

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор, проректор  
по УР

\_\_\_\_\_ А.Е. Рудин

## Рабочая программа дисциплины

**Б1.О.10**

Управление рисками, системный анализ и моделирование

Учебный план: 2026-2027 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<br>(курс для ЗАО) |     | Контактная работа обучающихся |                   | Сам.<br>работа | Контроль,<br>час. | Трудоёмкость,<br>ЗЕТ | Форма<br>промежуточной<br>аттестации |
|---------------------------|-----|-------------------------------|-------------------|----------------|-------------------|----------------------|--------------------------------------|
|                           |     | Лекции                        | Практ.<br>занятия |                |                   |                      |                                      |
| 2                         | УП  | 17                            | 34                | 90,75          | 2,25              | 4                    | Курсовая работа,<br>Зачет            |
|                           | РПД | 17                            | 34                | 90,75          | 2,25              | 4                    |                                      |
| Итого                     | УП  | 17                            | 34                | 90,75          | 2,25              | 4                    |                                      |
|                           | РПД | 17                            | 34                | 90,75          | 2,25              | 4                    |                                      |

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:

Макаренко С. В.

\_\_\_\_\_

## 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

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ОПК-2: Способен анализировать и применять знания и опыт в сфере техносферной безопасности для решения задач в профессиональной деятельности;</b>                                                                                                                                                                       |
| <b>Знать:</b> принципы управления рисками в техносфере и основы моделирования как инструмента научного познания.                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Уметь:</b> определять и выбирать вид математической модели для решения практической профессиональной задачи.                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Владеть:</b> навыками интегрирования математических и естественно-научных знаний для решения профессиональных задач.                                                                                                                                                                                                   |
| <b>ОПК-5: Способен разрабатывать нормативно-правовую документацию сферы профессиональной деятельности в соответствующих областях безопасности, проводить экспертизу проектов нормативных правовых актов.</b>                                                                                                              |
| <b>Знать:</b> 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.                                                     |
| <b>Уметь:</b> 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. |
| <b>Владеть:</b> 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<br>(курс для ЗАО) | Контактная работа |               | СР<br>(часы) | Инновац.<br>формы<br>занятий | Форма<br>текущего<br>контроля |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------|---------------|--------------|------------------------------|-------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                           | Лек.<br>(часы)    | Пр.<br>(часы) |              |                              |                               |
| Раздел 1. Теория сложных систем в обеспечении безопасности в техносфере.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 2                         |                   |               |              |                              | 3,0                           |
| Тема 1. Элементы общей теории систем и системной динамики<br>Понятие и классификация систем, общая характеристика сложных систем.<br>Формализованное описание систем.<br>Базовые закономерности функционирования. Обобщенная структура системного анализа и системного синтеза.                                                                                                                                   |                           | 1                 |               | 8            |                              |                               |
| Тема 2. Принципы формализации и моделирования сложных систем<br>Классификация моделей и способов моделирования сложных систем.<br>Обобщенная структура процесса создания и исследования моделей. Семантическое и семиотическое моделирование. Проверка корректности моделей.<br>Практическое занятие № 1. Этапы моделирования сложных систем                                                                      |                           | 2                 | 3             | 8            | ИЛ                           |                               |
| Тема 3. Основы системы обеспечения безопасности в техносфере.<br>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<br>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.<br>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                             |

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

|                                                                                                                                                                                                                                                               |  |       |    |       |    |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------|----|-------|----|--|
| Тема 11. Особенности прогноза ущерба здоровью людей. Особенности оценки экономического ущерба от воздействия опасных факторов на объекты фауны и флоры<br>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  |    |       |    |  |
| <b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>                                                                                                                                                                                                             |  | 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.<br>Разрабатывает математическую модель исследуемого процесса, выбирает методы решения системы уравнений модели.<br>Реализует решение математической модели с помощью выбранных численных методов, проводит численный эксперимент, делает обоснованные выводы по совершенствованию объекта исследования.                                                                                                                                                                                           | Перечень вопросов для устного собеседования<br><br>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.<br>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.<br>Практически применяет рекомендованные методы количественной | Вопросы для устного собеседования<br>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 $P_r$ 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                                                                                                                          |
|------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>6.1.1 Основная учебная литература</b> |                                                      |                                                               |             |                                                                                                                                 |
| Ефремов, И. В.,<br>Рахимова, Н. Н.       | Техногенные системы и экологический риск             | Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ   | 2016        | <a href="http://www.iprbookshop.ru/61417.html">http://www.iprbookshop.ru/61417.html</a>                                         |
| Панягина, А. Е.,<br>Свиштунов, А. В.     | Управление рисками на предприятии: теория и практика | Москва: Ай Пи Ар Медиа                                        | 2020        | <a href="http://www.iprbookshop.ru/96561.html">http://www.iprbookshop.ru/96561.html</a>                                         |
| Багров И. В., Бусыгин Н. Ю.              | Надежность технических систем и техногенный риск     | СПб.: СПбГУПТД                                                | 2017        | <a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2017125">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2017125</a> |
| Лобанов, А. В.,<br>Степнова, А. Ф.       | Техногенные и экологические риски                    | Москва: Московский педагогический государственный университет | 2023        | <a href="https://www.iprbookshop.ru/139202.html">https://www.iprbookshop.ru/139202.html</a>                                     |

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

## 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](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                                                                                                                                        |

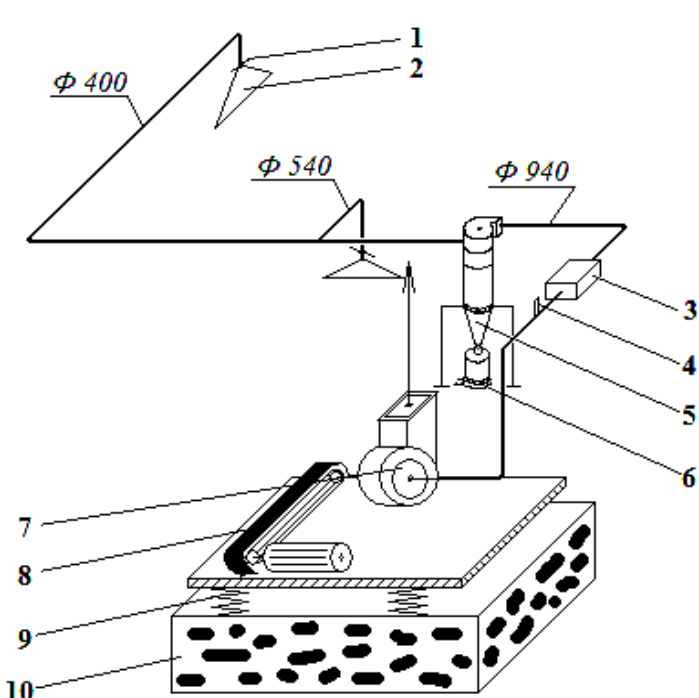
## Приложение

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)

| №<br>п/п  | Условия типовых практико-ориентированных заданий (задач, кейсов)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Семестр 2 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 1         | <p>Проведите анализ дерева неисправностей аспирационной системы и оцените вероятность отказа и наработку до отказа</p>  <p style="text-align: center;">Рис. 1. Схема вентиляционной системы:</p> <p>1 – дроссельная заслонка; 2 – вытяжной зонт; 3 – фильтр карманный;<br/> 4 – датчик засорения фильтра и работы вентилятора; 5 – циклон; 6 – датчик засорения циклона; 7 – вентилятор; 8 – ременная передача; 9 – виброопора; 10 – основание</p> |

Перечень отказов системы вентиляции:

- 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**

| №<br>п/п | Наименование отказа                                   | Интенсивность<br>отказа<br>$\lambda, \text{ч}^{-1}$ | Вероятность<br>безотказной работы<br>$P(i)$ |
|----------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 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                                         | $\lambda(7) = 3 \cdot 10^{-8}$                      | $P(7) = e^{-\lambda T} = 0,99$              |

|    |                                                           |                                    |                                 |
|----|-----------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
|    | электродвигателя                                          |                                    |                                 |
| 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..

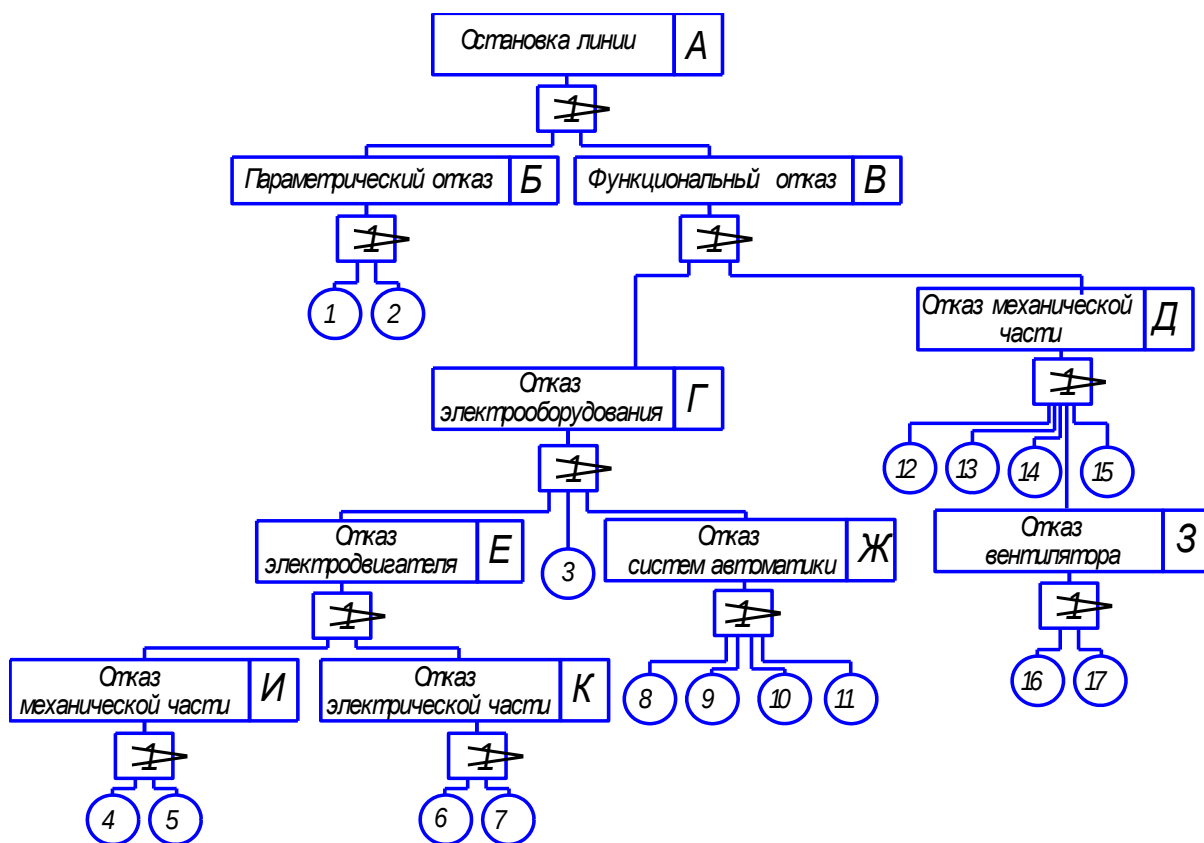


Рис. 2. «Дерево неисправностей» вентиляционной системы

|   |                                                                         |                                                 |                    |
|---|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------|
| 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               | $2 \cdot 10^{-5}$  |

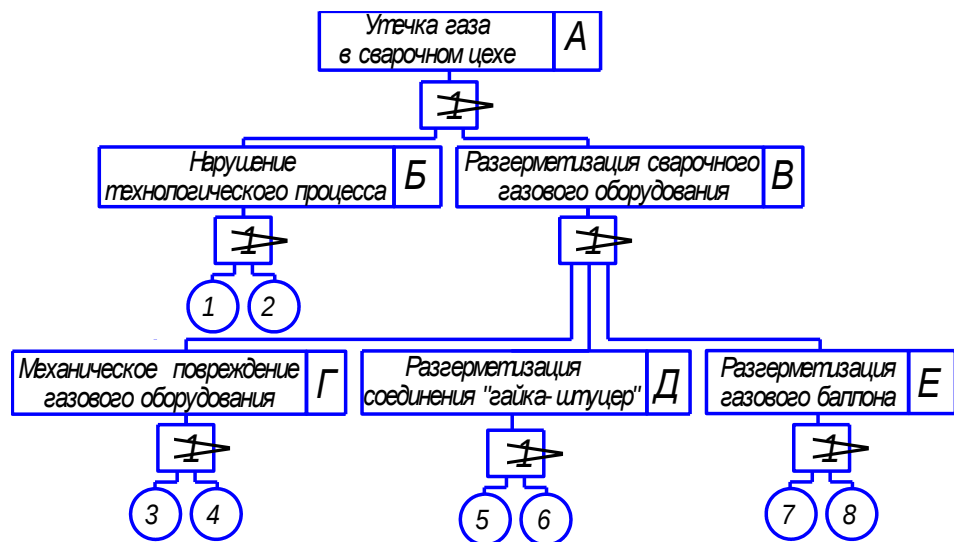


Рис. «Дерево неисправностей» для оценки вероятности утечки газа в сварочном цехе

**Оцените вероятность событий, приводящих к причинению ущерба здоровью газозлектросварщика**

| № п/п | Событие                                                            | Вероятность $Q(t)$ |
|-------|--------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 1     | Прикосновение к токоведущим частям сварочного оборудования         | $5 \cdot 10^{-4}$  |
| 2     | Работа без электрозащитных 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                                             | $5 \cdot 10^{-4}$  |

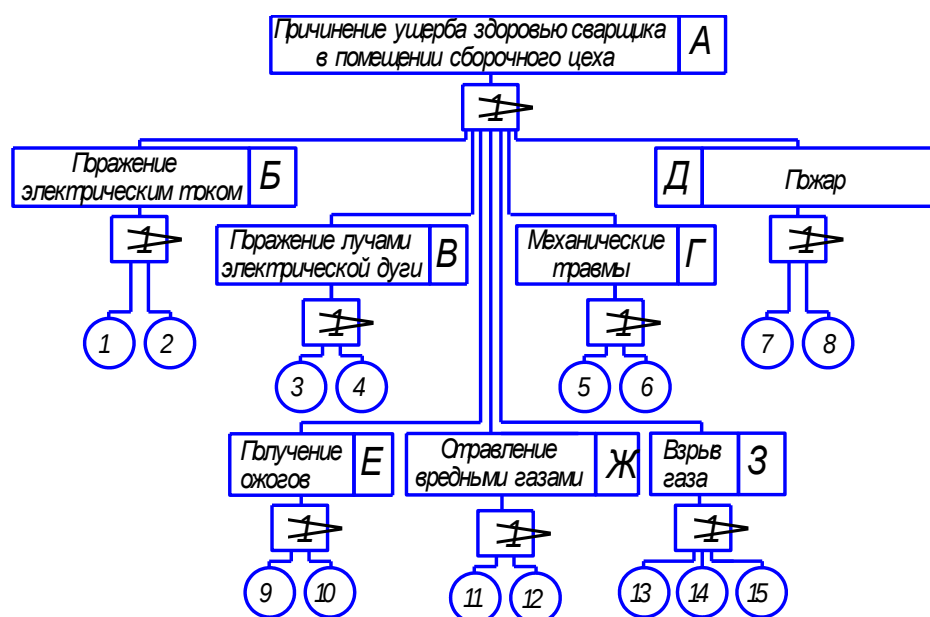
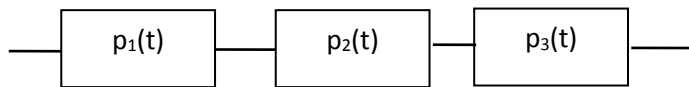


Рис. «Дерево рисков» причинения ущерба здоровью



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);

$\lambda$  - среднее время до отказа системы.

Оцените среднее время работы до отказа системы.