

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор, проректор
по УР

_____ А.Е. Рудин

Рабочая программа дисциплины

Б1.О.10

Управление рисками, системный анализ и моделирование

Учебный план: 2025-2026 20.04.01 ИФСТЗ КНДвСТ ОО №2-1-182.plx

Кафедра: **18** Инженерной химии и промышленной экологии

Направление подготовки:
(специальность) 20.04.01 Техносферная безопасность

Профиль подготовки: Контрольно-надзорная деятельность в сфере труда
(специализация)

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
	Лекции	Практ. занятия				
2	УП	17	34	90,75	2,25	Курсовая работа, Зачет
	РПД	17	34	90,75	2,25	
Итого	УП	17	34	90,75	2,25	
	РПД	17	34	90,75	2,25	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность, утвержденным приказом Минобрнауки России от 25.05.2020 г. № 678

Составитель (и):

кандидат технических наук, Заведующий кафедрой

Бусыгин Николай Юрьевич

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой инженерной химии и
промышленной экологии

Бусыгин Николай Юрьевич

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Бусыгин Николай Юрьевич

Методический отдел:

С. В. Макаренко

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Формирование у будущего специалиста риск-ориентированного мышления, при котором вопросы обеспечения техносферной безопасности и рационального использования природных ресурсов рассматриваются как приоритетные при принятии организационно-технических решений.

1.2 Задачи дисциплины:

- рассмотреть методологические основы оценки техногенного риска;
- раскрыть особенности анализа природно-хозяйственных комплексов и современных технологических схем как сложных систем;
- продемонстрировать возможности применения методов математического моделирования для прогнозирования чрезвычайных ситуаций (ЧС) в техносфере и последствий ЧС.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

- Информационные технологии в сфере безопасности
- Учебная практика (ознакомительная практика)
- Государственная экспертиза условий труда
- Охрана труда на промышленном предприятии
- Современные проблемы техносферной безопасности

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПК-2: Способен анализировать и применять знания и опыт в сфере техносферной безопасности для решения задач в профессиональной деятельности;

Знать: принципы управления рисками в техносфере и основы моделирования как инструмента научного познания.

Уметь: определять и выбирать вид математической модели для решения практической профессиональной задачи.

Владеть: навыками интегрирования математических и естественно-научных знаний для решения профессиональных задач.

ОПК-5: Способен разрабатывать нормативно-правовую документацию сферы профессиональной деятельности в соответствующих областях безопасности, проводить экспертизу проектов нормативных правовых актов.

Знать: основные подходы к системному анализу сложных технических объектов, порядок выполнения работ по идентификации опасностей, оценке техногенного риска, основных положений менеджмента риска, основанного на национальных и межгосударственных стандартах.

Уметь: выбирать способы оценки техногенного риска для объектов разного типа, проводить процесс оценки риска – от идентификации опасностей и анализа риска до оценки его приемлемости и определения потенциальных возможностей снижения риска посредством выбора соответствующих мероприятий по управлению рисками.

Владеть: навыками количественной и качественной оценки техногенного риска, применения вероятностных моделей надежности оборудования при количественной оценке риска (в методах «дерево неисправностей», «дерево событий» и др.).

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)			
Раздел 1. Теория сложных систем в обеспечении безопасности в техносфере.	2					3,0
Тема 1. Элементы общей теории систем и системной динамики Понятие и классификация систем, общая характеристика сложных систем. Формализованное описание систем. Базовые закономерности функционирования. Обобщенная структура системного анализа и системного синтеза.		1		8		
Тема 2. Принципы формализации и моделирования сложных систем Классификация моделей и способов моделирования сложных систем. Обобщенная структура процесса создания и исследования моделей. Семантическое и семиотическое моделирование. Проверка корректности моделей. Практическое занятие № 1. Этапы моделирования сложных систем		2	3	8	ИЛ	
Тема 3. Основы системы обеспечения безопасности в техносфере. Проблемы безопасности в техносфере. Причины и факторы чрезвычайных ситуаций (ЧС). Энергоэнтропийная концепция и классификация опасностей. Основные понятия производственно-экологической безопасности. Общие принципы предупреждения возможных происшествий Практическое занятие № 2. Энергоэнтропийная концепция и классификация опасностей.		2	4	8	ИЛ	
Тема 4. Методологические основы риск-менеджмента на объекте повышенной опасности. Понятия, параметры и стандарты по менеджменту риска. Классификация задач и методов обоснования решений для риск-менеджмента. Особенности статистического оценивания параметров риска. Практическое занятие № 3. Изучение статистического подхода к оцениванию параметров риска		2	3	9	ИЛ	
Раздел 2. Моделирование и системный анализ процесса прогнозирования источников риска.						3

<p>Тема 5. Идентификация и предварительный анализ источников риска. Концепция выявления и предварительного (качественного) анализа источников риска. Методы и обобщенная процедура предварительной оценки параметров риска. Практическое занятие № 4. Определение характеристик источников техносферной опасности и идентификации факторов техногенного рисков</p>		1	3	8	АС	
<p>Тема 6. Общие принципы прогнозирования риска происшествий Причинно-следственные диаграммы. Причинно-следственные связи. Основные типы диаграмм влияния. Практическое занятие № 5. Идентификация факторов техногенного риска</p>		2	3	8	АС	
<p>Тема 7. Моделирование и прогноз параметров риска. Построение и анализ диаграмм типа «дерево происшествий» и «дерево событий». Моделирование событий с помощью потокового графа. Использование диаграмм типа «сеть». Практическое занятие № 6 Оценка техногенного риска аварий</p>		2	4	8	ИЛ	
<p>Раздел 3. Общие принципы исследования процесса причиненного ущерба</p>						
<p>Тема 8. Обобщенная методика прогнозирования ожидаемого на объекте повышенной опасности среднего ущерба. Практическое занятие № 7. Моделирование и расчет неконтролируемого истечения энергозапаса.</p>		1	3	8,75	АС	
<p>Тема 9. Прогнозирование параметров аварийного истечения и распространения энергозапаса. Особенности прогнозирования параметров неконтролируемого истечения и распространения энергозапаса. Модели. Прогнозирование параметров распространения и рассеяния вредного вещества. Пятна и поля концентраций. Практическое занятие № 8. Моделирование и расчет процессов истечения и распространения жидких загрязнений</p>	3	1	4	8	ИЛ	
<p>Раздел 4. Оценка ущерба</p>						
<p>Тема 10. Прогнозирование параметров превращения и разрушительного воздействия продуктов аварийного выброса. Модели и методы априорной оценки параметров процесса причинения техногенного ущерба. Практическое занятие № 9. Моделирование и расчет процессов рассеивания газообразных загрязнителей</p>	3	2	4	8	АС	

Тема 11. Особенности прогноза ущерба здоровью людей. Особенности оценки экономического ущерба от воздействия опасных факторов на объекты фауны и флоры Практическое занятие № 10 Изучение моделей для оценки ущерба здоровью населения и персонала при ЧС.	1	3	9	ИЛ	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	17	34	90,75		
Консультации и промежуточная аттестация (Курсовая работа, Зачет)	2,25				
Всего контактная работа и СР по дисциплине	53,25		90,75		

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

4.1 Цели и задачи курсовой работы (проекта): Основная цель курсовой работы – это формирование у магистрантов знаний, умений и практических навыков по методам оценки техногенного риска и прогнозирования его последствий в случае чрезвычайных ситуаций.

Основными задачами курсовой работы являются:

- обучение методологическим основам изучения объекта исследования с позиций анализа существующих опасностей;
- количественная оценка риска;
- оценка последствий реализации опасностей на основе методов математического моделирования
- закрепление навыков математического моделирования сложных объектов и процессов.

4.2 Тематика курсовой работы (проекта): 1. Идентификация факторов и оценка техногенного риска при строительстве или эксплуатации объектов экономики
2. Моделирование и расчет последствий чрезвычайных ситуаций на объектах экономики.
3. Моделирование систем и минимизация рисков (экономических, экологических, социальных)
4. Связь вероятности поражения с пробит-функцией Pr. Использование пробит-функции Pr при барическом, термическом, токсическом, радиационном воздействии

4.3 Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы (проекта):

Примерный объем в страницах – не менее 20 стр., включая тексты разработанных программ и распечатки результатов расчета по контрольным примерам. Предполагается оформление пояснительной записки посредством текстовых процессоров, выбор программных средств для реализации моделей производится студентом, рекомендуемые пакеты – Delphi, MathCAD. Рекомендуется графический материал исполнять в системах проектирования AutoCAD, Компас.

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ОПК-2	Дает определение рисков, приводит их классификацию; приводит определение модели, в том числе математической, и характеризует ее параметры. Разрабатывает математическую модель исследуемого процесса, выбирает методы решения системы уравнений модели. Реализует решение математической модели с помощью выбранных численных методов, проводит численный эксперимент, делает обоснованные выводы по совершенствованию объекта исследования.	Перечень вопросов для устного собеседования Перечень индивидуальных заданий на КР
ОПК-5	Называет основные национальные и международные стандарты по менеджменту риска; характеризует основные виды рисков (экологического, индивидуального, социального, профессионального и др.) для аргументированного обоснования необходимости исследований в профессиональной сфере; описывает нормированные технологии оценки рисков. Выбирает методы качественной и количественной оценки рисков в техносфере; систематизирует и анализирует факторы риска в области техносферной безопасности, устанавливает наиболее опасные пути развития событий при реализации рисков. Практически применяет рекомендованные методы количественной	Вопросы для устного собеседования Практико-ориентированные задания

	и качественной оценки рисков; предлагает и обосновывает технические и организационные решения по снижению уровня рисков на основе анализа возможных путей развития событий в чрезвычайных ситуациях.	
--	--	--

5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)		Обучающийся всесторонне и глубоко разработал тему на основе широкого круга источников технической литературы и нормативно-технической документации, проявил самостоятельность в разработке информационного и программного обеспечения, представил правильные расчеты и выводы, применил разнообразные методы решения, в том числе сверх оговоренных в задании курсовой работы; нет существенных недостатков в пояснительной записке (графической части и стиле изложения), при защите курсовой работы не допущены погрешности в интерпретации подхода к решению задачи и результатов.
4 (хорошо)		Обучающийся в полном объеме выполнил задание курсовой работы, представил решение задач разнообразными методами, проявил самостоятельность в разработке информационного и программного обеспечения, представил правильные расчеты и выводы; нет существенных недостатков в пояснительной записке (графической части и стиле изложения), при защите курсовой работы допущены небольшие погрешности в интерпретации подхода к решению задачи и результатов, допущены нарушения или небрежность в оформлении работы.
3 (удовлетворительно)		Обучающийся в целом выполнил задание, представил решение всех задач, но проявил недостаточную самостоятельность в разработке информационного и программного обеспечения, и потребовалась существенная помощь преподавателя; пояснительная записка оформлена небрежно.
2 (неудовлетворительно)		Обучающимся представлена частично выполненная курсовая работа (решены не все задачи), при этом содержащая грубые ошибки, свидетельствующие о непонимании студентом разрабатываемой им темы. Задание курсовой работы не выполнено, пояснительная записка не представлена
Зачтено	Оценки «зачтено» заслуживает обучающийся, имеющий всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного и нормативного материала, умеющий свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой. Также оценкой «зачтено» оцениваются ответы обучающийся, показавших знание основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и в дальнейшей профессиональной деятельности,	

	справляющихся с выполнением заданий, предусмотренных программой, но допустившим погрешности в ответе на зачете и при выполнении контрольных заданий, не носящие принципиального характера, когда установлено, что обучающийся обладает необходимыми знаниями для последующего устранения указанных погрешностей под руководством преподавателя.	
Не зачтено	Оценки «не зачтено» выставляется обучающимся, обнаружившим пробелы в знаниях основного учебного материала, допускающим принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Такой оценки заслуживают ответы, носящие несистематизированный, отрывочный, поверхностный характер, когда обучающийся не понимает сути излагаемых вопросов, что свидетельствует о том, что обучающийся не может дальше продолжать обучение или приступить к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 2	
1	Понятие сложной системы, свойства и требования, предъявляемые к сложной системе.
2	Основные методы изучения систем: кибернетика и области ее применения.
3	Основные методы изучения систем: системный анализ и области его применения.
4	Классификация и характеристика источников экологической и техногенной опасности.
5	Распределение опасных явлений по силе (встречаемость). Временное распределение (повторяемость).
6	Частота и сила опасных явлений в окружающей среде. Пространственное распределение (области возможного возникновения).
7	Основные концепции и методы анализа риска.
8	Перечень основных показателей риска.
9	Структура рисков различной природы (классификации).
10	Общая модель управления риском: идентификация факторов риска, оценка риска.
11	Общая модель управления риском: контроль риска, финансирование риска.
12	Медико-биологический подход: виды риска, экспозиция.
13	Медико-биологический подход: «функция доза-эффект», основные расчетные модели оценки риска здоровью (экологического риска).
14	Технократический подход: концепция, основные подходы к определению экологического риска.
15	Технократический подход: расчетные модели оценки экологического риска.
16	Пространственный и временной факторы угрозы при оценке техногенного риска.
17	Уязвимость объектов и территорий. Оценка вероятности разрушения и возникновения аварий.
18	Анализ безопасности объектов. Оценка техногенного риска.
19	Концепции обеспечения техносферной безопасности.
20	Виды защиты и системы техносферной безопасности.
21	Роль государства в обеспечении техносферной безопасности.
22	Государственная стратегия и политика в области снижения уровней экологических и техногенных рисков
23	Понятие энергозапаса, его оценка. Качественная и количественная оценка потенциальной опасности (риска)

24	Подходы к качественной и количественной оценке последствий пожаров, взрывов (ударной волны)
25	Моделирование распространения загрязнений в жидких средах на основе уравнения диффузии
26	Моделирование и расчет полей концентрации загрязняющих веществ в водотоках (каналах, малых реках и пр.)
27	Основы моделирования и расчета рассеивания выбросов в атмосфере
28	Расчет полей концентрации загрязняющих веществ в приземном слое. Оценка опасности по результатам расчета
29	Прогностические оценки социального ущерба в результате ЧС разного типа. Использование статистической информации при прогнозировании
30	Оценка экологического риска и экономического ущерба флоре и фауне при ЧС
31	Связь вероятности поражения с пробит-функцией.
32	Использование пробит-функции P_T при барическом, термическом, токсическом, радиационном воздействии.
33	Оценка вероятности возникновения и анализ условий возможных сценариев развития аварий «дерево событий».
34	Оценка вероятности возникновения опасных инцидентов с использованием теоремы Пуассона.
35	Прогнозирование и оценка обстановки при химических авариях.

5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрены.

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы) находятся в Приложении к данной РПД.

5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

К зачету допускаются студенты, полностью выполнившие плановые практические задания и защитившие курсовую работу.

5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная Письменная Компьютерное тестирование Иная

5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

время на подготовку к устному собеседованию составляет 30 минут;
выполнение практико-ориентированного задания составляет 30 минут.
при защите курсовой работы представление пояснительной записки обязательна.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Ефремов, И. В., Рахимова, Н. Н.	Техногенные системы и экологический риск	Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ	2016	http://www.iprbookshop.ru/61417.html
Панягина, А. Е., Свиштунов, А. В.	Управление рисками на предприятии: теория и практика	Москва: Ай Пи Ар Медиа	2020	http://www.iprbookshop.ru/96561.html
Багров И. В., Бусыгин Н. Ю.	Надежность технических систем и техногенный риск	СПб.: СПбГУПТД	2017	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2017125
Лобанов, А. В., Степнова, А. Ф.	Техногенные и экологические риски	Москва: Московский педагогический государственный университет	2023	https://www.iprbookshop.ru/139202.html

Халикова, В. А., Степаненко, Е. Е., Зеленская, Т. Г., Окрут, С. В., Бабанский, М. С., Коровин, А. А.	Техногенные системы и экологический риск	Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет	2022	https://www.iprbookshop.ru/133774.html
Склизнева О. В., Бельченко А. Г., Гриднева А. В., Жуков Б. М.	Безопасность жизнедеятельности. Система управления охраной труда в организациях	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2023	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2023182
Хайруллина, Л. И., Г., Н., Новикова, И. Л., Абдуллин, А. И.	Система управления охраной труда на промышленных предприятиях	Казань: Издательство КНИТУ	2022	https://www.iprbookshop.ru/129181.html
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Дягилева А.Б., Антонов И.В.	Управление рисками, системный анализ и моделирование. Курсовая работа	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2022	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=20225024
Бусыгин Н. Ю.	Методы и средства автоматизированных расчетов в экологии. Решение задач в среде Mathcad	СПб.: СПбГУПТД	2014	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2178
Рахимова, Н. Н.	Управление рисками, системный анализ и моделирование	Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ	2016	http://www.iprbookshop.ru/69961.html
Каменская, Е. Н.	Безопасность и управление рисками в техносфере	Ростов-на-Дону, Таганрог: Издательство Южного федерального университета	2018	http://www.iprbookshop.ru/87703.html
Чижик, В. П.	Риск-менеджмент	Омск: Омский государственный технический университет	2022	https://www.iprbookshop.ru/131224.html

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Раздел. Информатика и информационные технологии» [Электронный ресурс]. URL: <http://window.edu.ru/catalog/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Раздел. Вычислительная математика. Математическое моделирование. Численные методы» [Электронный ресурс].

URL:http://window.edu.ru/catalog/resources?p_rubr=2.2.74.12.57

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftOfficeProfessional

Microsoft Windows

Mathcad Education – University Edition Term

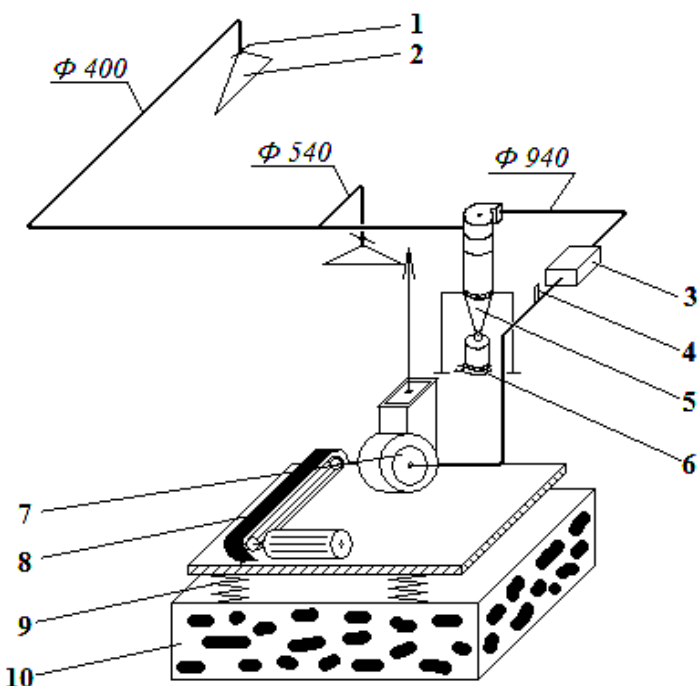
6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска

Приложение

к рабочей программе дисциплины «Управление рисками, системный анализ и моделирование»
по направлению подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность»
наименование ОП (профиля): «Контрольно-надзорная деятельность в сфере труда»

5.2.2 Типовые тестовые задания (примеры)

№ п/п	Условия типовых практико-ориентированных заданий (задач, кейсов)
Семестр 2	
1	Проведите анализ дерева неисправностей аспирационной системы и оцените вероятность отказа и наработку до отказа
	
Рис. 1. Схема вентиляционной системы:	
1 – дроссельная заслонка; 2 – вытяжной зонт; 3 – фильтр карманный; 4 – датчик засорения фильтра и работы вентилятора; 5 – циклон; 6 – датчик засорения циклона; 7 – вентилятор; 8 – ременная передача; 9 – виброопора; 10 – основание	
Перечень отказов системы вентиляции:	
<ol style="list-style-type: none"> 1) снижение давления в воздуховоде после карманного фильтра (засорение фильтра); 2) уменьшение концентрации пыли при прохождении воздуха через циклон незначительное (засорение циклона); 3) отказ предохранителя; 4) выход из строя подшипника электродвигателя; 5) выход из строя крыльчатки охлаждения электродвигателя; 6) межвитковое замыкание обмотки электродвигателя; 7) обрыв обмотки электродвигателя; 8) отказ концевого выключателя; 9) выход из строя пульта управления; 10) выход из строя сигнализатора засорения карманного фильтра; 11) выход из строя сигнализатора засорения циклона; 12) выход из строя дроссельной заслонки зонта; 13) износ сальникового уплотнителя; 14) износ соединения вала и блоков ременной передачи; 15) износ ременной передачи; 16) выход из строя подшипника вала рабочего колеса; 17) износ постоянной муфты. 	

Наработка на отказ вентиляционной системы определяется по формуле

$$T = 1/\lambda_{сл},$$

где $\lambda_{сл}$ – интенсивность отказа самого слабого элемента системы.

$$T = 16\,000 \text{ ч.}$$

Рассчитываются значения вероятностей безотказной работы для звеньев по формуле $P(t) = e^{-\lambda T}$. Значения интенсивностей отказов элементов системы выбраны из [2], [10]. Результаты расчетов приведены в табл. 1.

Таблица 1

**Интенсивность отказов и вероятность безотказной работы элементов
вентиляционной системы**

№ п/п	Наименование отказа	Интенсивность отказа $\lambda, \text{ч}^{-1}$	Вероятность безотказной работы $P(t)$
1	Снижение давления в воздуховоде	$\lambda(1) = 8 \cdot 10^{-6}$	$P(1) = e^{-\lambda T} = 0,88$
2	Уменьшение концентрации пыли	$\lambda(2) = 8 \cdot 10^{-6}$	$P(2) = e^{-\lambda T} = 0,88$
3	Отказ предохранителя	$\lambda(3) = 5 \cdot 10^{-6}$	$P(3) = e^{-\lambda T} = 0,92$
4	Выход из строя подшипника электродвигателя	$\lambda(4) = 2,22 \cdot 10^{-6}$	$P(4) = e^{-\lambda T} = 0,97$
5	Выход из строя крыльчатки охлаждения электродвигателя	$\lambda(5) = 1,1 \cdot 10^{-7}$	$P(5) = e^{-\lambda T} = 0,99$
6	Межвитковое замыкание обмотки электродвигателя	$\lambda(6) = 3 \cdot 10^{-6}$	$P(6) = e^{-\lambda T} = 0,99$
7	Обрыв обмотки электродвигателя	$\lambda(7) = 3 \cdot 10^{-8}$	$P(7) = e^{-\lambda T} = 0,99$
8	Отказ концевого выключателя	$\lambda(8) = 3 \cdot 10^{-6}$	$P(8) = e^{-\lambda T} = 0,95$
9	Выход из строя пульта управления	$\lambda(9) = 3 \cdot 10^{-7}$	$P(9) = e^{-\lambda T} = 0,99$
10	Выход из строя сигнализатора засорения карманного фильтра	$\lambda(10) = 5,3 \cdot 10^{-6}$	$P(10) = e^{-\lambda T} = 0,92$
11	Выход из строя сигнализатора засорения циклона	$\lambda(11) = 3 \cdot 10^{-6}$	$P(11) = e^{-\lambda T} = 0,95$
12	Выход из строя дроссельной заслонки зонта	$\lambda(12) = 3,4 \cdot 10^{-6}$	$P(12) = e^{-\lambda T} = 0,95$
13	Износ сальникового уплотнителя	$\lambda(13) = 3 \cdot 10^{-6}$	$P(13) = e^{-\lambda T} = 0,94$
14	Износ соединения вала и блоков ременной передачи	$\lambda(14) = 0,25 \cdot 10^{-6}$	$P(14) = e^{-\lambda T} = 0,99$
15	Износ ременной передачи	$\lambda(15) = 3,6 \cdot 10^{-6}$	$P(15) = e^{-\lambda T} = 0,94$
16	Выход из строя подшипника вала рабочего колеса	$\lambda(16) = 2 \cdot 10^{-6}$	$P(16) = e^{-\lambda T} = 0,95$
17	Износ постоянной муфты	$\lambda(17) = 2,5 \cdot 10^{-6}$	$P(17) = e^{-\lambda T} = 0,96$

«Дерево неисправностей» вентиляционной системы показано на рис. 2..

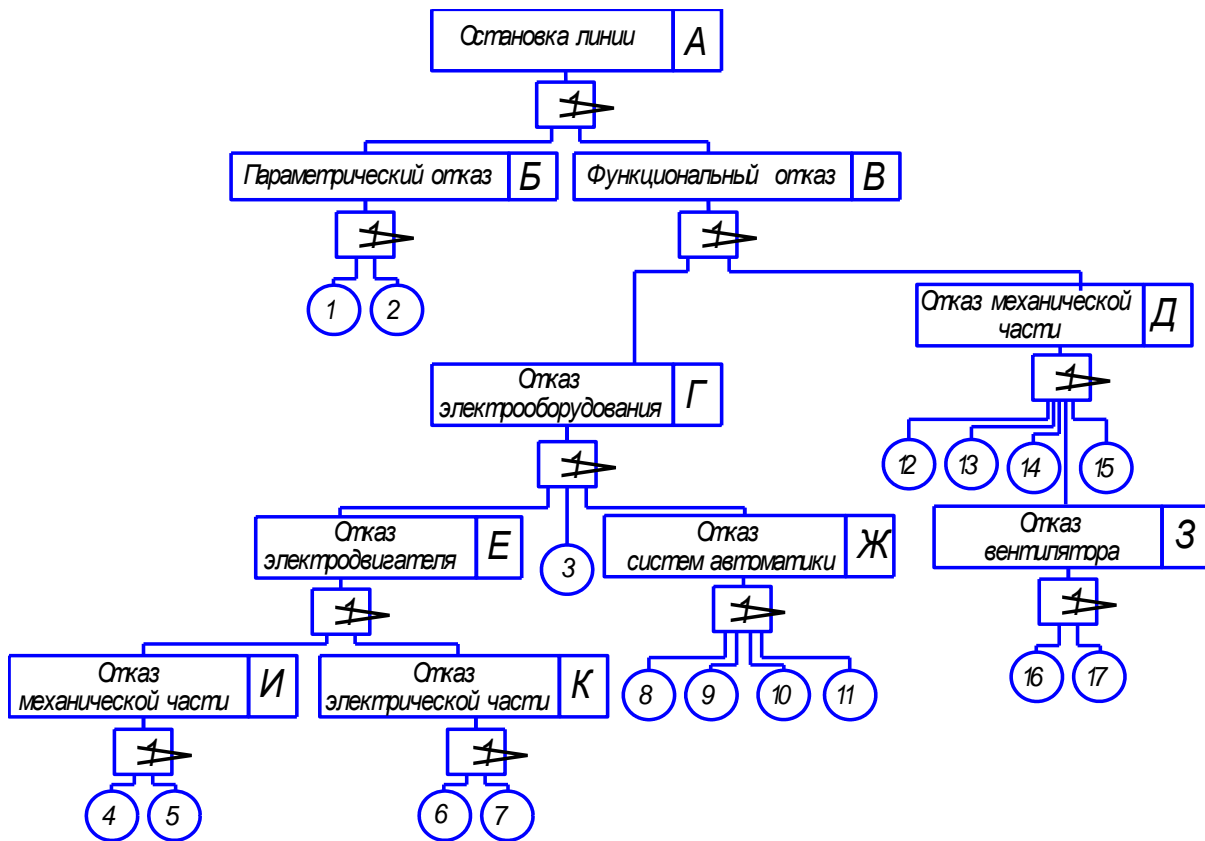


Рис. 2. «Дерево неисправностей» вентиляционной системы

2

Оцените вероятность возникновения аварийной ситуации при газовой сварке

№ п/п	Событие	Вероятность $Q(t)$
1	Нарушение правил безопасности	$5 \cdot 10^{-4}$
2	Выполнение ремонта оборудования во время работы	$4 \cdot 10^{-5}$
3	Разрыв сварочных резино-тканевых рукавов	$3 \cdot 10^{-5}$
4	Механическое повреждение редуктора	$5 \cdot 10^{-5}$
5	Выход из строя гайки редуктора	$2 \cdot 10^{-6}$
6	Выход из строя прокладки	$4 \cdot 10^{-4}$
7	Превышение давления газа в баллоне	$4 \cdot 10^{-6}$
8	Эксплуатация неисправного баллона	$2 \cdot 10^{-5}$

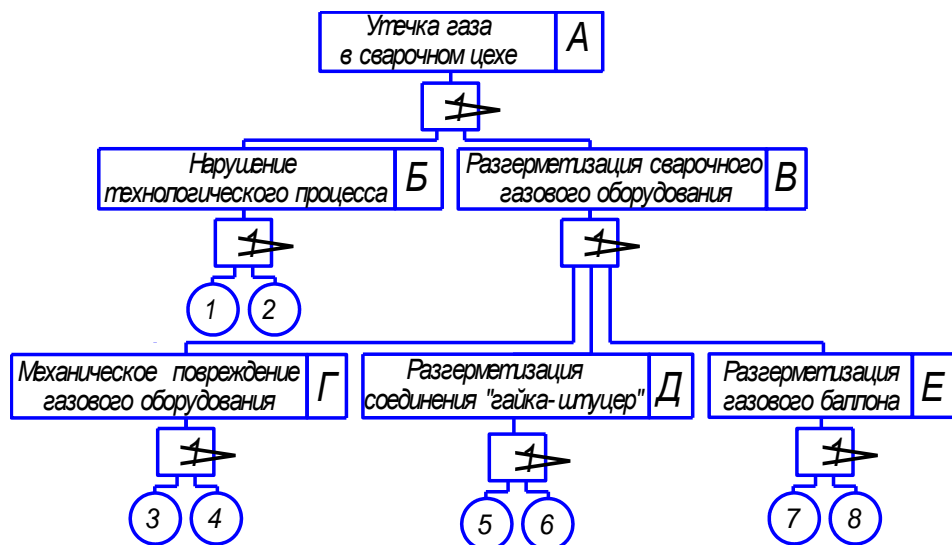


Рис. Дерево неисправностей для оценки вероятности утечки газа в сварочном цехе

Вероятность возникновения аварийной ситуации при газовой сварке

№ п/п	Событие	Вероятность $Q(t)$
1	Нарушение правил безопасности	$5 \cdot 10^{-4}$
2	Выполнение ремонта оборудования во время работы	$4 \cdot 10^{-5}$
3	Разрыв сварочных резино-тканевых рукавов	$3 \cdot 10^{-5}$

4	Механическое повреждение редуктора	$5 \cdot 10^{-5}$
5	Выход из строя гайки редуктора	$2 \cdot 10^{-6}$
6	Выход из строя прокладки	$4 \cdot 10^{-4}$
7	Превышение давления газа в баллоне	$4 \cdot 10^{-6}$
8	Эксплуатация неисправного баллона	$2 \cdot 10^{-5}$

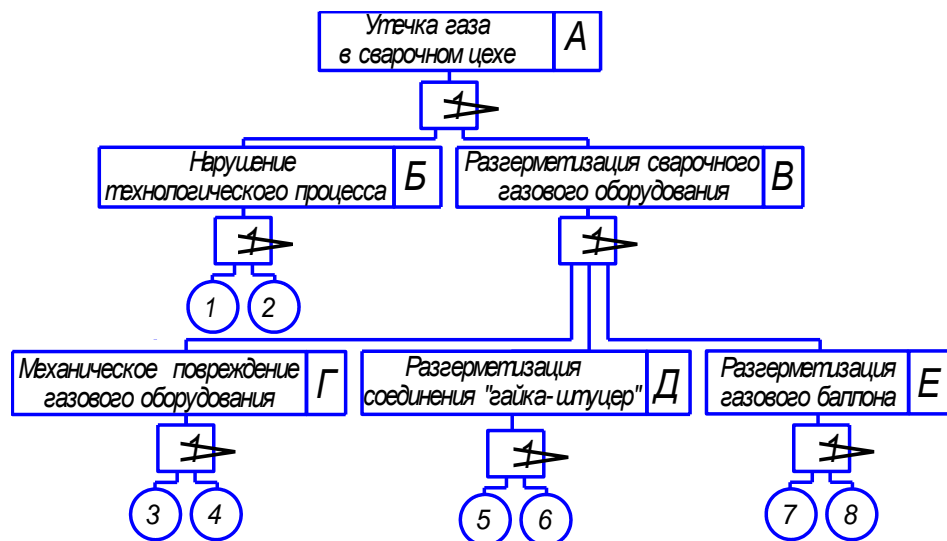


Рис. «Дерево неисправностей» для оценки вероятности утечки газа в сварочном цехе

3 **Оцените вероятность событий, приводящих к причинению ущерба здоровью газосварщика**

№ п/п	Событие	Вероятность $Q(t)$
1	Прикосновение к токоведущим частям сварочного оборудования	$5 \cdot 10^{-4}$
2	Работа без электрзащитных средств	$2 \cdot 10^{-4}$
3	Выполнение работ без защитного щитка	$2 \cdot 10^{-4}$
4	Выполнение работ без спецодежды	$4 \cdot 10^{-4}$
5	Травмирование в процессе сварки при падении изделия	$3 \cdot 10^{-4}$
6	Травмирование в процессе подготовки изделия	$2 \cdot 10^{-4}$
7	Попадание расплавленного металла на легковоспламеняющийся материал	$4 \cdot 10^{-5}$
8	Утечка газа из баллонов	$3 \cdot 10^{-4}$
9	Попадание раскаленного металла на открытые части тела	$2 \cdot 10^{-5}$
10	Прикосновение к открытому огню	$2 \cdot 10^{-5}$
11	Превышение концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны	$5 \cdot 10^{-4}$
12	Утечка газа из баллонов	$3 \cdot 10^{-6}$
13	Возникновение взрывоопасной концентрации	$4 \cdot 10^{-5}$
14	Работа вблизи легковоспламеняющихся веществ	$3 \cdot 10^{-4}$
15	Наличие источника огня	$5 \cdot 10^{-4}$

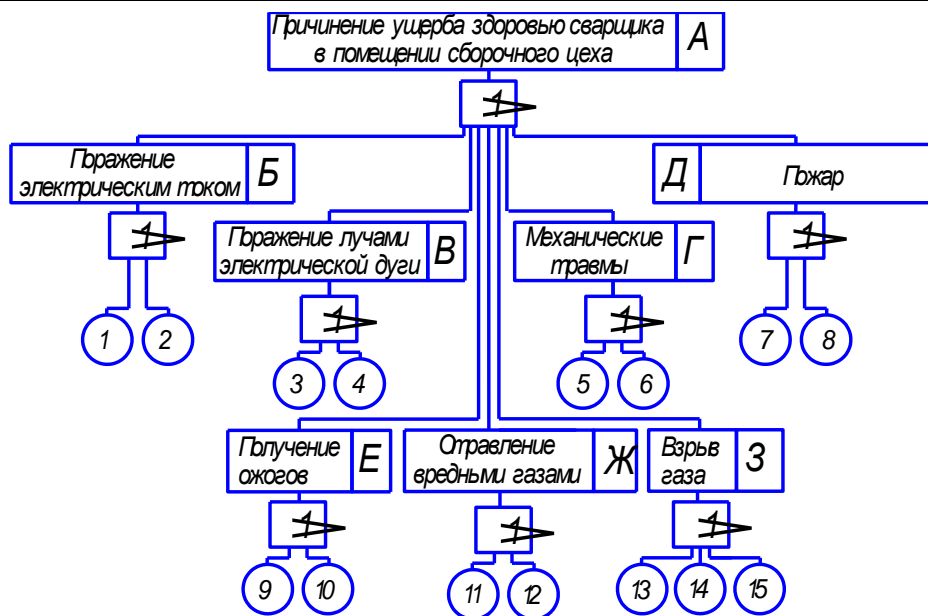
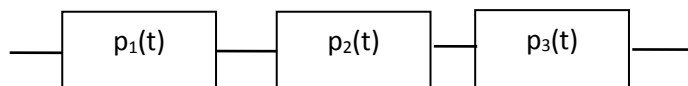


Рис. «Дерево рисков» причинения ущерба здоровью

4 На рисунке приведена блок-схема надежности ХТС



Распределение отказов экспоненциальное.

Обозначим:

$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ - среднее время до отказов 1-го, 2-го и 3-го элементов (примем, что они равны соответственно 0,002; 0,0009; 0,001 соответственно);

λ - среднее время до отказа системы.

Оцените среднее время работы до отказа системы.