

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Н. А. Евдокимова

**УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ, СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ
И МОДЕЛИРОВАНИЕ**

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины
для студентов, обучающихся в магистратуре
по направлению подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность

Калининград
2022

УДК 614.8.084/658.382.3

Рецензент

кандидат биологических наук, старший преподаватель ФГБОУ ВО
«Калининградский государственный технический университет»
Е. А. Масюткина

Евдокимова, Н.А. Управление рисками, системный анализ и моделирование: учеб.-метод. пособие по изучению дисциплины для студ. магистратуры по напр. подгот. 20.04.01 Техносферная безопасность / **Н.А. Евдокимова.** – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. – 43 с.

Учебно-методическое пособие является руководством по изучению дисциплины «Управление рисками, системный анализ и моделирование» для студентов, обучающихся по направлению подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность. В пособии представлены методические материалы по освоению тем лекционного курса, включающие подробный план лекции по каждой изучаемой теме, методические указания по выполнению контрольной работы, методические указания по подготовке и сдаче экзамена, методические указания по выполнению самостоятельной работы по дисциплине, а также список рекомендуемых источников.

Табл. 7, рис. 1, список лит. – 4 наименования

Локальный электронный методический материал. Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины. Рекомендовано к использованию в учебном процессе методической комиссией института рыболовства и аквакультуры ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» «06» июня 2022 г., протокол № 4

УДК 614.8.084/658.382.3

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Калининградский государственный технический университет», 2022 г.
© Евдокимова Н.А., 2022 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. Тематический план по дисциплине и методические указания по её изучению.....	7
2. Методические указания по выполнению контрольной работы.....	33
3. Методические указания по подготовке и сдаче экзамена.....	39
4. Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы по дисциплине.....	40
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	41
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	42

ВВЕДЕНИЕ

Учебно-методическое пособие разработано для направления подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность» (для заочной форм обучения) по дисциплине «Управление рисками, системный анализ и моделирование», входящей в Блок 1. Дисциплины (модули). Обязательная часть части, формируемой участником образовательных отношений.

Целью освоения дисциплины «Управление рисками, системный анализ и моделирование» является формирование теоретических знаний и практических навыков в области системного анализа и моделирования процессов для повышения безопасности эксплуатации объектов посредством анализа, оценки и управления рисками объектов и процессов техносферы.

В результате освоения дисциплины студент должен

знать:

- основы теории управления рисками систем и процессов;
- основные методы и принципы анализа, оценки и управления рисками систем и процессов;
- основы теории системного анализа; основные методы и принципы системного анализа; основные принципы и методы моделирования; методы выбора параметров моделей;
- методологию построения математических моделей объектов и процессов.

уметь:

- выбирать методы анализа в соответствии с реальным объектом и процессом техносферы;
- осуществлять оценку риска; управлять рисками объектов и процессов техносферы;
- применять технологию системного анализа для анализа системы управления охраной труда.

владеть:

- навыками анализа рисков объектов и процессов техносферы;
- навыками оценки рисков объектов и процессов техносферы;
- навыками управления рисками объектов и процессов техносферы;
- навыками оптимизации системы управления охраной труда.

При изучении дисциплины используются компетенции, базовые знания, умения и навыки, полученные в процессе освоения следующих дисциплин образовательной программы бакалавриата: «Безопасность жизнедеятельности», «Математическое моделирование», «Надежность технических систем и техногенный риск» и др.

Студенты, приступающие к изучению данной дисциплины, для успешного ее освоения должны иметь представления об общей теории системной дина-

мики, моделировании процессов возникновения происшествий в техносфере, разработке мероприятий, направленных на снижение профессиональных рисков.

Дисциплина «Управление рисками, системный анализ и моделирование» формирует компетенции, используемые студентами в дальнейшей профессиональной деятельности.

Текущий контроль осуществляется после рассмотрения на лекциях соответствующих тем в форме тестовых заданий по отдельным темам.

Оценивание осуществляется по следующим критериям:

«Отлично» - 90-100 % правильных ответов в тесте;

«Хорошо» - 70-90 % правильных ответов в тесте;

«Удовлетворительно» - 50-70 % правильных ответов в тесте;

«Неудовлетворительно» - менее 50 % правильных ответов в тесте.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена. К оценочным средствам для промежуточной аттестации относятся экзаменационные вопросы.

К экзамену допускаются студенты, положительно аттестованные по результатам тестирования и выполнившие контрольную работу. Итоговая оценка («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно») является экспертной и зависит от уровня освоения студентом тем дисциплины (наличия и сущности ошибок, допущенных студентом при ответе на экзаменационные вопросы).

- оценка «отлично» - ответ полный, правильный, понимание материала глубокое, основные умения сформированы и устойчивы; изложение логично, доказательно, выводы и обобщения точны и связаны с областью будущей специальности;

- оценка «хорошо» - ответ удовлетворяет вышеназванным требованиям, но изложение недостаточно систематизировано, отдельные умения недостаточно устойчивы, в определении понятий, в выводах и обобщениях имеются неточности, легко исправимые с помощью дополнительных вопросов преподавателя;

- оценка «удовлетворительно» - ответ обнаруживает понимание основных положений излагаемого материала, однако наблюдается значительная неполнота знаний; определение понятий нечёткое, умения сформированы недостаточно, выводы и обобщения аргументированы слабо, в них допускаются ошибки;

- оценка «неудовлетворительно» - ответ неправильный, показывает незнание основного материала, грубые ошибки в определении понятий, неумение работать с источниками. Ставится также при отказе студента отвечать по билету.

Учебно-методическое пособие состоит из:

введения, где указаны: шифр, наименование направления подготовки (специальности); дисциплина учебного плана, для изучения которой оно предназначено; цель и планируемые результаты освоения дисциплины; место дисциплины в структуре ОПОП ВО; виды текущего контроля, последовательности его проведения, критерии и нормы оценки (отметки); форма проведения промежуточной аттестации; условия допуска к экзамену, критерии и нормы оценки (текущей и промежуточной аттестации);

основной части, которая содержит тематический план по дисциплине и методические указания по её изучению, методические указания по выполнению контрольной работы, методические указания по подготовке и сдаче экзамена, методические указания по выполнению самостоятельной работы по дисциплине;

заключения;

списка рекомендуемых источников.

1. Тематический план по дисциплине и методические указания по её изучению

Раздел 1. ЭЛЕМЕНТЫ ОБЩЕЙ ТЕОРИИ СИСТЕМ И СИСТЕМНОЙ ДИНАМИКИ

Тема 1.1 Общие принципы системного анализа

Форма проведения занятия – лекция.

Вопросы для обсуждения

- 1) Понятие системы
- 2) Классификация систем
- 3) Основные принципы организации систем и системной динамики

Методические указания по проведению занятия

Система – это такая совокупность взаимосвязанных элементов, объединенных общими ресурсами, связями, функциональной средой и целью существования, каждый из которых в отдельности не обладает свойствами системы в целом, но является ее неотъемлемой частью.

Элементами будем считать всякие условно неделимые и самостоятельно функционирующие части системы, обладающие рядом важных свойств.

Системы классифицируются по ряду признаков:

- 1) по происхождению;
- 2) по степени взаимодействия с окружающей средой;
- 3) по характеру функционирования;
- 4) по виду элементов (относительно их конкретности);
- 5) по сложности структуры и поведения;
- 6) по изменению состояния.

Структура системы - устойчивая упорядоченность в пространстве и во времени ее элементов и связей.

Функция есть действие, поведение, деятельность системы.

Необходимо знать основные принципы организации систем и принципы системной динамики, что потребуется для методов исследования человеко-машинных систем.

Более подробно с изложенным материалом можно ознакомиться в [1, с. 100-124].

Тестовые вопросы к занятию

1. Система – это ...

- a) множество элементов, связанных и взаимодействующих между собой, образующих присущую данной системе целостность (единство) для достижения определенной цели;

б) такая совокупность взаимосвязанных элементов, объединенных общими ресурсами, связями, функциональной средой и целью существования, каждый из которых в отдельности не обладает свойствами системы в целом, но является ее неотъемлемой частью;

в) совокупность факторов производственной среды и трудового процесса, оказывающих влияние на работоспособность и здоровье работника;

г) технические средства, используемые для предотвращения или уменьшения воздействия на работников вредных и (или) опасных производственных факторов, а также для защиты от загрязнения.

2. На естественные и искусственные системы делятся по признаку

а) по происхождению;

б) по степени взаимодействия с окружающей средой;

в) по характеру функционирования;

г) по сложности структуры и поведения.

3. На простые, большие и сложные системы делятся по признаку

а) по происхождению;

б) по степени взаимодействия с окружающей средой;

в) по характеру функционирования;

г) по сложности структуры и поведения.

4. На динамические и статические системы делятся по признаку

а) по происхождению;

б) по степени взаимодействия с окружающей средой;

в) по изменению состояния;

г) по сложности структуры и поведения.

5. Какое из приведенных высказываний является принципом организации систем?

а) система – это сумма образующих ее компонентов;

б) система не сводится к сумме своих компонентов и элементов, а любое ее механическое расчленение на отдельные части приводит к утрате существенных свойств системы;

в) система и ее части познаваемы вне своего окружения;

г) любая система выступает как единство цели и функции.

б) Какое из приведенных высказываний является принципом системной динамики?

а) поведение системы является следствием взаимодействия наиболее ее существенных элементов и связей между собой и окружающей средой;

б) состояние и обобщенная структура системы служат результатом происходящих в ней изменений;

в) система и ее части познаваемы вне своего окружения;

г) при исследовании сложной системы важно количественно оценить и спрогнозировать все существенные характеристики.

Рекомендуемая литература по теме 1.1: [1].

Тема 1.2. Элементы теории формализации и моделирования. Место формализации и моделирования при исследовании процессов в техносфере.

Форма проведения занятия – лекция.

Вопросы для обсуждения

- 1) Характеристики моделей
- 2) Классификация моделей
- 3) Основные принципы организации систем и системной динамики

Методические указания по проведению занятия

Модель – материальный или мысленно представляемый объект, который в процессе изучения замещает объект-оригинал, сохраняя некоторые его важные для данного исследования типичные черты.

Моделирование – процесс построения и использования модели. Другими словами, модель обычно играет роль некоторого заменителя реального объекта и используется для его изучения.

Характеристики моделей:

- 1) субъективность;
- 2) относительная неполнота;
- 3) адекватность;
- 4) сложность (или простота);
- 5) предсказательность (потенциальность).

Классификация моделей

1. Физическая модель - представляет то, что исследуется, с помощью увеличенного или уменьшенного описания объекта или системы. Это представление моделей как уменьшенных копий реальных аппаратов и технологических процессов.

2. Аналоговая модель - представляет исследуемый объект аналогом, который ведет себя как реальный объект, но не выглядит как таковой. График, иллюстрирующий соотношения между объемом производства и издержками, является аналоговой моделью. График показывает, как влияет уровень производства на издержки. Это модели, основанные на подобии явлений, имеющих различную физическую природу, но описываемых одинаковыми математическими уравнениями.

В настоящее время моделирование можно условно разделить на материальное (или физическое) моделирование, и идеальное моделирование. Материальным (физическим) моделированием принято называть моделирование, при котором реальному объекту противопоставляется увеличенная или уменьшен-

ная копия, изученные свойства которой переносятся на объект при помощи теории подобия. Идеальным моделированием называется моделирование, при котором реальному объекту противопоставляется описание его в форме речи, графики, таблиц, математических выражений. Идеальное моделирование можно разделить на следующие типы: интуитивное, знаковое и научное.

Под формализацией подразумевается специальным образом организованное адекватное представление человеко-машинных систем, их компонентов и опасных процессов в техносфере в форме некоторых искусственных объектов (моделей), а под моделированием - использование полученных таким образом объектов, обладающих определенным сходством с оригиналом, для получения новых знаний об исследуемых процессах и их параметрах.

Наиболее оправданы в системной инженерии безопасности не физические, а знаковые (графические, математические и имитационные) модели опасных процессов, которые представляют их в виде последовательности случайных событий, приводящих к возникновению происшествий.

При формализации и моделировании опасных процессов, рекомендуется придерживаться ряда правил, главные из которых состоят в обеспеченности такого исследования необходимой информацией и рациональности ее использования. В частности, формализация и моделирование малоэффективны при отсутствии некоторого минимума данных об исследуемых нами процессах и бесполезны - в условиях их полной определенности или возможности проведения полномасштабных натуральных экспериментов.

Более подробно с изложенным материалом можно ознакомиться в [1, с. 125-149].

Тестовые вопросы к занятию

1. Какая из характеристик модели описана «Один и тот же объект воспринимается разными людьми по-разному в зависимости от объема знаний, особенностей мышления, эмоционального состояния и т.д.»?

- а) субъективность;
- б) сложность;
- в) адекватность;
- г) предсказательность.

2. Какая из характеристик модели описана «Результаты исследования модели удовлетворяют цели, т.е. могут быть пригодными»?

- а) субъективность;
- б) сложность;
- в) адекватность;
- г) предсказательность.

3. Какая из характеристик модели описана «Пригодность модели для получения новых знаний об объекте-оригинале»?

- а) субъективность;
- б) сложность;
- в) адекватность;
- г) предсказательность.

4. На какие два общих класса могут быть поделены все модели?

- а) физические и интуитивные;
- б) физические и научные;
- в) физические и знаковые;
- г) физические и аналоговые;

5. Укажите термин, соответствующий определению: «Специальным образом организованное адекватное представление человеко-машинных систем, их компонентов и опасных процессов в техносфере в форме некоторых искусственных объектов (моделей)»

- а) моделирование;
- б) формализация;
- в) объект моделирования;
- г) модель.

Рекомендуемая литература по теме 1.2: [1].

Тема 1.3. Элементы теории формализации и моделирования. Место формализации и моделирования при исследовании процессов в техносфере.

Форма проведения занятия – лекция.

Вопросы для обсуждения

- 1) Причины и факторы чрезвычайных ситуаций в техносфере
- 2) Энергоэнтропийная концепция классификации опасностей
- 3) Основные понятия и определения производственной безопасности

Методические указания по проведению занятия

Наиболее типичной причинной цепью техногенных происшествий оказалась последовательность событий-предпосылок следующего характера:

1. Ошибка человека, и (или) отказ технологического оборудования, и (или) неблагоприятное для них внешнее воздействие.
2. Появление опасного производственного фактора в неожиданном месте и (или) не вовремя.
3. Неисправность либо отсутствие средств защиты и (или) неточные действия персонала либо посторонних лиц в подобной нестандартной ситуации.
4. Воздействие опасных производственных факторов на незащищенные элементы технологического оборудования, людей и окружающую среду.

Для выявления основных факторов аварийности и травматизма должны быть использованы статистические данные о происшествиях, зарегистрированных в течение достаточно продолжительного времени. Анализ статистических

данных о происшествиях в техносфере позволил выявить закономерности, причины, факторы аварийности и травматизма [1, с. 152-158].

Энергоэнтропийная концепция опасности – это совокупность представлений о природе опасности и условиях их реализации. Опасности появляются в результате неконтролируемого выхода энергии. Энергоэнтропийная концепция опасности позволяет проследить путь нежелательного высвобождения энергии и это лежит в основе построения дерева происшествий. Наиболее подробно суть такой концепции представлена с помощью основных утверждений в [1, с. 159-160].

Исходя из неадекватности потоков энергии, вещества и информации все опасности можно поделить на следующие три основных класса [1, с. 159-162]:

1. Природно-экологические.
2. Техногенно-производственные.
3. Антропогенно-социальные.

При обосновании основополагающих категорий рассматриваемых свойств человеко-машинной системы будем исходить из интерпретации опасности как возможности причинения ущерба данному сложному объекту или внешней по отношению к нему среде. Учитывая, что понятие опасности является сложным или фундаментальным, так как содержит в себе другие нечетко определенные термины, дадим определения этой категории и некоторых других, связанных с ней понятий.

Опасность – наблюдаемое в процессе функционирования человеко-машинных систем их свойство представлять реально предсказуемую возможность причинения вреда или ущерба.

Риск – интегральная характеристика опасности, характеризующая и меру возможности (вероятность или частоту) нежелательного появления соответствующих источников, и меру обусловленного этим результата (ущерб и время до появления).

Ущерб – результат такого изменения системы «человек-машина-среда», которое характеризуется утратой целостности или других свойств ее компонентов и внешней среды в результате появления происшествий либо разрушительного воздействия неизбежных энергетических и возможных материальных выбросов.

Происшествие – событие, состоящее в воздействии источника какой-либо опасности на компоненты системы «человек-машина-среда» и повлекшее за собой определенный ущерб.

Определения других понятий, связанных с опасностью, изложены в [1, с. 163-167].

Тестовые вопросы к занятию

1. Укажите типовую причинную цепь техногенного происшествия

а) ошибка человека, появление опасного производственного фактора в неожиданном месте, неисправность либо отсутствие средств защиты, воздействие опасных производственных факторов на незащищенные элементы технологического оборудования;

б) ошибка человека, воздействие опасных производственных факторов на незащищенные элементы технологического оборудования, неисправность либо отсутствие средств защиты, появление опасного производственного фактора в неожиданном месте;

в) появление опасного производственного фактора в неожиданном месте, ошибка человека, неисправность либо отсутствие средств защиты, воздействие опасных производственных факторов на незащищенные элементы технологического оборудования;

г) неисправность либо отсутствие средств защиты, ошибка человека, появление опасного производственного фактора в неожиданном месте, воздействие опасных производственных факторов на незащищенные элементы технологического оборудования.

2. Что служит инициатором причинных цепей техногенных происшествий?

а) неисправность либо отсутствие средств защиты;

б) ошибки людей;

в) воздействие опасных производственных факторов на незащищенные элементы технологического оборудования;

г) появление опасного производственного фактора в неожиданном месте.

3. На сколько классов можно поделить все опасности, исходя из неадекватности потоков энергии, вещества и информации?

а) на пять;

б) на четыре;

в) на три;

г) на два.

4) На какие классы можно поделить все опасности, исходя из неадекватности потоков энергии, вещества и информации?

а) природно-экологические, техногенно-производственные, антропогенно-социальные;

б) природные, экологические, производственные, антропогенные;

в) экологические, техногенные, социальные;

г) природные, техногенные, антропогенные.

5. На какие классы можно поделить все опасности, исходя из неадекватности потоков энергии, вещества и информации?

а) природно-экологические, техногенно-производственные, антропогенно-социальные;

б) природные, экологические, производственные, антропогенные;

в) экологические, техногенные, социальные;

г) природные, техногенные, антропогенные.

б. Укажите термин, соответствующий определению: «интегральная характеристика опасности, характеризующая и меру возможности (вероятность или частоту) нежелательного появления соответствующих источников, и меру обусловленного этим результата (ущерб и время до появления)»

а) опасность;

б) ущерб;

в) происшествие;

г) риск.

Рекомендуемая литература по теме 1.3: [1].

Раздел 2. МОДЕЛИРОВАНИЕ И СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПРОИСШЕСТВИЙ В ТЕХНОСФЕРЕ

Тема 2.1. Основные принципы системного анализа и моделирования опасных процессов. Основные понятия и виды диаграмм причинно-следственных связей.

Форма проведения занятия – лекция.

Вопросы для обсуждения

1) Основные этапы системного исследования происшествий в техносфере

2) Основные этапы процесса моделирования

Методические указания по проведению занятия

Самым первым и важным этапом системного исследования техносферы считается эмпирический системный анализ рассматриваемых там проблемных ситуаций с обеспечением безопасности техносферы.

Следующим (после эмпирического системного анализа) этапом служит, проблемно-ориентированное описание объекта и цели моделирования – тех опасных техносферных процессов, которые могут сопровождаться появлением происшествий, а также выявление соответствующих закономерностей и оценка их параметров.

Завершающий этап системного анализа и моделирования конкретных процессов в техносфере связан с проведением их теоретического системного анализа. Важным условием успешного завершения теоретического системного анализа опасных техносферных процессов является выявление объективных закономерностей и априорная оценка соответствующего риска.

Этапы процесса моделирования процессов, связанных с возникновением происшествий в техносфере:

Этап 1. Решение о создании новой модели следует принимать в случае отсутствия более простых путей решения возникшей проблемы.

Этап 2. Следующим этапом служит *концептуальная постановка* задачи или семантическое моделирование исследуемого объекта.

Этап 3. Должным образом оформленная концептуальная постановка задачи моделирования должна быть подвержена всесторонней проверке, а затем и предварительному (качественному) анализу.

Этап 4. Теперь рабочая группа приступает к построению математической модели, а затем к выбору наиболее подходящего метода ее исследования.

Этап 5. Для облегчения процессов моделирования используется ЭВМ, используются либо готовые прикладные программы и мат.алгоритмы, либо разрабатываются новые.

Этап 6. Предполагается, что системное исследование включает качественный и количественный этапы.

Более подробно с изложенным материалом можно ознакомиться в [1, с. 251-257].

Тестовые вопросы к занятию

1. Основные этапы системного исследования происшествий в техносфере (в последовательности):

- а) эмпирический системный анализ, проблемно-ориентированное описание объекта и цели моделирования, теоретический системный анализ;
- б) эмпирический системный анализ, проблемно-ориентированное описание объекта и цели моделирования;
- в) проблемно-ориентированное описание объекта и цели моделирования, теоретический системный анализ;
- г) эмпирический системный анализ, теоретический системный анализ, проблемно-ориентированное описание объекта и цели моделирования.

2. В результате проведения некачественно каких этапов системного исследования происшествий в техносфере возможны ошибки третьего рода?

- а) теоретического системного анализа;
- б) проблемно-ориентированного описания объекта и цели моделирования;
- в) эмпирического системного анализа;
- г) эмпирического системного анализа и теоретического системного анализа.

3. Какой этап системного исследования происшествий в техносфере обычно включает четкое формулирование проблемной ситуации, идентификацию связанной с ней человеко-машинной системы, уточнение характера ее взаимодействия с внешней средой?

- а) теоретического системного анализа;
- б) проблемно-ориентированного описания объекта и цели моделирования;
- в) эмпирического системного анализа;
- г) эмпирического системного анализа и теоретического системного анализа.

4. Важным условием успешного завершения какого этапа системного исследования происшествий в техносфере является выявление объективных закономерностей и априорная оценка соответствующего риска

- а) теоретического системного анализа;
- б) проблемно-ориентированного описания объекта и цели моделирования;
- в) эмпирического системного анализа;
- г) эмпирического системного анализа и теоретического системного анализа.

5. Из скольких этапов состоит процесса моделирования процессов, связанных с возникновением происшествий в техносфере?

- а) из пяти;
- б) из шести;
- в) из трех;
- г) из четырех.

Рекомендуемая литература по теме 2.1: [1].

Тема 2.2. Системный анализ и моделирование с помощью диаграмм причинно-следственных связей типа «дерево». Качественный и количественный анализ диаграмм причинно-следственных связей. Логико-лингвистическое моделирование.

Форма проведения занятия – лекция.

Вопросы для обсуждения

- 1) Символика и способы задания диаграмм причинно-следственных связей
- 2) Правила построения диаграмм типа «дерево», качественный и количественный анализ моделей типа «дерево»
- 3) Моделирование с помощью диаграмм влияния типа «граф»

Методические указания по проведению занятия

Широкое распространение в моделировании опасных процессов получили диаграммы причинно-следственных связей. Чаще всего из них применяются диаграммы в форме графов, деревьев и сетей. Однако для осуществления перехода от графических моделей к математическим нужна дополнительная символика. Поэтому переменные и константы, подразумеваемые узлами диаграммы влияния, в последующем будем обозначать символами, объединенными в множества:

$U = \{1, 2, 3, \dots, j, \dots, u\}$ - множество узлов или вершин диаграммы;

$V = \{v_1, v_2, \dots, v_j, \dots, v_u\}$ - множество переменных, им соответствующих;

$\Omega_j = \{\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_j, \dots, \omega_u\}$ - набор значений, принимаемых j -й переменной.

Для обозначения отношений между переменными (узлами, вершинами) диаграммы влияния также следует использовать соответствующие массивы символов. Эти массивы могут быть представлены следующим образом:

$D_{ij} = \{d_{12}, d_{23}, d_{31}, \dots\}$ - множество дуг (ребер), соединяющих узлы i и j ;

A_j – совокупность векторов входящих дуг в узел j (входят в него из предшествующих вершин узлов);

B_j – совокупность векторов исходящих дуг из узла j (выходят из узла j , связывая его с последующими вершинами);

P_{ij} – вектор мер возможности или вероятности переходов между i и j ;

T_{ij} – вектор изменений ресурса (затрат средств или времени) при переходе из узла i в узел j [1, с. 257-260].

Семантическая модель в форме дерева происшествия обычно включает одно головное событие, которое соединяется с помощью конкретных логических условий с промежуточными и исходными предпосылками, обусловившими в совокупности его появление. Подобно дереву происшествия, дерево событий – его исходов также имеет одно событие, называемое центральным, и несколько исходящих из него ветвей. В качестве центрального события всегда рассматривается какое-либо происшествие (чаще всего – головное событие соответствующего дерева), а ветвей – сценарии причинения ущерба различным ресурсам, отличающиеся по условиям нежелательного высвобождения, распространения, трансформации и воздействия на них потоков энергии и вещества, высвободившихся в результате происшествия. Основные задачи качественного анализа состоят в установлении, тех цепочек событий соответствующего дерева, реализация которых приводит к появлению либо к не появлению его головного события, а также в количественной оценке вклада интересующих нас событий-предпосылок. В процессе оценки числовых характеристик декомпозированного дерева происшествия, следует руководствоваться рядом правил:

1. Объединенные логическим условием "и" n предпосылок заменяют одним событием с вероятностью появления – РК (конъюнкция - \wedge):

$$PK = \prod_{i=1}^n P_i. \quad (1)$$

2. Соединенные логическим условием "или" m предпосылок заменяют одним событием с вероятностью РД (дизъюнкция - \vee), равной:

$$PD = 1 - \prod_{i=1}^m (1 - P_i), \quad (2)$$

3. При известных структурных схемах безотказности техники, параллельно соединенные элементы соответствуют логическому условию "и" этого дерева, а последовательно соединенные – "или".

4. В случае объединения логическим условием "и" нескольких событий, одно из которых имеет близкую к единице вероятность, а другие – меньшую 0,01, допускается упрощение данной ветви путем отбрасывания события с большей вероятностью возникновения.

5. При объединении логическим условием "или" нескольких событий, одно из которых имеет близкую к нулю вероятность, а другие – на два-три порядка больше, также можно упрощать соответствующую ветвь, но отбрасывать нужно событие с малой вероятностью.

Более подробно с информацией можно ознакомиться в [1, с. 278-310].

Вторым (после деревьев) типом диаграмм причинно-следственных связей являются графы. При моделировании условий возникновения происшествий в техносфере будем использовать ориентированные графы, характеризующиеся определенным набором состояний рассматриваемой человеко-машинной системы и возможными переходами между ними. Графически состояния исследуемого процесса представляются точками, окружностями или другими промаркированными геометрическими фигурами, а переходы между ними – линиями со стрелками на одном конце.

Рассмотрим граф смены состояний:

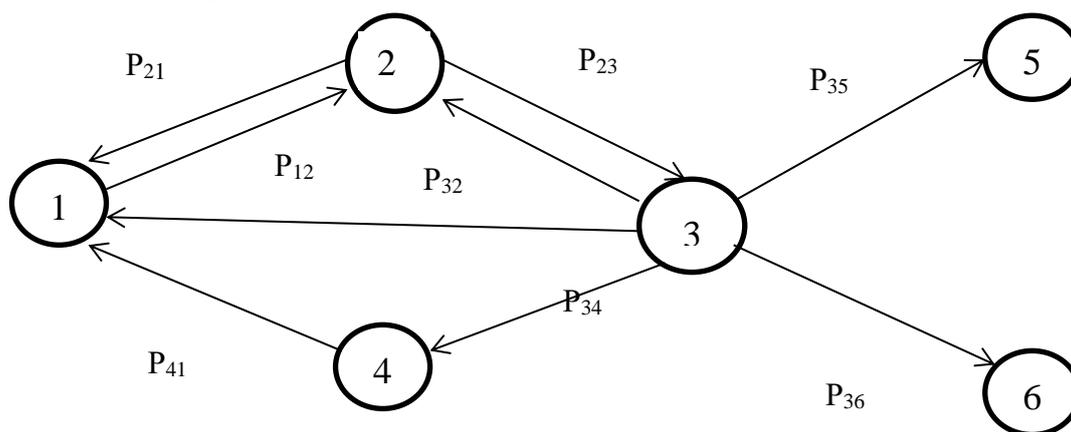


Рисунок 1. Граф состояний и переходов

На данном рисунке процесс возникновения происшествий в человеко-машинной системе характеризуется шестью состояниями. Из них первые 4 являются проходными – безопасное, опасное, предаварийное, послеаварийное, а два последние – состояния системы, соответствующие смертельному несчастному случаю (5) и катастрофе (6), а также девятью переходами с соответствующими вероятностями. Более подробно с изложенной информацией можно ознакомиться в [1, с. 260-262, 312-336].

Тестовые вопросы к занятию

1. Какие из перечисленных диаграмм относятся к диаграммам причинно-следственных связей?

- а) диаграммы в форме графов, деревьев и сетей;
- б) гистограммы, диаграммы в форме графов;
- в) линейные диаграммы, диаграммы в форме деревьев;
- г) точечные диаграммы, диаграммы в форме сетей.

2. Сколько головных событий обычно включает семантическая модель в форме дерева происшествия?

- а) два;
- б) три;
- в) одно;

г) два или три.

3. Сколько центральных событий обычно включает семантическая модель в форме дерева событий?

а) два;

б) три;

в) одно;

г) два или три.

4. Какому логическому условию соответствуют параллельно соединенные элементы, какому – последовательно соединенные элементы в структурной схеме безотказности техники?

а) параллельно соединенные элементы - условию "и", последовательно - условию "или";

б) параллельно соединенные элементы - условию "или", последовательно - условию "и";

в) параллельно и последовательно соединенные элементы - условию "и";

г) параллельно и последовательно соединенные элементы - условию "или".

5. Как графически представляются состояния исследуемого процесса в графе?

а) окружностями;

б) линиями со стрелкой на одном конце;

в) линиями со стрелками на двух концах;

г) прямоугольниками.

Рекомендуемая литература по теме 2.2: [1].

РАЗДЕЛ 3. МОДЕЛИРОВАНИЕ И СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ПРИЧИНЕНИЯ ТЕХНОГЕННОГО УЩЕРБА

Тема 3.1. Общие принципы моделирования и системного анализа процессов причинения техногенного ущерба. Модели и методы прогнозирования зон, вероятности и тяжести техногенных происшествий.

Форма проведения занятия – лекция.

Вопросы для обсуждения

1) Сущность и краткая характеристика процессов причинения и оценки ущерба от происшествий

2) Общие принципы оценивания параметров нежелательного проявления источника риска

3) Обобщенная методика прогнозирования ожидаемого среднего ущерба

Методические указания по проведению занятия

К основным поражающим факторам техногенного характера относят:

а) термический (тепловое излучение, «удар» пламенем или криогенным веществом) – 56% от общего числа причин разрушительного воздействия;

- б) бризантно-фугасный (дробящее, метательное или осколочное воздействие движущихся тел, включая непосредственные продукты взрыва) – 29%;
- в) агрессивные или токсические свойства вредных или аварийно опасных химических веществ – около 10%.

Выделяют 4 этапа в развитии происшествия:

1. Высвобождение (расконсервация) накопленной в ЧМС системе энергии или запасов вредного вещества вследствие возникшей там аварии;
2. Неконтролируемое распространение (трансляция) их потоков в процессе истечения вещества и энергии в новую для них среду и перемещение в ней;
3. Физико-химическое их превращение (трансформация) там с дополнительным энерговыделением и переходом в новое агрегатное или фазовое состояние;
4. Разрушительное воздействие (адсорбция) первичных потоков и/или наведенных ими поражающих факторов на незащищенные от них объекты [1, с. 372-377].

В качестве основного *показателя опасности* исследуемых объектов используется величина связанного с их функционированием техногенного риска, рассчитываемая как математическое ожидание случайной в общем случае величины ущерба.

$$R = M_{\tau}[Y] = \sum_{k=1}^m Q_{kc} Y_{kc} + \sum_{i=1}^n Q_{IH} Y_{IH}, \quad (3)$$

где $k=1\dots m$ - число типов происшествий (аварийных вредных выбросов), возможных при функционировании данного предприятия;

Q_{kc}, Y_{kc} - вероятности возникновения происшествия каждого типа за время τ и размеры обусловленного ими среднего ущерба;

$i=1\dots n$ - число типов непрерывных энергетических (шум, вибрации, тепло...) и материальных (дым, шлаки...) вредных выбросов;

Q_{IH}, Y_{IH} - вероятности появления за время τ выбросов каждого типа и размеры обусловленного ими среднего ущерба.

Другой способ упрощенного прогноза последствий техногенного ущерба связан с определением "*зон поражения*". В этом случае априорную оценку величины риска (среднего ущерба таким ресурсам) удобно рассчитывать по следующей формуле:

$$R = M_{\tau}[Y] = \sum_{k=1}^3 (Q_{kq} S_{kq} F_k C_k) + \sum_{k=1}^3 (S_{kd} F_k C_k), \quad (4)$$

где Q_{kq} - вероятность причинения людским ($k=1$), материальным ($k=2$) и природным ($k=3$) ресурсам ущерба заданной степени тяжести за время τ ;

S_{kq}, S_{kd} - соответственно площади зон вероятного и достоверного уничтожения рассматриваемых ресурсов поражающими факторами;

F_k, C_k - средняя плотность и стоимость единицы каждого ресурса в зонах вероятного и достоверного поражения [1, с. 372-384].

При *идентификации* конкретных источников опасности, нужно руководствоваться величиной накопленной в них энергии, а при принятии решения о необходимости дополнительных мер по обеспечению безопасности или составлению декларации о безопасности – предельно допустимыми запасами энергии и вредных веществ.

Для *выявления сценариев* нежелательного высвобождения энергозапаса должны использоваться как эмпирические данные и сравнительно простые методики типа «Что будет, если ...?», так и результаты более адекватного моделирования - диаграммы типа дерево событий.

Оценку вероятности или частоты сценариев разрушительного воздействия вредных веществ и энергии нужно осуществлять по результатам моделирования, полученным на предыдущем шаге, или с помощью статистических данных об аналогичных происшествиях.

Определение *количества* аварийно высвободившейся энергии или объема вредных веществ также следует проводить с помощью моделей соответствующих истечений.

Оценку частоты или вероятности причинения *непосредственного* (прямого) *ущерба* следует проводить исходя из частоты воздействия поражающих факторов на не защищенные от них ресурсы и полученной ими мощности дозы поражающего фактора.

Величина *зон поражения* людских, материальных и природных ресурсов, а также уровни наблюдаемых в них опасных факторов могут рассчитываться приближенно, путем представления зон достоверного поражения кругом или шаром с радиусами, оцененными по статистическим данным.

Оценка частоты или вероятности причинения *вторичного* (косвенного) *ущерба*, всегда крайне желательна, поскольку тяжесть таких косвенных издержек обычно превышает прямой ущерб в 3-4 раза.

Риск причинения ущерба конкретному ресурсу может быть рассчитан стандартным способом.

Количественная оценка интегрального техногенного риска, учитывающего ущерб от конкретного производственного или транспортного объекта для всех видов ресурсов (людских, материальных и природных), должна проводиться подобно предыдущим этапам рассматриваемой методики.

Для *проверки правдоподобности* результатов, полученных при прогнозировании риска целесообразно руководствоваться имеющимися статистическими данными [1, с. 384-393].

Тестовые вопросы к занятию

1. Факторы, влияющие на величину ущерба от происшествий в техносфере
а) термический, бризантно-фугасный;

б) термический, бризантно-фугасный, агрессивные и токсические свойства вредных веществ;

в) бризантно-фугасный, агрессивные и токсические свойства вредных веществ;

г) термический, бризантно-фугасный, электролитический.

2. На какие этапы целесообразно декомпозировать процесс причинения ущерба от техногенных происшествий?

а) высвобождение накопленной в ЧМС системе энергии; неконтролируемое распространение ее потоков в процессе истечения вещества и энергии в новую для нее среду и перемещение в ней; физико-химическое ее превращение там с дополнительным энерговыделением и переходом в новое агрегатное или фазовое состояние; разрушительное воздействие первичных потоков и/или наведенных ей поражающих факторов на незащищенные от нее объекты;

б) высвобождение накопленной в ЧМС системе энергии; неконтролируемое распространение ее потоков в процессе истечения вещества и энергии в новую для нее среду и перемещение в ней; физико-химическое ее превращение там с дополнительным энерговыделением и переходом в новое агрегатное или фазовое состояние;

в) физико-химическое ее превращение там с дополнительным энерговыделением и переходом в новое агрегатное или фазовое состояние; разрушительное воздействие первичных потоков и/или наведенных ей поражающих факторов на незащищенные от нее объекты;

г) неконтролируемое распространение ее потоков в процессе истечения вещества и энергии в новую для нее среду и перемещение в ней; физико-химическое ее превращение там с дополнительным энерговыделением и переходом в новое агрегатное или фазовое состояние.

3. Чем нужно руководствоваться при идентификации конкретных источников опасности?

а) предельно допустимыми запасами энергии и вредных веществ;

б) предельно допустимыми запасами энергии и величиной накопленной в них энергии;

в) величиной накопленной в них энергии;

г) предельно допустимыми запасами вредных веществ.

4. Чем целесообразно руководствоваться для проверки правдоподобности результатов, полученных при прогнозировании риска?

а) величиной зон поражения;

б) величиной накопленной в источниках опасности энергии;

в) величиной накопленной в них энергии;

г) имеющимися статистическими данными.

Рекомендуемая литература по теме 3.1: [1].

Тема 3.2. Системный анализ и моделирование неконтролируемого истечения и распространения энергии и вредного вещества в техносфере.

Форма проведения занятия – лекция.

Вопросы для обсуждения

- 1) Особенности прогнозирования параметров неконтролируемого истечения и распространения потоков энергии и вредного вещества
- 2) Методы прогнозирования размеров зон поражения

Методические указания по проведению занятия

Рассмотрим особенности прогнозирования на примере аварийного высвобождения и неконтролируемого распространения потоков энергии, сопутствующих механическому воздействию движущихся тел. При этом подразумевается рассмотрение эффектов, связанных с а) инерционными силами движущихся тел или их осколков и б) потенциальной энергией, накопленной ими до начала перемещения. В первом случае обычно имеется в виду кинетическая энергия E_k и работа так называемой центробежной силы $F_{цб}$; во втором — энергия, накопленная под влиянием тяготения Земли или обусловленная упругостью газа, который находится в объеме $V(\text{м}^3)$, под давлением P (Па).

Энергия и силы, порожденные инертностью массы движущихся тел, рассчитываются по соотношениям классической физики:

$$E_k = MW^2/2; F_{цб} = MW^2/R, \quad (5)$$

а количество потенциальной энергии: $E_{пт}$ — тяготения и $E_{пт}$ сжатых газов по соотношениям:

$$E_{пт} = MgB; E_{пт} = PV\gamma [(P/P_0)^{(\gamma-1)/\gamma}] / (\gamma - 1), \quad (6)$$

где W , R — скорость (м/с) и радиус (м) траектории криволинейного движения тела в данный момент; M , B — масса (кг) тела и высота (м) центра его масс относительно Земли; P , P_0 — давление газа соответственно до и после расширения; γ — показатель адиабаты, Па; g — ускорение свободного падения.

Для определения размера области пространства, в пределах которого может проявиться вредный эффект рассмотренных выше видов механической энергии, помимо ее величины, необходимо знать и сопротивление, оказываемое окружающей средой. Применительно к движению в атмосфере величина аэродинамического сопротивления F_{ac} оценивается, например, по такому математическому соотношению:

$$F_{ac} = k_{лс}(\rho W^2/2)P_{лс}, \quad (7)$$

где $k_{лс}$ - коэффициент лобового сопротивления тел различной формы, учитывающий снижение соответствующей силы из-за неполного разрежения потока после их обтекания; ρ — плотность атмосферы, кг/м³; W — скорость тела или потока воздуха, м/с; $P_{лс}$ - площадь лобового сопротивления тела, т.е. того его сечения, которое перпендикулярно скорости движения тела или направлению обтекающего его потока, м².

Более подробно с рассмотренной информацией можно ознакомиться в [1, с. 395-400].

Оценка зон фугасного поражения. Основным поражающим фактором аварийного взрывного высвобождения энергии является воздушная ударная волна (ВУВ). Чтобы количественно оценить последствия ее фугасного воздействия на людские, материальные и природные ресурсы, необходимо знать характер изменения избыточного давления на фронте ВУВ - ΔP_{ϕ} :

$$\Delta P_{\phi} = (106/\underline{X}_{\phi}) + (428/\underline{X}_{\phi}^2) + (1400/\underline{X}_{\phi}^3), \text{ кПа}; \underline{X}_{\phi} = X_{\phi}/M^{1/3}, \quad (8)$$

где X_{ϕ} - расстояние от предполагаемого центра взрыва, м;

M - масса взрывающегося вещества, эквивалентная по мощности соответствующему весу тротила, кг.

Прогноз материального ущерба. Для уточненной предварительной оценки размеров ущерба конкретным объектам, находившимся в зоне возможного поражения и подвергнутым барическому воздействию, должны учитываться параметры их стойкости.

Так, для зданий и сооружений могут использоваться два коэффициента, указывающих на их стойкость по отношению к ВУВ: K_{H_j} - его высоты (H_j , м) и K_{F_j} - доли фронтального остекления (F_j , %).

Эти коэффициенты рассчитываются по следующим формулам:

$$K_{H_j} = 1 + (3,40/H_j); K_{F_j} = [(1,36 + F_j)^2 + F_j(1 - F_j)]^{1/2} - 0,36, \quad (9)$$

Прогноз зон теплового поражения. Оценка ущерба людским, материальным и природным ресурсам от данного фактора наиболее актуальна при оценке ущерба от аварийного выброса веществ, способных в последующем выделять накопленную в них химическую энергию следующими тремя основными сценариями: а) факельное горение струи топлива, б) поверхностное его выгорание в пределах образовавшегося бассейна, в) испарение сжиженных газов с образованием ТВС (тепловоздушная смесь), завершающееся вспышкой в форме огненного шара или взрывом типа BLEVE (Взрыв расширяющейся кипящей жидкости (**BLEVE**) – это взрыв, вызванный разрывом сосуда, содержащего жидкость под давлением, которая достигла температуры выше своей точки кипения).

Поражающий эффект определяется величиной теплового импульса, излучаемого очагом пожара или взрыва, и зависит от диаметра и массы огненного шара, скорости его выгорания, а также от стойкости подверженных воздействию объектов и полученной ими тепловой дозы.

При определении разрушительного эффекта тепловых факторов, рекомендуется руководствоваться следующим. Для возникновения у людей ожогов первой степени, требуется удельная тепловая мощность не менее 1,7 кВт/м². Умеренные и тяжелые ожоги второй степени возникают соответственно при

получении человеком тепловой энергии в 42 и 84 кДж/м², а тяжелые ожоги третьей степени требуют 162 кДж/м².

Более подробно с рассмотренной информацией можно ознакомиться в [1, с. 401-448].

Тестовые вопросы к занятию

1. Какие параметры характеризуют эффект, связанный с инерционными силами движущихся тел?

- а) кинетическая энергия и работа центробежной силы;
- б) потенциальная энергия тяготения и сжатых газов;
- в) кинетическая энергия и потенциальная энергия тяготения;
- г) центробежной силы и потенциальная энергия сжатых газов.

2. Какие параметры характеризуют эффект, связанный с потенциальной энергией, накопленной движущимися телами до начала перемещения?

- а) кинетическая энергия и работа центробежной силы;
- б) потенциальная энергия тяготения и сжатых газов;
- в) кинетическая энергия и потенциальная энергия тяготения;
- г) центробежной силы и потенциальная энергия сжатых газов.

3. Что является основным поражающим фактором аварийного взрывного высвобождения энергии?

- а) изменения избыточного давления на фронте взрывной ударной волны;
- б) избыточное давление во фронте взрывной ударной волны;
- в) масса взрывающегося вещества;
- г) воздушная ударная волна.

4. Чем определяется поражающий эффект теплового поражения?

- а) полученной объектами тепловой дозы;
- б) скорости его выгорания огневого шара;
- в) величиной теплового импульса, излучаемого очагом пожара или взрыва;
- г) диаметром и массой огненного шара.

Рекомендуемая литература по теме 3.2: [1].

РАЗДЕЛ 4. ОЦЕНКА УРОВНЕЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ И СНИЖЕНИЕ УРОВНЕЙ ТАКИХ РИСКОВ

Тема 4.1. Идентификация опасностей.

Форма проведения занятия – лекция.

Вопросы для обсуждения

- 1) Способы классификации опасностей
- 2) Формирование перечня (реестра) опасностей

Методические указания по проведению занятия

Согласно Приказу Минтруда России от 31.01.2022 № 36 «Об утверждении рекомендаций по классификации, обнаружению, распознаванию и описа-

нию опасностей» (Рекомендации 1) [3], классификация опасностей рекомендуется для их эффективного выявления (идентификации) на рабочих местах (рабочих зонах), при выполнении отдельных работ в рамках процедуры управления профессиональными рисками в системе управления охраной труда (СУОТ).

Выявленные опасности рекомендуется классифицировать следующими способами:

1) по видам профессиональной деятельности работников с учетом наличия вредных (опасных) производственных факторов;

2) по причинам возникновения опасностей на рабочих местах (рабочих зонах), при выполнении работ, при нештатной (аварийной) ситуации;

3) по опасным событиям вследствие воздействия опасности (профессиональные заболевания, травмы), приведенной в Примерном перечне опасностей и мер по управлению ими в рамках системы управления охраной труда (СУОТ) (Приложение № 1 к Примерному положению о системе управления охраной труда, утвержденному приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 29 октября 2021 г. № 776н).

Приведенные способы классификации опасностей рекомендуется применять при осуществлении идентификации опасностей в привязке к объектам исследования - видам работ, рабочим местам (рабочим зонам), по профессиям, структурным подразделениям и территории работодателя в целом, а также при описании выявленных опасностей. Примерные классификации опасностей в зависимости от выбранного способа классификации приведены в приложениях № 1 и № 2 к Рекомендациям 1. Формирование перечня (реестра) опасностей по видам работ, рабочим местам, профессиям или структурным подразделениям осуществляется в зависимости от потребностей работодателя и особенностей производственных процессов конкретного предприятия.

После обнаружения, распознавания и описания опасностей проводится оценка профессиональных рисков. К процедурам обнаружения, распознавания и описания опасностей и последующей оценки профессиональных рисков рекомендуется привлекать технологов, руководителей первичных трудовых коллективов (мастеров участков, бригадиров), уполномоченных (доверенных) лиц по охране труда профессиональных союзов (трудовых коллективов), самих работников. Опрос рекомендуется проводить в форме интервью с фиксацией ответов в форме анкеты опроса работника об опасностях.

Тестовые вопросы к занятию

1. Какими способами рекомендуется классифицировать опасности при проведении оценки профессиональных рисков?

а) по видам профессиональной деятельности работников, по причинам возникновения опасностей на рабочих местах, по опасным событиям вследствие воздействия опасности;

б) по видам профессиональной деятельности работников, по причинам возникновения опасностей на рабочих местах;

в) по причинам возникновения опасностей на рабочих местах, по опасным событиям вследствие воздействия опасности;

г) по видам профессиональной деятельности работников, по опасным событиям вследствие воздействия опасности.

2. В зависимости от чего осуществляется формирование перечня (реестра) опасностей по видам работ, рабочим местам, профессиям или структурным подразделениям?

а) от потребностей работодателя;

б) от потребностей работодателя и особенностей производственных процессов конкретного предприятия;

в) от особенностей производственных процессов конкретного предприятия;

г) от потребностей работодателя и состояния условий труда.

3. В зависимости от чего осуществляется формирование перечня (реестра) опасностей по видам работ, рабочим местам, профессиям или структурным подразделениям?

а) от потребностей работодателя;

б) от потребностей работодателя и особенностей производственных процессов конкретного предприятия;

в) от особенностей производственных процессов конкретного предприятия;

г) от потребностей работодателя и состояния условий труда.

4. Какой этап следует после обнаружения, распознавания и описания опасностей?

а) оценка состояния условий труда;

б) разработка мероприятий по исключению выявленных опасностей;

в) доведение информации до сведения работодателя;

г) оценка профессиональных рисков.

Рекомендуемая литература по теме 4.1: [3].

Тема 4.2. Методы оценки профессиональных рисков и их снижение.

Форма проведения занятия – лекция.

Вопросы для обсуждения

1) Метод контрольных листов

2) Матричный метод

3) Оценка профессионального риска по данным о состоянии условий труда на рабочих местах

4) Планирование мероприятий по снижению уровней профессиональных рисков

Методические указания по проведению занятия

Минтрудом России разработаны «Рекомендации по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков» (утв. приказом от 28.12.2021 г. № 926) (Рекомендации 2) [4]. Документ содержит критерии, которыми работодателю рекомендуется руководствоваться при выборе методов оценки уровней профессиональных рисков, краткое описание применяемых в Российской Федерации и зарубежной практике методов оценки уровней профессиональных рисков, процесс и этапы выбора метода

оценки уровней профессиональных рисков, а также примеры оценочных средств.

Метод проверочных или контрольных листов относится к группе методов качественной оценки риска и широко применяется на практике. Результативность метода полностью зависит от полноты составляемых контрольных листов (вопросов), которые должны включать все существующие опасности на объекте. В ходе проверки должно быть выявлено наличие или отсутствие мер защиты. Для разработки контрольного листа рекомендуется: определить производственные процессы или иную деятельность, которые необходимо контролировать; составить перечень требований, предъявляемых к этим процессам или производственной деятельности; направить контрольный лист для заполнения работникам, выполняющим данные операции. Ниже приведен пример контрольного листа по опасности «скользкие поверхности». Более подробно ознакомиться с методом можно в [4, раздел 4.1.1].

Матричные методы оценки риска (3x3) предусматривают построение матрицы степеней риска обычно в системе координат «вероятность реализации опасности – последствия ее реализации». При этом интервалы возможных значений разбивают на три участка, каждый из которых оценивается в баллах

Таблица 1 - Скользкие поверхности

Вопросы	да	нет
Есть ли на полу неровные участки, шероховатости, выбоины, зазубрины и т.д.?		
Бывают ли полы скользкими, например, при влажной уборке, вследствие разлива жидкостей, из-за дождя или грязи, а также пыли, образующейся в ходе производственного процесса?		
Есть ли пороги или другие выступы?		
Проложены ли по полу кабели?		
Могут ли работники поскользнуться или упасть из-за особенностей обуви?		
Содержатся ли полы в чистоте?		
Остаются ли на рабочем месте какие-либо объекты или препятствия, затрудняющие передвижение (за исключением стационарных)?		
Обозначены ли должным образом стационарные препятствия, затрудняющие передвижение?		
Обозначены ли маршруты движения транспорта?		
Достаточно ли освещены полы, а также маршруты движения транспорта?		

по трехбалльной шкале. Степень риска определяется перемножением вероятности реализации опасности (в баллах) на степень тяжести последствий (оценивается также в баллах) – таблица 4. Порядок определения балльных оценок поясняется в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Критерии определения тяжести последствий

Уровень тяжести	Последствия
Умеренный вред	Несчастные случаи (микротравмы) и заболевания, не вызывающие длительных последствий (такие как небольшие порезы, раздражения слизистой оболочки глаз, головные боли и т.д.).
Средний вред	Несчастные случаи и заболевания, вызывающие умеренные, но длительные и периодически возникающие расстройства здоровья (такие как раны, простые переломы, ожоги второй степени на ограниченных участках кожи, кожные аллергии и т.д.).
Тяжелый вред	Несчастные случаи и заболевания, вызывающие тяжелые и постоянные нарушения здоровья и/или смерть (например, ампутация, сложные переломы, ведущие к потере трудоспособности, рак, ожоги второй или третьей степени на больших участках кожи, и т.д.).

Таблица 3 – Критерии определения вероятности

Вероятность события	Критерии вероятности
Маловероятно	Опасность не должна возникнуть за все время профессиональной деятельности сотрудника.
Вероятно	Опасность может возникнуть лишь в определенные периоды профессиональной деятельности сотрудника.
Высокая вероятность	Опасность может возникать постоянно в течение профессиональной деятельности работника.

Таблица 4 - Матрица оценки уровня рисков

Вероятность	Последствия		
	Умеренный вред	Средний вред	Тяжелый вред
Маловероятно	Малозначимый риск (1)	Малый риск (2)	Умеренный риск (3)
Вероятно	Малый риск (2)	Умеренный риск (3)	Значительный риск (4)
Высокая вероятность	Умеренный риск (3)	Значительный риск (4)	Недопустимый риск (5)

После формирования перечня опасностей осуществляется оценка рисков от выявленных опасностей (оценка вероятности и степени тяжести возможных последствий). Затем разрабатываются меры по устранению опасностей и снижению уровней профессиональных рисков. При профессиональном риске экспертно оцененном как значительный, принимаются срочные меры по его снижению. Если профессиональный риск экспертно оценен как умеренный, реко-

мендуется сформировать план мероприятий по его снижению. Профессиональные риски, оцененные экспертно как малые или малозначимые, не требуют выполнения дополнительных мероприятий, но требуют фиксации действующих мер контроля таких профессиональных рисков, обеспечивающих недопущение повышения их уровня – см. табл. 5.

Таким образом, метод представляет собой пятишаговую последовательность: 1) сбор информации о состоянии охраны и условий труда на рабочих местах; 2) формирование перечня (реестра) опасностей по видам работ, рабочим местам, профессиям или структурным подразделениям; 3) оценка рисков от выявленных опасностей; 4) разработка мер по устранению опасностей и снижению уровней профессиональных рисков; 5) документирование процедуры оценки уровня профессиональных рисков с составлением перечня (реестра) всех выявленных опасностей.

Таблица 5 - Значимость риска и меры контроля/снижения уровня риска

Степень риска	Необходимые мероприятия
Малозначимый риск	Специальных мероприятий не требуется. Риск необходимо контролировать.
Малый риск	Мероприятия не обязательны, но желательны
Умеренный риск	Мероприятия для уменьшения риска необходимы, но их проведение необходимо спланировать и провести по графику
Значительный риск	Мероприятия по снижению уровня риска обязательны и их проведение необходимо начать срочно
Недопустимый риск	Мероприятия по снижению уровня риска обязательны и их проведение необходимо начать незамедлительно. Работа в условиях риска должна быть прекращена, и ее возобновление можно начинать только после принятия мер по снижению уровня риска

Более подробно ознакомиться с методом можно в [4, раздел 4.1.2].

В соответствии со ст. 218 ТК РФ профессиональные риски в зависимости от источника их возникновения подразделяются на риски травмирования работника и риски получения им профессионального заболевания. Поэтому может быть использована методика оценки профессиональных рисков как по санитарно-гигиеническим, так и по техническим факторам на основании данных о состоянии условий труда на рабочих местах [2, с. 84-93].

Оценка риска по санитарно-гигиеническим факторам осуществляется по результатам специальной оценки условий труда (СОУТ), при этом учитываются и факторы, отнесенные к допустимому классу, так как у части работников и соблюдение допустимых уровней факторов не обеспечивает полного исключения рисков для здоровья. Классы и подклассы условий труда переводят в баллы

риска x_i , используя специальную таблицу [2, с. 86]. Затем определяется масштаб риска R_{PM} на рабочем месте путем перемножения суммы баллов риска $\sum_{i=1}^n x_i$ на число работников N_{PM} , занятых на рабочем месте, то есть:

$$R_{PM} = (\sum_{i=1}^n x_i) * N_{PM}, \quad (10)$$

где n – число учтенных факторов условий труда на рабочем месте.

Далее рассчитывается общий масштаб риска $R_{общ}$ для организации. Если в организации имеется m рабочих мест, то расчет ведут по формуле

$$R_{общ} = \sum_{j=1}^m R_{PMj}, \quad (11)$$

где R_{PMj} – масштаб риска на j -ом рабочем месте, который находится по формуле (10).

По $R_{общ}$ определяется средневзвешенный масштаб риска \bar{R} , относящийся к одному работнику организации по отношению

$$\bar{R} = R_{общ}/N_{общ}, \quad (12)$$

где $N_{общ}$ – общая численность работников.

Именно по значению \bar{R} делают вывод в отношении уровня профессионального риска.

Оценка риска по техническим факторам выявляется исходя из оценок следующих технических факторов:

- 1) уровень технической безопасности рабочего места (ТБ РМ);
- 2) уровень соблюдения требований к размещению рабочих мест и производственного оборудования (РРМ);
- 3) уровень требований к организации эксплуатации производственного оборудования (ОЭ);
- 4) уровень обеспеченности санитарно-бытовыми помещениями и устройствами (СБО).

Баллы риска по техническим факторам определяются по справочной таблице, которая составлена отдельно по всем четырём техническим факторам [2, с. 91-93]. Масштаб риска на рабочем месте определяется произведением суммы баллов риска по четырем техническим факторам на число занятых на рабочем месте. Общий масштаб риска $R_{общ}$ для организации определяется суммированием масштабов риска по всем рабочим местам. Расчёт среднего значения \bar{R} осуществляется так же, как и по санитарно-гигиеническим факторам – см. формулу (12). Именно по значению \bar{R} делают вывод в отношении уровня профессионального риска.

С целью планирования снижения уровней профессиональных рисков общий уровень риска может быть рассчитан по выражению

$$R = \sum_{j=1}^n \left(\sum_{i=1}^m x_{ij} \right) \cdot N_j, \quad (13)$$

где n – число рабочих мест в организации;

N_j - число работников, занятых на j -ом рабочем месте;

x_{ij} - оценка уровня риска по отношению к i -ой профессиональной опасности на j -ом рабочем месте;

$\sum_{i=1}^m x_{ij}$ - сумма баллов риска на j -ом рабочем месте.

Максимальное снижение степени неблагоприятного воздействия факторов обеспечивается соблюдением оптимальной последовательности реализации предупредительно-профилактических мероприятий, которая устанавливается по величине коэффициента социально-экономической эффективности E_i

$$E_i = \frac{x_{ni} - x_{ni}}{W_{ni}} \cdot N_i, \quad (14)$$

где x_{ni} и x_{ni} – оценки риска в баллах в начале периода планирования по данным СОУТ и планируемые оценки соответственно;

W_{ni} – планируемые затраты на выполнение мероприятия по i -му ОВПФ.

Чем выше значение E_i , тем раньше по срокам должно выполняться соответствующее мероприятие.

При планировании снижения профессиональных рисков приоритетными являются мероприятия, обеспечивающие оптимальные или допустимые условия труда, т.е. $x_{ni} = 1$ или $x_{ni} = 2$.

Ясно, что при разработке реальной программы снижения профессиональных рисков должны учитываться и соответствующие общие допустимые затраты на снижение риска в организации.

Все расчеты могут выполняться путем заполнения (вручную или с помощью ЭВМ) двух таблиц. Подробно данный подход изложен в [2, с. 94-107].

Тестовые вопросы к занятию

1. При каком методе оценки риска направляется список контрольных вопросов по опасностям при выполнении конкретных операций для заполнения работникам, выполняющим данные операции?

а) метод анализа причинно-следственных связей;

б) матричный метод;

в) метод контрольных карт;

г) метод, основанный на результатах СОУТ.

2. Из скольких шагов состоит матричный метод оценки риска?

а) из шести;

б) из пяти;

в) из трех;

г) из четырех.

3. При оценке риска по санитарно-гигиеническим факторам не учитываются факторы, отнесенные к какому классу условий труда?

а) к оптимальному;

б) к допустимому;

в) к вредному;

г) к опасному.

4. Сколько факторов учитывается при оценке риска по технической составляющей?

а) пять;

б) шесть;

в) три;

г) четыре.

5. На основании какого параметра реализуется оптимальная последовательность предупредительно-профилактических мероприятий?

а) риск;

б) коэффициента социально-экономической эффективности;

в) интенсивность воздействия факторов;

г) доза воздействия факторов.

Рекомендуемая литература по теме 4.2: [2, 3, 4].

2. Методические указания по выполнению контрольной работы

Контрольная работа (одна) пишется после изучения всего материала дисциплины. Работа состоит из подготовки ответов на два вопроса, решения одной задачи и охватывает все разделы дисциплины. Варианты заданий (вопросов) выбирают по таблице, ориентируясь на сумму двух последних цифр и последнюю цифру шифра. Например, учебный шифр студента 21-ЗТБ-1624. В этом случае нужно ответить на вопросы 5, 25 и решить задачу с исходными данными по указанному номеру варианта (в 5).

Контрольную работу нужно выполнять аккуратно, не допускаются произвольные сокращения слов. В левой стороне листа нужно оставлять поле шириной 30 мм. Ответы на вопросы должны быть полными, со ссылками на использованную литературу и нормативные акты. Для ссылок используйте квадратные скобки. В конце работы нужно привести полный список всех использованных источников. Рекомендуется использовать, помимо источников, приведенных в настоящих методических указаниях, любую другую новейшую литературу и нормативные акты.

Приводимые рисунки и схемы нужно нумеровать и снабжать подрисовочными подписями. Например: Рис.3. Схема защитного заземления. Таблицы, рисунки, схемы размещайте сразу после первого упоминания о них в тексте.

В формулах нужно указывать расшифровки всех буквенных обозначений. Все используемые единицы измерения должны соответствовать системе СИ.

При подготовке ответов на вопросы и решении задачи используйте, прежде всего, литературу, указанную к той теме дисциплины, к которой ближе всего относятся данные вопросы и задача.

Таблицы 5 – Варианты заданий

Сумма двух последних цифр шифра	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0-6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	Задача в 1	Задача в 2	Задача в 3	Задача в 4	Задача в 5	Задача в 6	Задача в 7	Задача в 8	Задача в 9	Задача в 10
7-13	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
	Задача в 1	Задача в 2	Задача в 3	Задача в 4	Задача в 5	Задача в 6	Задача в 7	Задача в 8	Задача в 9	Задача в 10
14-18	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
	Задача в 1	Задача в 2	Задача в 3	Задача в 4	Задача в 5	Задача в 6	Задача в 7	Задача в 8	Задача в 9	Задача в 10

Вопросы для контрольной работы.

- 1) Что такое система и из чего она состоит.
- 2) Что называют структурой системы.
- 3) Какие основные признаки используются для классификации систем.
- 4) Чем отличаются сложные и простые системы.
- 5) Чем отличаются открытые и закрытые системы.
- 6) Каково место моделирования в системном анализе и системном синтезе.
- 7) В чем заключается сущность концепции «системный подход к анализу сложных объектов».
- 8) Основные этапы и цели практической реализации системного подхода к исследованию безопасности в техносфере.
- 9) В чем заключается сущность проблемно-ориентированного описания объекта.
- 10) Что такое модель, и какова цель моделирования процессов в техносфере.
- 11) Укажите наиболее типичные виды моделей и методов моделирования.
- 12) Назовите отличительные признаки материальных и идеальных моделей.
- 13) По каким признакам классифицируются математические модели.
- 14) По каким признакам проверяется корректность математической модели.
- 15) На какие три типа целесообразно делить все предпосылки к техногенным происшествиям.

- 16) В чем состоит сущность энергоэнтропийной концепции опасностей.
- 17) На какие три основных класса, исходя из неадекватности потоков энергии, вещества и информации, можно поделить все опасности.
- 18) Дайте определение понятия опасности и других, связанных с ней понятий.
- 19) Основные этапы системного исследования происшествий в техносфере.
- 20) В чем заключается предназначение эмпирического системного анализа происшествий в техносфере.
- 21) Какова цель проблемно-ориентированного описания выбранных объектов.
- 22) Символика и способы задания диаграмм причинно-следственных связей.
- 23) Назовите типы диаграмм причинно-следственных связей.
- 24) Сущность диаграммы типа «дерево».
- 25) Сущность диаграммы типа граф.
- 26) Правила, которыми следует руководствоваться в процессе оценки числовых характеристик декомпозированного дерева происшествия.
- 27) Факторы, влияющие на величину ущерба от происшествий в техносфере.
- 28) Что является основным показателем опасности исследуемых объектов.
- 29) В чем заключается сущность обобщенной методики прогнозирования ожидаемого среднего ущерба.
- 30) Каковы особенности прогнозирования параметров неконтролируемого истечения и распространения потоков энергии и вредного вещества.
- 31) Основные методы прогнозирования размеров зон поражения.
- 32) Что означает аббревиатура BLEVE, для обозначения каких выбросов она применяется.
- 33) Назовите способы классификации опасностей.
- 34) Каким образом осуществляется формирование перечня (реестра) опасностей.
- 35) Сущность метода контрольных листов.
- 36) Сущность матричного метода.
- 37) Оценка риска по санитарно-гигиеническим факторам.
- 38) Оценка риска по техническим факторам.
- 39) На основании какого параметра реализуется оптимальная последовательность предупредительно-профилактических мероприятий и как его определить.
- 40) Методика разработки программы снижения профессиональных рисков.

Задача. По данным таблицы 6 в соответствии с вариантом задания провести расчет уровней существующих профессиональных рисков, связанных с санитарно-гигиеническими факторами и сделать вывод.

Таблица 6 – Исходные данные для решения задачи

№ варианта задания	Наименование рабочего места с указанием класса условий труда по каждому фактору условий труда			
	Производитель работ	Мастер строительных и монтажных работ	Каменщик	Электрогазосварщик
1	2	3	4	5
1	Шум – 2 Световая среда - 2 Тяжесть трудового процесса – 3.1	Шум – 2 Световая среда - 2 Тяжесть трудового процесса – 3.1	АПФД - 2 Шум – 3.1 Вибрация локальная - 2 Тяжесть трудового процесса – 3.1	Химический фактор -3.1 АПФД - 2 Шум - 2 Вибрация локальная - 2 Тяжесть трудового процесса – 3.1
2	Шум – 2 Световая среда - 2 Тяжесть трудового процесса – 3.1	Шум – 2 Световая среда - 2 Тяжесть трудового процесса – 3.1	АПФД - 2 Шум - 2 Вибрация локальная - 2 Тяжесть трудового процесса – 3.1	Химический фактор -3.1 АПФД - 2 Шум – 3.1 Вибрация локальная - 2 Тяжесть трудового процесса – 3.1
3	Шум – 2 Световая среда - 2 Тяжесть трудового процесса – 3.1	Шум – 2 Световая среда - 2 Тяжесть трудового процесса – 3.1	АПФД - 2 Шум – 3.1 Вибрация локальная - 2 Тяжесть трудового процесса – 3.1	Химический фактор - 2 АПФД - 2 Шум – 3.1 Вибрация локальная - 2 Тяжесть трудового процесса – 3.1
4	Шум – 2 Световая среда - 2 Тяжесть трудового процесса – 3.1	Шум – 2 Световая среда - 2 Тяжесть трудового процесса – 3.1	АПФД - 2 Шум - 2 Вибрация локальная - 2 Тяжесть трудового процесса – 3.1	Химический фактор -3.1 АПФД - 2 Шум - 2 Вибрация локальная - 2 Тяжесть трудового процесса – 3.1
5	Шум – 2 Световая среда - 2 Тяжесть трудового процесса – 3.1	Шум – 2 Световая среда - 2 Тяжесть трудового процесса – 3.1	АПФД - 2 Шум - 3.1 Вибрация локальная - 2 Тяжесть трудового процесса – 3.1	Химический фактор -3.1 АПФД - 2 Шум – 3.1 Вибрация локальная - 2 Тяжесть трудового процесса – 3.1
6	Шум – 2 Световая среда - 2 Тяжесть трудового процесса – 3.1	Шум – 2 Световая среда - 2 Тяжесть трудового процесса – 3.1	АПФД - 2 Шум - 2 Вибрация локальная - 2 Тяжесть трудового процесса – 3.1	Химический фактор - 2 АПФД - 2 Шум – 3.1 Вибрация локальная - 2 Тяжесть трудового процесса – 3.1
7	Шум – 2 Световая среда - 2 Тяжесть трудового процесса – 3.1	Шум – 2 Световая среда - 2 Тяжесть трудового процесса – 3.1	АПФД - 2 Шум – 3.1 Вибрация локальная - 2 Тяжесть трудового процесса – 3.1	Химический фактор -3.1 АПФД - 2 Шум - 2 Вибрация локальная - 2 Тяжесть трудового процесса – 3.1
8	Шум – 2 Световая среда - 2 Тяжесть трудового процесса – 3.1	Шум – 2 Световая среда - 2 Тяжесть трудового процесса – 3.1	АПФД - 2 Шум - 2 Вибрация локальная - 2 Тяжесть трудового процесса – 3.1	Химический фактор -3.1 АПФД - 2 Шум – 3.1 Вибрация локальная - 2 Тяжесть трудового процесса – 3.1

1	2	3	4	5
9	Шум – 2 Световая среда - 2 Тяжесть трудового процесса – 3.1	Шум – 2 Световая среда - 2 Тяжесть трудового процесса – 3.1	АПФД - 2 Шум – 3.1 Вибрация локальная - 2 Тяжесть трудового процесса – 3.1	Химический фактор - 2 АПФД - 2 Шум – 3.1 Вибрация локальная - 2 Тяжесть трудового процесса – 3.1
10	Шум – 2 Световая среда - 2 Тяжесть трудового процесса – 3.1	Шум – 2 Световая среда - 2 Тяжесть трудового процесса – 3.1	АПФД - 2 Шум - 2 Вибрация локальная - 2 Тяжесть трудового процесса – 3.1	Химический фактор - 3.1 АПФД - 2 Шум - 2 Вибрация локальная - 2 Тяжесть трудового процесса – 3.1

Считайте, что на каждом рабочем месте занят 1 человек.

Результаты оценки условий труда, уровней существующих профессиональных рисков по санитарно-гигиеническим факторам занести в таблицу 7.

Таблица 7 – Результаты оценки условий труда

Порядковый номер и наименование рабочих мест	Наименование учитываемых факторов	Результаты оценки		Сумма баллов риска	Число занятых на рабочем месте	Масштаб риска
		в классах и подклассах условий труда	в баллах риска			

Пример решения задачи. На рабочих местах проведены измерения параметров опасных и вредных производственных факторов и получены следующие классы условий труда (УТ):

1. Рабочее место производителя работ – шум (класс УТ 2), световая среда (класс УТ 2), тяжесть трудового процесса (класс УТ 3.1).
2. Рабочее место мастера строительных и монтажных работ – шум (класс УТ 2), световая среда (класс УТ 2), тяжесть трудового процесса (класс УТ 3.1).
3. Рабочее место каменщика – шум (класс УТ 3.1), вибрация локальная (класс УТ 2), тяжесть трудового процесса (класс УТ 3.1), аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (класс УТ 3.1).
4. Рабочее место электрогазосварщика - шум (класс УТ 3.1), вибрация локальная (класс УТ 2), тяжесть трудового процесса (класс УТ 3.1), аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (класс УТ 3.1) химический фактор (класс 3.1).

Считайте, что на каждом рабочем месте занят 1 человек.

Провести расчет уровней существующих профессиональных рисков, связанных с санитарно-гигиеническими факторами и сделать вывод.

Для решения задачи заполним таблицу 7. Для перевода классов УТ в баллы риска воспользуемся специальной таблицей [4, с. 86].

Порядковый номер и наименование рабочих мест	Наименование учитываемых факторов	Результаты оценки		Сумма баллов риска	Число занятых на рабочем месте	Масштаб риска
		в классах и подклассах условий труда	в баллах риска			
1. Производитель работ	Шум	2	2	7	7	49
	Световая среда	2	2			
	Тяжесть трудового процесса	3.1	3			
2. Мастер строительных и монтажных работ	Шум	2	2	7	7	49
	Световая среда	2	2			
	Тяжесть трудового процесса	3.1	3			
3. Каменщик	АПФД	3.1	3	11	11	121
	Шум	3.1	3			
	Вибрация локальная	2	2			
	Тяжесть трудового процесса	3.1	3			
4. Электрогазосварщик	Химический фактор	3.1	3	13	13	169
	АПФД	3.1	3			
	Шум	2	2			
	Вибрация локальная	2	2			
	Тяжесть трудового процесса	3.1	3			
ИТОГО				-	39	388

Масштаб риска R_{PM} на рабочем месте определяется путем перемножения суммы баллов риска на число работников, занятых на рабочем месте, по формуле (10). Далее рассчитывается общий масштаб риска $R_{общ}$ для всех рабочих мест по формуле (11). По результатам проведенного расчета общий масштаб риска составил 388 единиц. Затем по $R_{общ}$ определяется средневзвешенный масштаб риска \bar{R} , относящийся к одному работнику по отношению (12). В результате расчета получаем $388/39 \approx 9,9$ балла. Именно по значению \bar{R} делают вывод в отношении уровня профессионального риска. Таким образом, уровень профессионального риска по указанным факторам относится к очень высокому. Необходимо оперативное реагирование с целью проведения срочных предупредительно-профилактических мероприятий по рабочим местам с наибольшими значениями масштаба риска.

3. Методические указания по подготовке и сдаче экзамена

Форма проведения экзамена – устная.

Вопросы к экзамену по дисциплине.

- 1) Понятие и классификация систем
- 2) Общая характеристика сложных систем
- 3) особенности формализованного описания систем
- 4) Общие принципы организации и динамики систем
- 5) Понятие и краткая характеристика процесса моделирования
- 6) Классификация моделей и способов моделирования сложных систем
- 7) Основные принципы организации систем и системной динамики
- 8) Причины и факторы чрезвычайных ситуаций в техносфере
- 9) Энергоэнтропийная концепция и классификация опасностей
- 10) Основные понятия и определения производственной безопасности
- 11) Основные этапы системного исследования происшествий в техносфере
- 12) Основные этапы процесса моделирования
- 13) Символика и способы задания диаграмм причинно-следственных связей
- 14) Классификация и краткая характеристика основных типов диаграмм влияния
- 15) Моделирование происшествий с помощью потокового графа
- 16) Сущность и краткая характеристика процессов причинения и оценки ущерба от происшествий
- 17) Общие принципы оценивания параметров нежелательного проявления источника риска
- 18) Обобщенная методика прогнозирования ожидаемого среднего ущерба
- 19) Особенности прогнозирования параметров неконтролируемого истечения и распространения потоков энергии и вредного вещества
- 20) Методы прогнозирования размеров зон поражения
- 21) Способы классификации опасностей
- 22) Формирование перечня (реестра) опасностей
- 23) Оценка профессионального риска. Метод контрольных листов
- 24) Оценка профессионального риска. Матричный метод
- 25) Оценка профессионального риска по данным о состоянии условий труда на рабочих местах
- 26) Планирование мероприятий по снижению уровней профессиональных рисков

4. Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы по дисциплине

Дисциплина «Управление рисками, системный анализ и моделирование» - одна из важных дисциплин, определяющих уровень профессиональной подготовки будущего специалиста по охране труда. Нужно также учитывать, что имеющиеся учебные пособия могут не соответствовать по своему содержанию действующим нормативным требованиям в области системы управления охраной труда, которые постоянно изменяются. Поэтому ряд вопросов оценки и управления рисками студенту нужно изучать по действующим нормативным документам.

Рекомендуется посещение всех видов занятий, ведение конспектов, что, как показывает опыт, способствует более полному и прочному освоению дисциплины.

Практические занятия по дисциплине, проводимые в форме семинаров и решения задач, связаны, прежде всего, с приобретением навыков по идентификации опасностей и оценке уровней профессиональных рисков. К семинарам и решению задач необходимо готовиться, повторить необходимые расчетные методики, формулы. Освоение этих методик имеет большое значение для подготовки выпускных квалификационных работ и последующей трудовой деятельности.

Нужно с самого начала приобретать опыт работы с нормативными правовыми актами в области охраны труда, накапливать эти документы в базах данных на электронных и бумажных носителях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящем учебно-методическом пособии в наиболее доступных формах изложен достаточно сложный материал. Учебно-методическое пособие написано и построено таким образом, чтобы студент самостоятельно мог разобраться в терминах, понятиях, теории вопроса и других нюансах дисциплины. Предназначено для помощи студентам в освоении практических навыков и умений.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Управление рисками, системный анализ и моделирование: в 2 т. / П.Г. Белов. – Москва: Юрайт, 2018. – Т. 1. – 460 с.
2. Минько, В.М. Управление техносферной безопасностью / В.М. Минько, Н.А. Евдокимова, С.А. Лебедев. – Калининград: Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ», 2020. – 216 с.
3. Рекомендаций по классификации, обнаружению, распознаванию и описанию опасностей, утв. Приказом Минтруда России от 31.01.2022 № 36.
4. Рекомендации по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков, утв. Приказом Минтруда России от 28.12.2021 № 926.

Локальный электронный методический материал

Евдокимова Наталья Анатольевна

**УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ, СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ
И МОДЕЛИРОВАНИЕ**

Редактор И. Голубева

Локальное электронное издание

Уч.-изд. л. 3,3. Печ. л. 2,7.

Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»,
236022, Калининград, Советский проспект, 1