации, его защищённостью.

Индивидуальный риск, как правило, следует определять не для каждого человека, а для групп людей, характеризующихся примерно одинаковым временем пребывания в различных опасных зонах и использующих одинаковые средства защиты. Рекомендуется оценивать индивидуальный риск отдельно для персонала объекта и для населения прилегающей территории или, при необходимости, для более узких групп, например для рабочих различных специ-

альностей.

3. Другим комплексным показателем риска, характеризующим пространственное распределение опасности по объекту и близлежащей территории, является потенциальный **территориальный риск** – частота реализации поражающих факторов в рассматриваемой точке территории. Потенциальный территориальный, или потенциальный, риск не зависит от факта нахождения объекта воздействия (например, человека) в данном месте пространства. Предполагается, что условная вероятность нахождения объекта воздействия равна 1 (т.е. человек находится в данной точке пространства в течение всего рассматриваемого промежутка времени). Потенциальный риск не зависит от того, находится ли опасный объект в многолюдном или пустынном месте и может меняться в широком интервале. Потенциальный риск, в соответствии с названием, выражает собой потенциал максимально возможной опасности для конкретных объектов воздействия (реципиентов), находящихся в данной точке пространства. Как правило, потенциальный риск оказывается промежуточной мерой опасности, используемой для оценки социального и индивидуального риска при крупных авариях. Распределения потенциального риска и населения в исследуемом районе позволяют получить количественную оценку социального риска для населения. Для этого нужно рассчитать количество пораженных при каждом сценарии от каждого источника опасности и затем определить частоту событий F , при которой может пострадать на том или ином уровне N и более человек.

4. **Социальный риск** характеризует масштаб и вероятность (частоту) аварий и определяется функцией распределения потерь (ущерба), у которой есть установившееся название – F/N -кривая. В общем случае в зависимости от задач анализа под N можно понимать и общее число пострадавших, и число смертельно травмированных или другой показатель тяжести последствий. Соответственно критерий приемлемого риска будет определяться уже не числом для отдельного события, а кривой, построенной для различных сценариев аварии с учётом их вероятности. В настоящее время общераспространённым подходом для определения приемлемости риска является использование двух кривых, когда, например, в логарифмических координатах определены F/N -кривые приемлемого и неприемлемого риска смертельного травмирования. Область между этими кривыми определяет промежуточную степень риска, вопрос о снижении которой следует решать, исходя из специфики производства и региональных условий.

5. Другой количественной интегральной мерой опасности объекта является **коллективный риск**, определяющий ожидаемое количество пострадавших в результате аварий на объекте за определенное время.

6. Для целей экономического регулирования промышленной безопасности и страхования важным является такой показатель риска, как **статистически ожидаемый ущерб** в стои-

мостных или натуральных показателях.

Методы анализа риска

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 опасного производственного объекта 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), нетрудоёмки (результаты могут быть получены одним специалистом в течение одного дня) и наиболее эффективны при исследовании безопасности объектов с известной технологией.

2. Анализ видов и последствий отказов (АВПО) применяется для качественного анализа опасности рассматриваемой технической системы. Сущностью 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 видов и последствий отказа можно расширить до количественного анализа видов, последствий и критичности отказов (АВПКО). В этом случае каждый вид отказа ранжируется с учётом 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, видов и причин возможных отказов, с 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 учётом его специфики.

Ниже (табл. 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 нанесён ущерб от отказа: персонал, население, имущество (оборудование, сооружения, здания, продукция и т.п.), окружающая среда.

В таблице 1 применены следующие варианты критериев:

– **критерии отказов по тяжести последствий:** **катастрофический отказ** – приводит к смерти людей, существенному ущербу имуществу, наносит невозполнимый ущерб окружающей среде; **критический (некритический) отказ** – угрожает (не угрожает) жизни людей, приводит (не приводит) к существенному ущербу имуществу, окружающей среде; **отказ с пренебрежимо малыми последствиями** – отказ, не относящийся по своим последствиям ни к одной из первых трёх категорий;

– категории (критичность) отказов: **А** – обязателен количественный анализ риска или требуются особые меры обеспечения безопасности; **В** – желателен количественный анализ риска или требуется принятие определённых мер безопасности; **С** – рекомендуется проведение качественного анализа опасностей или принятие некоторых мер безопасности; **Д** – анализ и принятие специальных (дополнительных) мер безопасности не требуются.

Таблица 1 – Матрица “вероятность – тяжесть последствий”

Отказ	Частота возникновения отказа в год	Тяжесть последствий отказа			
		катастрофического	критического	некритического	с пренебрежимо малыми последствиями
Частый	> 1	А	А	А	С
Вероятный	$1 \div 10^{-2}$	А	А	В	С
Возможный	$10^{-2} \div 10^{-4}$	А	А	В	С
Редкий	$10^{-4} \div 10^{-6}$	А	А	С	Д
Практически невероятный	$< 10^{-6}$	В	С	С	Д

Методы АВПО, АВПКО применяются, как правило, для анализа проектов сложных технических систем или технических решений. Выполняются группой специалистов различного профиля (например, специалистами по технологии, химическим процессам, инженером-механиком) из 3–7 чел. в течение нескольких дней, недель.

3. Методом анализа опасности и работоспособности (АОР) исследуются опасности отклонений технологических параметров (температуры, давления и пр.) от регламентных режимов. 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 (см. табл. 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, нерасчётные внешние воздействия, разрушение, выброс, пролив вещества, рассеяние веществ, воспламенение, взрыв, интоксикация и т.д.).

Для выявления причинно-следственных связей между этими событиями используют **лого-графические методы анализа "деревьев отказов" и "деревьев событий"**.

При анализе "деревьев отказов" (АДО) выявляются комбинации отказов (неполадок) оборудования, инцидентов, ошибок персонала и нерасчётных внешних (техногенных, природных) воздействий, приводящие к головному событию (аварийной ситуации). Метод используется для анализа возможных причин возникновения аварийной ситуации и расчёта её часто-

ты (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 отсечное 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 расчётом нескольких показателей риска и могут включать один или несколько вышеупомянутых методов (или использовать их результаты). Проведение количественного анализа требует высокой квалификации исполнителей, большого объёма информации по аварийности, надёжности оборудования, выполнения экспертных работ, учёта особенностей окружающей местности, метеословий, времени пребывания людей в опасных зонах и других факторов.

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

- на стадии проектирования и размещения опасного производственного объекта;
- 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.

6. Рекомендации по выбору методов анализа риска для различных видов деятельности и этапов функционирования опасного производственного объекта представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Рекомендации по выбору методов анализа риска

Метод	Вид деятельности				
	Размещение (предпроектные работы)	Проектирование	Ввод/вывод из эксплуата- ции	Эксплуатация	Реконструкция
1	2	3	4	5	6
Анализ "Что будет, если...?"	0	+	++	++	+
Метод проверочного листа	0	+	+	++	+
Анализ опасности и работоспособности	0	++	+	+	++

Метод	Вид деятельности				
	Размещение (предпроектные работы)	Проектирование	Ввод/вывод из эксплуа- тации	Эксплуатация	Реконструкция
1	2	3	4	5	6
Анализ видов и последствий отказов	0	++	+	+	++
Анализ деревьев отказов и событий	0	++	+	+	++
Количественный анализ риска	++	++	0	+	++

Приняты следующие обозначения: 0 – наименее подходящий метод анализа; + – рекомендуемый метод; ++ – наиболее подходящий метод.

Методы могут применяться изолированно или в дополнение друг к другу, причём 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.

Порядок выполнения работы

1. Познакомиться с теоретическими положениями
2. Получить задание у преподавателя или использовать собственные исходные данные по выбранному объекту экономики
3. Проанализировать все возможные причины возникновения аварийной ситуации на заданном объекте экономики, принимая во внимание общие закономерности возникновения и развития происшествий
4. Провести моделирование возможных исходов аварийных ситуаций, используя соответствующие графо-аналитические модели
5. Выделить наиболее опасный и наиболее вероятный сценарии развития ситуации, обосновать свой выбор
6. Составить отчёт по работе по требуемой форме

Контрольные вопросы

1. Назовите количественные показатели риска, используемые в процедуре декларирования промышленной безопасности
2. В чем заключается поэтапный анализ риска?

3. На каких стадиях жизненного цикла объекта применима процедура анализа риска?

Практическая работа № 2

Прогнозирование зон повышенного риска на примере взрывопожароопасных объектов

Цель занятия: научиться выявлять зоны опасные для персонала и населения при аварии на опасном производственном объекте и количественно их оценивать

Теоретические положения

Прогнозирование и оценка обстановки при чрезвычайных ситуациях проводятся для заблаговременного принятия мер по предупреждению ЧС, смягчению их последствий, ликвидации последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий. В результате оценки определяют:

- Радиус зоны поражения;
- Степень ущерба материальным ресурсам;
- Степень травмирования людей;
- Вероятность причинения ущерба людям и материальным ресурсам.

При прогнозировании последствий опасных явлений используют детерминистскую и вероятностную модели. В детерминистской модели определенной величине негативного воздействия поражающего фактора соответствует вполне конкретная степень поражения людей и материальных ресурсов (инженерно-технических сооружений). Например, при детерминистском способе прогнозирования поражающий эффект ударной волны определяется избыточным давлением во фронте ударной волны ΔP_{ϕ} (кПа), в зависимости от которого находится степень поражения людей и инженерно-технических сооружений. Этот подход отражают таблицы 1 и 2.

Таблица 1
**Зависимость степени поражения человека от избыточного
давления во фронте ударной волны (ΔP_{ϕ} (кПа))**

ΔP_{ϕ} (кПа)	<10	10-40	40-60	60-100	>100
Степень поражения человека	Безопасный уровень	Легкая (ушибы, повреждение слуха)	Средняя (кровотечение, вывихи, сотрясение мозга)	Тяжелая (контузии, разрывы внутренних органов)	Смертельное поражение

При использовании вероятностной модели подход иной: при воздействии одной и той же дозы негативного воздействия предполагается, что поражающий эффект будет различен в зависимости от категории людей и типа материальных ресурсов. Другими словами, негативное воздействие поражающих факторов носит вероятностный характер.

Таблица 2

Зависимость степени разрушения зданий от избыточного давления во фронте ударной волны (ΔP_{Φ} (кПа))

Объект	Разрушения*			
	полное	сильное	среднее	слабое
Здания жилые:				
Кирпичные многоэтажные	30-40	20-30	10-20	8-10
Кирпичные малоэтажные	35-45	25-35	15-25	8-15
Деревянные	20-30	12-20	8-12	6-8

* слабые разрушения – повреждения или разрушения крыш, окон, дверных проемов, ущерб 10-15% стоимости здания;
средние разрушения – разрушения крыш, окон, перегородок, чердачных перекрытий, верхних этажей, ущерб – 30-40%;
сильные разрушения – разрушение несущих конструкций и перекрытий, ущерб – 50%, ремонт нецелесообразен;
полное разрушение – обрушение зданий.

При использовании вероятностной модели подход иной: при воздействии одной и той же дозы негативного воздействия предполагается, что поражающий эффект будет различен в зависимости от категории людей и типа материальных ресурсов. Другими словами, негативное воздействие поражающих факторов носит вероятностный характер. Величина вероятности поражения $P_{\text{пор}}$ (эффект поражения) измеряется в долях единицы или % и определяется по функции Гаусса через пробит-функцию:

$$P_{\text{пор}} = f[\text{Pr}(D)],$$

где Pr – пробит-функция, которая в общем виде записывается как

$$\text{Pr} = a + b \ln D,$$

где a и b – эмпирические коэффициенты, характеризующие степень опасности поражающего фактора;

D – переменная, зависящая от уровня поражающего фактора.

В таблице 3 представлен вид пробит-функции для разных степеней поражения человека и разрушений зданий.

Таблица 3

Вид пробит-функции при поражающем действии ударной волны

Степень поражения	Пробит-функция (Pr)
Поражение человека	
1. разрыв барабанных перепонок	$Pr = -12.6 + 1.524 \ln \Delta P_0$
2. контузия	$Pr = 5 - 5.74 \ln \left\{ \frac{4.2}{1 + \frac{\Delta P_0}{P_0}} + \frac{1.3}{P_0^{1/2} \cdot m^{1/3}} \right\}$
3. летальный исход	$Pr = 5 - 2.44 \ln \left\{ \frac{7.38}{\Delta P_0} + \frac{1.9 \cdot 10^3}{\Delta P_0 \cdot I_+} \right\}$
Разрушение зданий	
1. слабые разрушения	$Pr = 5 - 0.26 \ln \left\{ \left(\frac{4.6}{\Delta P_0} \right)^{3.9} + \left(\frac{0.11}{I_+} \right)^5 \right\}$
2. средние разрушения	$Pr = 5 - 0.26 \ln \left\{ \left(\frac{17.5}{\Delta P_0} \right)^{8.4} + \left(\frac{0.29}{I_+} \right)^{9.3} \right\}$
3. сильные разрушения	$Pr = 5 - 0.22 \ln \left\{ \left(\frac{40}{\Delta P_0} \right)^{7.4} + \left(\frac{0.46}{I_+} \right)^{11.3} \right\}$

В этой таблице m – масса человека, кг; P_0 – атмосферное давление, кПа; I_+ – импульс фазы сжатия, кПа·с.

Для определения вероятности поражения через пробит-функцию используют таблицу 4.

Таблица 4

Соотношение между значениями пробит-функции и вероятностью поражения

P, %	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
0	-	2,67	2,95	3,12	3,25	3,36	3,45	3,52	3,59	3,66
10	3,72	3,77	3,82	3,90	3,92	3,96	4,01	4,05	4,08	4,12
20	4,16	4,19	4,23	4,26	4,29	4,33	4,36	4,39	4,42	4,45
40	4,75	4,77	4,80	4,82	4,85	4,87	4,90	4,92	4,95	4,97
50	5,00	5,03	5,05	5,08	5,10	5,13	5,15	5,18	5,20	5,23
60	5,25	5,28	5,31	5,33	5,36	5,39	5,41	5,44	5,47	5,50
70	5,52	5,55	5,58	5,61	5,64	5,67	5,71	5,74	5,77	5,81
80	5,84	5,88	5,92	5,95	5,99	6,04	6,08	6,13	6,18	6,23
90	6,28	6,34	6,41	6,48	6,56	6,64	6,75	6,88	7,05	7,19
99	7,33	7,37	7,41	7,46	7,51	7,58	7,65	7,75	7,88	8,09

Для определения зависимости избыточного давления во фронте ударной волны от расстояния до эпицентра взрыва **конденсированного (твердого) взрывчатого вещества** часто используют формулу Садовского:

$$\Delta P_{\phi} = 95 \frac{G_{\text{тнт}}^{1/3}}{R} + 390 \frac{G_{\text{тнт}}^{2/3}}{R^2} + 1300 \frac{G_{\text{тнт}}}{R^3}, \quad (1)$$

где R – расстояние до эпицентра взрыва;

$G_{\text{тнт}}$ – тротиловый эквивалент взорвавшегося вещества, кг, определяется по формуле:

$$G_{\text{тнт}} = \frac{Q_{\text{ев}}}{Q_{\text{тнт}}} G, \quad (2)$$

где $Q_{\text{ев}}$ и $Q_{\text{тнт}}$ – энергия взрывов рассматриваемого взрывчатого вещества и тротила соответственно, кДж/кг;

G – масса взорвавшегося конденсированного вещества, кг.

Импульс фазы сжатия (кПа·с) для конденсированного (твердого) взрывчатого вещества находится по формуле:

$$I_{+} = \frac{0.4 G_{\text{тнт}}^{2/3}}{\sqrt{R}} \quad (3)$$

Для случая **взрыва парогазовоздушного облака** формула Садовского будет иметь вид:

$$\Delta P_{\phi} = 81 \frac{m_{\text{пр}}^{1/3}}{R} + 303 \frac{m_{\text{пр}}^{2/3}}{R^2} + 505 \frac{m_{\text{пр}}}{R^3}, \quad (4)$$

где $m_{\text{пр}}$ – приведенная масса пара или газа, участвующего во взрыве, кг, рассчитывается по формуле:

$$m_{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{ев}}}{Q_{\text{тнт}}} m Z, \quad (5)$$

где $Q_{\text{ев}}$ и $Q_{\text{тнт}}$ – энергия взрывов рассматриваемого взрывчатого вещества и тротила соответственно, кДж/кг;

m – масса газообразного вещества, поступившего в окружающее пространство, кг;

Z – коэффициент участия горючих газов или паров в горении.

Импульс фазы сжатия (кПа·с) для взрыва парогазовоздушного облака находится по формуле:

$$I_{+} = \frac{0.123 m_{\text{пр}}^{2/3}}{\sqrt{R}} \quad (6)$$

Пример задачи: на складе взрывчатых веществ хранится октоген массой $G = 50\,000$ кг. На расстоянии 100 м от склада находится одноэтажное здание механических мастерских, а на расстоянии 500 м – поселок с многоэтажными кирпичными зданиями. Энергия взрыва октогена 5860 кДж/кг, энергия взрыва тротила 4520 кДж/кг. Найти вероятность различных разрушений зданий механических мастерских и зданий в поселке.

Решение: найдем тротиловый эквивалент взорвавшегося октогена:

$$G_{\text{тнт}} = \frac{5860}{4520} 50000 = 64823 \text{ кг}$$

Избыточное давление во фронте ударной волны на уровне механических мастерских (100 м от эпицентра):

$$\Delta P_{\phi}^{100} = 95 \frac{64823^{\frac{1}{3}}}{100} + 390 \frac{64823^{\frac{2}{3}}}{100^2} + 1300 \frac{64823}{100^3} = 185,36 \text{ кПа}$$

Полученная величина избыточного давления соответствует полному разрушению здания механических мастерских (таблица 6.1).

Избыточное давление во фронте ударной волны на уровне поселка (500 м от эпицентра):

$$\Delta P_{\phi}^{500} = 95 \frac{64823^{\frac{1}{3}}}{500} + 390 \frac{64823^{\frac{2}{3}}}{500^2} + 1300 \frac{64823}{500^3} = 10,8 \text{ кПа}$$

Определим вероятность разрушений зданий в поселке по пробит-функции, предварительно рассчитав импульс фазы сжатия:

$$I_+ = \frac{0,4 \cdot 64823^{\frac{2}{3}}}{\sqrt{500}} = 29 \text{ кПа} \cdot \text{с}$$

Таким образом, определим вероятность слабых разрушений:

$$Pr = 5 - 0,26 \ln \left\{ \left(\frac{4,6}{10,8} \right)^{3,9} + \left(\frac{0,11}{29} \right)^3 \right\} = 5,86$$

По таблице 7.4 значению пробит-функции равной 5,86 соответствует вероятность слабых разрушений 81%.

Для средних разрушений:

$$Pr = 5 - 0,26 \ln \left\{ \left(\frac{17,5}{10,8} \right)^{8,4} + \left(\frac{0,29}{29} \right)^{9,3} \right\} = 3,95$$

По таблице 7.4 значению пробит-функции равной 3,95 соответствует вероятность средних разрушений 14%.

Для сильных разрушений:

$$Pr = 5 - 0,22 \ln \left\{ \left(\frac{40}{10,8} \right)^{7,4} + \left(\frac{0,46}{29} \right)^{11,3} \right\} = 2,87$$

По таблице 7.4 значению пробит-функции равной 2,87 соответствует вероятность сильных разрушений 2%.

Вывод: в результате взрыва октогена на складе взрывчатых веществ в поселке, расположенном на расстоянии 500 м от склада будут преимущественно слабые разрушения зданий, сопровождающиеся повреждением или разрушением крыш, окон, дверных проемов.

Порядок выполнения работы:

1. изучить теоретические положения к работе;
2. разобрать приведенный пример решения задачи;
3. получить задание от преподавателя, при решении задачи обратить внимание на указания к решению, приведенные после условия задачи;
4. выполнив задание, оформить отчет и сделать вывод о вероятности поражения людей и материальных ресурсов в анализируемой ситуации.

Задания к практической работе:

Задача 1.

Рассчитать вероятность различных разрушений зданий при выходе в атмосферу пропана, хранящегося в сферической емкости объемом 600 м^3 при температуре окружающей среды 20°C . Здания находятся на расстоянии 500 м от резервуара. Плотность сжиженного пропана 530 кг/м^3 , степень заполнения емкости – 80% по объему. Удельная теплота сгорания пропана $4,6 \cdot 10^4 \text{ кДж/кг}$, тротила – 4520 кДж/кг . Считать, что в течение времени, необходимого для выхода сжиженного газа из емкости, весь пропан испаряется.

Указания к решению задачи: перед расчетом избыточного давления ударной волны, образующейся при взрыве пропана, обратите внимание на агрегатное состояние пропана и *используйте формулу для соответствующего агрегатного состояния*. Обратите внимание на единицы измерения параметров в формуле и в исходных данных, для решения задачи необходимо их соответствие друг другу, коэффициент участия газа во взрыве (Z) примите равным 0,1.

Задача 2. На производственном объекте бензин хранится в наружном резервуаре объемом 500 м^3 на бетонном поддоне площадью 400 м^2 . На расстоянии 50 м от резервуара находится здание диспетчерской. Определить возможную степень разрушения здания диспетчерской в случае аварии с разрушением резервуара. Принять температуру окружающей среды равной 27°C , плотность жидкого бензина – 740 кг/м^3 , молекулярная масса бензина – 94 кг/кмоль, скрытая теплота кипения бензина ($L_{\text{кип}}$ или $L_{\text{исп}}$) – 287300 Дж/кг , температура кипения бензина – 413 К , степень заполнения емкости с бензином – 80% по объему, удельная теплота сгорания бензина $4,62 \cdot 10^4 \text{ кДж/кг}$, тротила – 4520 кДж/кг , коэффициент участия газа во взрыве (Z) примите равным 0,1.

Указания к решению задачи: перед расчетом избыточного давления ударной волны, образующейся при взрыве резервуара с бензином, обратите внимание на агрегатное состояние бензина и *используйте формулу для соответствующего агрегатного состояния*. Учтите, что при разрушении емкости с бензином образуется первичное и вторичное облако испарившегося бензина и в суммарной массе взорвавшихся паров необходимо учесть массу как первичного, так и вторичного ПТВ облаков. При расчете массы взорвавшихся паров используйте формулы приведенные в приложениях А, Е и И ГОСТа Р 12.3.047-98 «Пожарная безопасность технологических процессов».

Задача 3. На складе взрывчатых веществ хранится октоген массой $G = 50\,000 \text{ кг}$. На расстоянии 100 м от склада находится одноэтажное здание механических мастерских, а на расстоянии 500 м – поселок с многоэтажными кирпичными зданиями. Энергия взрыва октогена 5860 кДж/кг , энергия взрыва тротила 4520 кДж/кг . Рассчитать радиусы зон летального поражения и безопасной для человека. Рассчитайте вероятность гибели персонала на границе зоны летального поражения.

Указания к решению задачи: воспользуйтесь графическим способом решения (график в координатах $\Delta P_{\text{ф}}$, кПа (R , м)).

Задача 4. Оценить вероятность разной степени травмирования человека, находящегося на расстоянии 20 м от баллона с пропаном при взрыве этого баллона. Емкость баллона 10 м³, температура окружающей среды 28 °С, плотность пропана 530 кг/м³, удельная теплота сгорания пропана $4,6 \cdot 10^4$ кДж/кг, тротила – 4520 кДж/кг.

Указания к решению задачи: перед расчетом избыточного давления ударной волны, образующейся при взрыве пропана, обратите внимание на агрегатное состояние пропана и *используйте формулу для соответствующего агрегатного состояния.*

Задача 5. Рассчитать избыточное давление и импульс фазы сжатия при выходе в атмосферу бензина, хранящегося в сферической емкости объемом 50 м³ при температуре воздуха 25 °С, емкость

заполнена на 95%, плотность бензина 740 кг/м³, его молекулярная масса 94 кг/кмоль, температура кипения бензина 377 °С, скрытая теплота кипения бензина ($L_{\text{кип}}$ или $L_{\text{исп}}$) - 287300 Дж/кг. Оценить вероятность разрушения деревянных строений, находящихся на расстоянии 500 м от емкости, при разрушении емкости и взрыве, образовавшегося ПГВ облака.

Указания к решению задачи: перед расчетом избыточного давления ударной волны, образующейся при взрыве резервуара с бензином, обратите внимание на агрегатное состояние бензина и *используйте формулу для соответствующего агрегатного состояния.* Учтите, что при разрушении емкости с бензином образуется первичное и вторичное облако испарившегося бензина и в суммарной массе взорвавшихся паров необходимо учесть массу как первичного, так и вторичного ПГВ облаков. При расчете массы взорвавшихся паров используйте формулы приведенные в приложениях А, Е и И ГОСТа Р 12.3.047-98 «Пожарная безопасность технологических процессов».

Контрольные вопросы:

1. В чем отличие применения вероятностной и детерминистской моделей при определении ущерба от аварии?
2. Что является поражающим фактором при аварии со взрывом?
3. Что такое пробит-функция?
4. Как определить вероятность разной степени поражения людей при аварии со взрывом?
5. Как оценить вероятность разной степени разрушения зданий и сооружений при аварии со взрывом?

Тематика практической работы должна соответствовать содержанию дисциплины Анализ и аудит безопасности промышленных объектов.

Ниже представлены примерные темы практической работы

1. Проектирование систем безопасности технологического процесса ремонта трубопроводов.
2. Проектирование систем безопасности технологического процесса хранения нефтепродуктов на нефтебазе.
3. Проектирование систем безопасности при сооружении объектов хранения нефтепродуктов.
4. Проектирование систем пожарной безопасности технологического процесса транспортировки газа (газокомпрессорной станции).

5. Совершенствование или организация производственного контроля на ОПО.
6. Проектирование систем безопасности технологического процесса транспортировки газа (компрессорной станции).
7. Проектирование систем безопасности при обслуживании резервуаров хранения нефтепродуктов.
8. Проектирование систем безопасности транспортировки особо опасных грузов.
9. Разработка рекомендаций по оценке промышленной безопасности ОПО.
10. Проектирование систем безопасности технологического процесса транспортировки газа.
11. Проектирование систем пожарной безопасности технологического процесса транспортировки газа (газокомпрессорная станция).
12. Проектирование систем безопасности технологического процесса транспортировки опасных грузов ж/д транспортом.
13. Проектирование систем безопасности эксплуатации производственных зданий ОПО.
14. Проектирование систем надёжности автоматизированных систем управления.
15. Проектирование систем безопасности погрузочно-разгрузочных работ.
16. Проектирование систем пожарной безопасности на ОПО.
17. Проектирование систем безопасности технологического процесса электроснабжения потребителей.
18. Проектирование систем взрывобезопасности технологического процесса транспортировки газа.
19. Проектирование систем безопасности проведения строительных работ.

На основе предложенных тематик, опираясь на собственный опыт, заинтересованность и инициативу магистрант может предложить собственную тему практической работы.

ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Практическая работа состоит из графической части и пояснительной записки.

Пояснительная записка должна включать в себя:

- 1) титульный лист;
- 2) содержание;
- 3) перечень условных обозначений, символов, единиц и терминов;
- 4) введение;
- 5) основную часть;
- 6) заключение;
- 7) список использованной литературы;
- 8) приложения.

Введение

1 Анализ опасностей технологического процесса

1.1 Краткое описание технологического процесса

1.2 Анализ опасностей технологического процесса (конкретного производства)

1.3 Источники и характеристики потенциальных опасностей (качественные и количественные характеристики)

1.4 Анализ риска (анализ вероятностей, анализ последствий)

2 Анализ применяемых систем безопасности на рассматриваемых и аналогичных объектах промышленности

2.1 Анализ мероприятий по обеспечению безопасности (технического объекта, предприятия и/или технологического процесса)

2.2 Анализ средств защиты (технического объекта, предприятия и/или технологического процесса)

2.3 Анализ мероприятий по обеспечению безопасности на аналогичных ОПО (технического объекта, предприятия и/или технологического процесса)

2.4 Анализ средств защиты на аналогичных ОПО (технического объекта, предприятия и/или технологического процесса).

3 Проектирование системы безопасности на объекте

3.1 Мероприятия по проектированию (совершенствованию) системы безопасности (технического объекта, предприятия и/или технологического процесса)

3.2 Мероприятия по проектированию (совершенствованию) средств защиты (технического объекта, предприятия и/или технологического процесса)

3.3 Расчёт основных параметров проектируемой системы

4 Оценка системы безопасности после внедрения предлагаемых мероприятий

4.1 Анализ риска

Заключение

Список использованной литературы

Приложение. Графическая часть (формат А1)

Во введении обосновывается актуальность изучаемой темы, приводятся цель, задачи и используемые методы.

Основная часть практической работы посвящена подробному исследованию заданной темы и сопровождается схемами, таблицами, расчётами, предложениями.

В основной части необходимо отразить правовые и нормативные документы применительно к заданию, сделать аналитический обзор литературы по теме задания.

В **главе 1** необходимо представить в целом **все виды опасностей и их источников**, осуществляется **детальный анализ (идентификация) опасностей на конкретном объекте**.

Анализ выполняется в следующей последовательности:

- установление элементов технической системы в качестве источника опасности;
- оценка качественных показателей опасности;
- оценка количественных показателей опасности;
- оценка временных показателей опасности;
- оценка пространственных показателей опасности;
- оценка возможных последствий воздействия опасности.

То есть последовательно необходимо ответить на вопросы:

- Какой элемент может явиться источником опасности?
- Какая опасность исходит от данного элемента?
- Какова величина данной опасности?
- Сколько времени действует опасность?
- Какова зона действия опасностей?
- Каковы возможные последствия?

При выполнении п. 1.4 обязательно должен быть использован инструментарий по оценке надёжности и риска технологических процессов.

В **главе 2** анализируется весь комплекс применяемых средств и мероприятий по обеспечению безопасности как на рассматриваемых, так и на аналогичных предприятиях.

В **главе 3** проектируется или совершенствуется система безопасности. Обязательно должны быть предложены меры защиты, позволяющие повысить уровень безопасности. Данные меры должны быть актуальными, современными и не используемыми в рамках данного предприятия.

После предложения конкретных мер, в **главе 4**, необходимо оценить снижение опасности технологического процесса, т. е. доказать необходимость применения предлагаемых мероприятий. Расчёты, производимые в рамках практической работы, должны являться обоснованием анализа опасности и инженерно-технических мероприятий.

В **Приложении** необходимо представить графическое отображение проектируемой или усовершенствованной системы безопасности. Это могут быть схемы, чертежи, графики, технические характеристики инновационной деятельности магистранта в самостоятельной практической работе.

В заключении формулируются основные выводы по проработанной теме, её значение в обеспечении промышленной безопасности, даются рекомендации о возможных направлениях работы по дальнейшему совершенствованию.

Список использованной литературы должен содержать пронумерованный перечень источников, использованных в практической работе, в алфавитном порядке в соответствии с ГОСТ 7.1–2003. Рекомендуется, в основном, включать современные литературные источники не старше 10 лет на момент выполнения практической работы. Количество используемых источников не должно быть менее 20.

В приложения включаются вспомогательные материалы, необходимые для полноты восприятия или аргументации отдельных разделов работы, а также крупномасштабные графические материалы: схемы, зарисовки, таблицы.

Приложения оформляются как продолжение практической работы, располагают их в порядке появления ссылок в тексте. Каждое приложение должно начинаться с нового листа с указанием посередине страницы слова «ПРИЛОЖЕНИЕ» (прописными буквами), иметь обозначение (заглавными буквами, начиная с А) и содержательный заголовок.

Рисунки, таблицы и формулы, помещаемые в приложения, нумеруются арабскими цифрами (без знака №) в пределах каждого приложения. Например: Рисунок П.А.2 (второй рисунок приложения А).

Требования к оформлению практической работы

Текст практической работы оформляется в соответствии с ГОСТ 2.105-95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам. Правила оформления с примерами представлены в методических указаниях «Оформление пояснительных записок курсовых и дипломных проектов (работ)».

Порядок выполнения практической работы

Процесс выполнения практической работы состоит из следующих этапов:

- 1) Выбор темы и согласование её с руководителем.
- 2) Ознакомление с основными её проблемами и составление плана работы.
- 3) Подбор и изучение литературных источников.
- 4) Уточнение плана работы.
- 5) Написание и оформление практической работы.
- 6) Защита практической работы.

Перед выбором темы практической работы рекомендуется каждому магистранту ознакомиться с перечнем основной литературы, что позволит ему подойти к проблеме выбора более осмысленно и ответственно.

Основные этапы выполнения практической работы.

1-й этап – выбор темы. При выборе темы практической работы должна учитываться будущая специализация магистранта или направленность работы в настоящем (если она совпадает или соответствует профилю подготовки специалиста) и тот производственный опыт, который им уже приобретён.

2-й этап – составление примерного плана практической работы. Данный этап является очень важным и ответственным моментом в общем процессе работы над полученным заданием, поскольку именно от него в значительной мере зависит качество и целостность всей работы. Чёткий, последовательный и логичный план – это половина успеха.

План должен отражать основные узловые проблемы выбранной темы и может содер-

жать от трёх до пяти вопросов, подлежащих рассмотрению.

3-й этап – подбор и изучение литературных источников. На этом этапе составить всю библиографию, касающуюся темы практической работы, в которой выделяются основные и вспомогательные литературные источники.

Составляют библиографию на основе рекомендованной литературы с обязательным конспектированием нужного материала с целью его изучения и использования в практической работе, так как материал, изложенный «своими» словами, лучше подвержен усвоению человеческой памятью.

В составляемую библиографию желательно включать литературу, изданную в последние годы, в том числе журнальные статьи и материалы из «Интернет».

4-й этап – уточнение плана практической работы, после чего приступают к написанию курсового проекта.

5-й этап – написание и оформление работы. Собранный материал группируют, обрабатывают и систематизируют в соответствии с окончательным вариантом плана. На этом этапе уточняется структура работы и подбирается иллюстративный материал. После этого пишется черновой вариант работы, который подвергается последующей литературной обработке и редактированию.

6-й этап – выполненная практической работы предъявляется преподавателю для проверки за три дня до контрольного срока окончания работы по графику. После проверки преподаватель допускает работу к защите.

7-й этап – защита практической работы – краткий доклад (5–7 минут) о её содержании.

Докладчик должен обосновать актуальность темы, указать объект анализа, цель, задачи и степень их достижения (результаты), сделать выводы.

Автор работы должен свободно ориентироваться по данной теме и продемонстрировать хорошие знания по выполненной работе и приведённой литературе. Критериями оценки проекта являются: содержание, глубина и степень раскрытия темы, умение анализировать материал, доказательность выводов, тщательность оформления проекта, качество доклада и защиты.

На основании выполненной практической работы и по итогам защиты преподаватель выставляет оценку в ведомость и зачётную книжку.

ГРАФИК ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ работы

График выполнения практической работы по дисциплине Анализ и аудит безопасности промышленных объектов для магистрантов специальности 20.04.01 «Техносферная безопасность».

№ п/п	Вид работы	% от объёма работы	Всего, %	Срок сдачи, № недели
1	Получение задания			1

№ п/п	Вид работы	% от объёма работы	Всего, %	Срок сдачи, № недели
2	Краткое описание технологического процесса	2	2	2
3	Анализ технологического процесса	5	7	
4	Источники и характеристики потенциальных опасностей	15	22	3-4
5	Анализ риска	5	27	
6	Анализ мероприятий по обеспечению безопасности	10	37	5-6
7	Анализ средств защиты	10	47	
8	Анализ мероприятий по обеспечению безопасности на аналогичных ОПО	10	57	7-8
9	Анализ средств защиты на аналогичных ОПО	10	67	
10	Мероприятия по проектированию (совершенствованию) системы безопасности	10	77	9
11	Мероприятия по проектированию (совершенствованию) средств защиты	10	87	10
12	Расчёт основных параметров проектируемой системы	5	92	11-12
13	Анализ риска	5	97	
14	Графическая часть	3	100	
15	Защита практической работы	-	-	13-14

Рекомендованный список литературы

1. OHSAS 18001:2007 «Порядок оценки профессиональной безопасности и здоровья» (Occupational Health and Safety Assessment Series). [Электронный ресурс] – Справочно-правовая система «Консультант плюс».
2. Акимов, В. А. Надёжность технических систем и техногенный риск : учеб. пособие / В. А. Акимов [и др.] ; под ред. М. И. Фалеева. – М.: Деловой экспресс, 2002. – 419 с.
3. Безопасное взаимодействие человека с техническими системами: учеб. пособие / В. Л. Лапин [и др.]. – Курск, 1995. – 239 с.
4. Безопасность жизнедеятельности / под ред. Л. А. Муравья. – М.: ЮНИГ-Дана, 2002. – 431 с.
5. Безопасность жизнедеятельности: период. журнал.
6. Безопасность жизнедеятельности: учеб. / под ред. Э. А. Арустамова. – М.: «Дашков и К», 2002. – 496 с.

7. Безопасность жизнедеятельности: учеб. для вузов / под общ. ред. С. В. Белова. – М. : Высшая школа, 2001. – 485 с.
8. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (охрана труда) : учеб. пособие для вузов / П. П. Кукин [и др.]. – М.: Высшая школа, 2002. – 318 с.
9. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда): учеб. пособие / П.П. Кукин [и др.]. – 2-е изд., исправ. и доп. – М. : Высшая школа, 2002. – 234 с.
10. Безопасность и охрана труда : учеб. пособие для вузов / под ред. О. Н. Русака. – СПб. : Изд-во МАНЭБ, 2001. – 279 с.
11. Безопасность труда в промышленности: период. журнал.
12. Белов, С. В. Безопасность жизнедеятельности: учеб. для вузов / С. В. Белов, А. В. Ильницкая, А. Ф. Козьяков. – М.: Высшая школа, 2007. – 616 с.
13. Верховцев, А. В. Охрана труда / А. В. Верховцев. – 5-е изд., исправ. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2000. – 344с.
14. Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 №74-ФЗ (в ред. Федерального закона от 23.07.2008 №160-ФЗ). [Электронный ресурс]. – Справочноправовая система «Консультант Плюс».
15. Гигиенические критерии оценки условий труда и классификации рабочих мест при работах с источниками ионизирующего излучения / Дополнение №1 к Р 2.2.755-99. – М. : Минздрав России, 2003. – 16 с.
16. Глебова, Е. В. Производственная санитария и гигиена труда : учеб. пособие / Е.В. Глебова. – М. : Высшая школа, 2005. – 383 с.
17. Глебова, Е. В. Производственная санитария и гигиена труда : учеб. пособие для вузов / Е. В. Глебова. – М. : «ИКФ «Каталог», 2003. – 344 с.
18. ГН 1.1.725-98. Перечень веществ, продуктов производственных процессов, бытовых и природных факторов, канцерогенных для человека.
19. ГОСТ 12.0.003-74* «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».
20. ГОСТ 12.1.007-76* «ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности».
21. ГОСТ 12.4.120-83. ССБТ. Средства коллективной защиты от ионизирующих излучений.
22. ГОСТ 2.105-95. Общие требования к текстовым документам.
23. ГОСТ 7.1-84. Библиографическое описание документа.
24. Графкина, М. В. Охрана труда и основы экологической безопасности : учеб. пособие / М. В. Графкина. – М. : Высшая школа, 2009. – 185с.
25. Графкина, М. В. Охрана труда и производственная безопасность : учеб. пособие / М. В. Графкина. – М. : Высшая школа, 2009. – 213 с.
26. Жилов, Ю. Д. Справочник по гигиене труда и производственной санитарии / Ю. Д. Жилов, Г. И. Куценко. – М. : Высшая школа, 1989. – 240 с.
27. Измеров, Н. Ф. Человек и шум / Н. Ф. Измеров, Г. А. Суворов, Л. В. Прокопенко. – М. : Геотар-Мед, 2001. – 380 с.

28. Комплексная оценка риска от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера / М. А. Шахрамьян, В. И. Ларионов, Г. М. Низметов, О. В. Бодриков // Безопасность жизнедеятельности. – 2001. – №12. – С. 15–19.
29. Кондратьев, А. И. Охрана труда в строительстве / А. И. Кондратьев, Н.М. Местечкина. – М. : Высшая школа, 1990. – 352 с.
30. Конституция Российской Федерации : офиц. текст: [принята всенар. голосованием 12 дек. 1993 г.]. – М. : АЙРИС ПРЕСС, 2005. – 62 с.
31. Коробеев, Д. В. Охрана труда в городском строительстве / Д. В. Коробеев, А.С.Торопов. – М. : Стройиздат, 1979. – 280 с.
32. Крапивин, О. М. Охрана труда / О. М. Крапивин, В. И. Власов. – М. : Норма, 2003. – 336 с.
33. Кузнецов, И. Е. Защита воздушного бассейна от загрязнения вредными веществами : учеб. пособие / И. Е. Кузнецов, Т. М. Троцкая. – М. : Изд-во Химия, 1979. – 246 с.
34. Мاستрюков, Б. С. Безопасность в чрезвычайных ситуациях : учеб. для студ. высш. учеб. заведений / Б. С. Мастрюков. – М. : Академия, 2003. – 336 с.
35. МОТ-БГТ 2001. «Руководящие принципы по системам управления безопасностью и гигиеной труда» (ILO-OSH 2001 Guidelines on occupational safety and health management systems). [Электронный ресурс] – Справочно-правовая система «Консультант плюс».
36. МОТ-СЧОТ 2001 / ILO-OSH 2001. «Руководство по системам управления охраной труда». [Электронный ресурс] – Справочно-правовая система «Консультант плюс».
37. Новак, С. М. Защита от вибрации и шума в строительстве / С. М. Новак, А.С. Лозбинец. – Киев : Будивельник, 1990. – 179 с.
38. Об организации и осуществлении производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на опасном производственном объекте : постановление правительства РФ от 10 марта 1999 г. №263 // Собрание законодательства РФ, 1999. – 4 с.
39. Орлов, Г. Г. Инженерные решения по охране труда в строительстве / Г. Г. Орлов. – М. : Стройиздат, 1985. – 278 с.: ил. – Справочник строителя.
40. Охрана труда : учеб. пособие / Ф. М. Канарев [и др.]. – М. : Агро-промиздат, 2005. – 315с.
41. Охрана труда и социальное страхование : период. журнал.
42. Перечень тяжёлых работ и работ с вредными или опасными условиями труда, при выполнении которых запрещается применение труда женщин (утв. постановлением Правительства РФ от 25 февраля 2000 г. №162).
43. ПОТ РМ-004-97. Правила по охране труда при использовании химических веществ.
44. Производственная безопасность : учеб. пособие / А. В. Фомочкин. – М. : ФГУП Издательство «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2004 – 448 с.
45. Прусенко, Б. Е. Вредные производственные факторы и аттестация рабочих мест: практ. руководство / Б. Е. Прусенко, Е. Б. Сажин. – М. : ООО «Анализ опасностей», 2004. – 453 с.
46. Пчелинцев, В. А. Охрана труда в строительстве : учеб. для вузов /В.А. Пчелинцев. – М. : Высшая школа, 1991. – 272 с.

47. Раздорожный, А. А. Безопасность производственной деятельности : учеб. пособие / А. А. Раздорожный. – М. : ИНФА-М, 2003. – 208 с.
48. Раздорожный, А. А. Охрана труда и производственная безопасность: учебно-метод. пособие / А. А. Раздорожный. – М. : Издательство «Экзамен», 2006. – 510 с.
49. РД-03-496-02. Методические рекомендации по оценке ущерба от аварий на опасных производственных объектах [Электронный ресурс]: утв. Ростехнадзором России от 29.10.2002 №63 // Справочно-правовая система «Консультант +».
50. РД-04-355-00. Методические рекомендации по организации производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на опасных производственных объектах [Электронный ресурс]: утв. Ростехнадзором России от 26.04.2000 №49 // Справочно-правовая система «Консультант +».
51. Российская Федерация. Законы. О промышленной безопасности опасных производственных объектов [Электронный ресурс]: [принят Гос. Думой 20 июня 1997 г.]. – Справочно-правовая система «Консультант + ».
52. Российская Федерация. Законы. О техническом регулировании [Электронный ресурс]: федер. закон: [принят Гос. Думой 15 декабря 2002 г.]. – Справочно-правовая система «Консультант +».
53. Российская энциклопедия по охране труда. В 2 т. Т. 1: А – О / гл. ред. А. П. Починков. – М. : Издательство НЦ ЭНАС, 2004. – 384 с.
54. Русак, О. Н. Безопасность жизнедеятельности : учеб. пособие / О. Н. Русак, К. Р. Малаян, Н. Т. Занько ; под ред. О. Н. Русака. – СПб. : Лань, 2001. – 448 с.
55. СанПиН 2.2.2.723-98. Переменные магнитные поля промышленной частоты (50 Гц) в производственных условиях.
56. СанПиН 2.2.4.1191-03 «Физические факторы производственной среды. Электромагнитные поля в производственных условиях».
57. СанПиН 2.2.4.1329-03 «Требования по защите персонала от воздействия импульсных электромагнитных полей».
58. СНиП 12.04-2002. Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство. – М., 2003. – 48 с.
59. СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования. – М. : Госстрой России, 2001. – 42 с.
60. Средства индивидуальной защиты : справ. изд. / под ред. С. Л. Каминского. – Л.: Химия, 1989. – 400 с.
61. Стандарты по библиотечному делу и библиографии. – М. : Изд. стандартов, 1985. – 280 с.
62. Хван, Т. А. Безопасность жизнедеятельности / Т. А. Хван, П. А. Хван. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2001. – 352 с.
63. Шумилин, В. К. Краткий курс безопасности / В. К. Шумилин. – М. : СОУЭЛО, 2000. – 31 с.
64. Эксплуатационная документация ООО «Меридиан» (акты проверок). – 2008. –18 с.
65. Электромагнитное загрязнение окружающей среды и здоровье населения России / под ред. А. К. Демина. – М., 1997. – 91 с.
66. Энциклопедия. Коллективные и индивидуальные средства защиты. Контроль защитных свойств. – М. : Деловой экспресс, 2002. – 408 с.

67. Юдин, Е. Я. Охрана труда в машиностроении : учеб. для вузов / Е. Я. Юдин. – М. :
Машиностроение, 1983. – 432 с.