

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета  
инженерных систем и сооружений

  
Яременко С.А.  
2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Надежность технических систем и техногенный риск»**

Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность

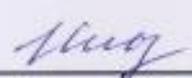
Профиль Обеспечение безопасности в техносфере и чрезвычайных ситуациях

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 4 года и 11 м.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2023

Автор программы \_\_\_\_\_  Н.В. Ильина

Заведующий кафедрой  
Техносферной и пожарной  
безопасности \_\_\_\_\_  П.С. Купrienко

Руководитель ОПОП \_\_\_\_\_  А.А. Павленко

Воронеж 2023

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины

Подготовка специалиста, способного прогнозировать, оценивать, устранять причины и смягчать последствия нештатного взаимодействия компонентов в системах типа «человек-машина-среда», а также способного анализировать техногенный риск

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

- разработка физических и математических моделей системы «человек-машина-среда»;
- анализ показателей надёжности технических систем;
- анализ опасностей и рисков, связанных с эксплуатацией современной техники и технологий.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Надёжность технических систем и техногенный риск» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Надёжность технических систем и техногенный риск» направлен на формирование следующих компетенций:

УК-8 - Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов

ОПК-2 - Способен обеспечивать безопасность человека и сохранение окружающей среды, основываясь на принципах культуры безопасности и концепции риск-ориентированного мышления;

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции  |
|-------------|--|
| УК-8        | Знать<br>Основные понятия теории надёжности и теории риска   |
|             | Уметь<br>Определять единичные и комплексные показатели надёжности;<br>Определять количественно риск;<br>Выявлять факторы риска для жизни и здоровья; |
|             | Владеть<br>Методологией комплексной оценки риска в профессиональной среде;<br>Методами и способами анализа техногенного риска;                       |
|             | ОПК-2  |

|  |   |
|--|---|
|  | Уметь   |
|  | Проводить анализ и нормирование риска   |
|  | Владеть   |
|  | Методами и способами формирования рекомендаций по обеспечению риска на уровне допустимых значений |

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Надежность технических систем и техногенный риск» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

| Виды учебной работы                     | Всего часов | Семестры |
|---|-------------|----------|
|   |             | 4        |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b>       | 72          | 72       |
| В том числе:                            |             |          |
| Лекции                                  | 36          | 36       |
| Практические занятия (ПЗ)               | 36          | 36       |
| <b>Самостоятельная работа</b>           | 81          | 81       |
| Часы на контроль                        | 27          | 27       |
| Виды промежуточной аттестации - экзамен | +           | +        |
| Общая трудоемкость:                     |             |          |
| академические часы                      | 180         | 180      |
| зач.ед.                                 | 5           | 5        |

**заочная форма обучения**

| Виды учебной работы                     | Всего часов | Семестры |
|---|-------------|----------|
|   |             | 8        |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b>       | 12          | 12       |
| В том числе:                            |             |          |
| Лекции                                  | 6           | 6        |
| Практические занятия (ПЗ)               | 6           | 6        |
| <b>Самостоятельная работа</b>           | 159         | 159      |
| Часы на контроль                        | 9           | 9        |
| Виды промежуточной аттестации - экзамен | +           | +        |
| Общая трудоемкость:                     |             |          |
| академические часы                      | 180         | 180      |
| зач.ед.                                 | 5           | 5        |

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

**очная форма обучения**

| № п/п | Наименование темы                 | Содержание раздела  | Лекц | Прак зан. | СРС | Всего, час |
|-------|-----------------------------------|---|------|-----------|-----|------------|
| 1     | Раздел 1. Основные понятия теории | Понятие и роль дисциплины. Надежность, как комплексное свойство технического объекта. | 6    | 6         | 12  | 24         |

|              |  |   |           |           |           |            |
|--------------|--|---|-----------|-----------|-----------|------------|
|              | надёжности   | Понятия отказа, аварии, катастрофы. Математические модели теории надёжности. Сущность метода блок-схем, как метода где исходную информацию задают в виде известных значений вероятностей безотказной работы элементов |           |           |           |            |
| 2            | Раздел 2. Методы оценки надёжности объектов        | Деревья отказов, деревья событий, деревья решений, методы статистического моделирования   | 6         | 6         | 14        | 26         |
| 3            | Раздел 3. Оценка надёжности резервированных систем | Методы расчета надёжности резервированных систем. Классификация методов резервирования систем. Математические модели резервированных систем   | 6         | 6         | 14        | 26         |
| 4            | Раздел 4. Понятие риска                            | Определение риска. Потенциальный территориальный риск, техногенный риск, социальный риск. Опасности и последовательности событий. Структура полного ущерба  | 6         | 6         | 14        | 26         |
| 5            | Раздел 5. Экологический риск                       | Риск поражения населения на химически опасных объектах. Риск токсических эффектов. Расчет поля вероятностей концентрации. Радиационная авария.  | 6         | 6         | 14        | 26         |
| 6            | Раздел 6. Нормативное регулирование риска          | Лицензирование видов деятельности в области промышленной безопасности. Декларирование промышленной безопасности. Обязательное страхование ответственности   | 6         | 6         | 13        | 25         |
| <b>Итого</b> |  |   | <b>36</b> | <b>36</b> | <b>81</b> | <b>153</b> |

### заочная форма обучения

| № п/п        | Наименование темы                                  | Содержание раздела  | Лекц     | Прак зан. | СРС        | Всего, час |
|--------------|--|---|----------|-----------|------------|------------|
| 1            | Раздел 1. Основные понятия теории надёжности       | Понятие и роль дисциплины. Надёжность, как комплексное свойство технического объекта. Понятия отказа, аварии, катастрофы. Математические модели теории надёжности. Сущность метода блок-схем, как метода где исходную информацию задают в виде известных значений вероятностей безотказной работы элементов | 2        | -         | 26         | 28         |
| 2            | Раздел 2. Методы оценки надёжности объектов        | Деревья отказов, деревья событий, деревья решений, методы статистического моделирования   | 2        | -         | 26         | 28         |
| 3            | Раздел 3. Оценка надёжности резервированных систем | Методы расчета надёжности резервированных систем. Классификация методов резервирования систем. Математические модели резервированных систем   | 2        | -         | 26         | 28         |
| 4            | Раздел 4. Понятие риска                            | Определение риска. Потенциальный территориальный риск, техногенный риск, социальный риск. Опасности и последовательности событий. Структура полного ущерба  | -        | 2         | 26         | 28         |
| 5            | Раздел 5. Экологический риск                       | Риск поражения населения на химически опасных объектах. Риск токсических эффектов. Расчет поля вероятностей концентрации. Радиационная авария.  | -        | 2         | 28         | 30         |
| 6            | Раздел 6. Нормативное регулирование риска          | Лицензирование видов деятельности в области промышленной безопасности. Декларирование промышленной безопасности. Обязательное страхование ответственности   | -        | 2         | 27         | 29         |
| <b>Итого</b> |  |   | <b>6</b> | <b>6</b>  | <b>159</b> | <b>171</b> |

## 5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ)

## И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

### 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

#### 7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

##### 7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции  | Критерии оценивания  | Аттестован  | Не аттестован   |
|-------------|--|--|---|---|
| УК-8        | Знать<br>Основные понятия и теории надёжности и теории риска   | Знает основные термины и их значение в области теории надёжности и техногенного риска  | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|             | Уметь<br>Определять единичные и комплексные показатели надёжности;<br><br>Определять количественно риск;<br>Выявлять факторы риска для жизни и здоровья; | Вычисляет единичные и комплексные показатели надёжности на основе известных статистических данных<br>Определяет величину риска<br>Выделяет факторы риска на объекте техносферы | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|             | Владеть<br>Методами и способами анализа техногенного риска;  | Проводит анализ риска с помощью известных методов экспертной оценки  | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
| ОПК-2       | Знать<br>Основные методы и способы оценки безопасности   | Знает методологию комплексной оценки безопасности на объекте на всех этапах жизненного цикла (объекта и/или процесса)  | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|             | Уметь<br>Проводить анализ и нормирование риска   | Умеет проводить нормативную оценку риска, определять величину приемлемого риска  | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|             | Владеть<br>Методами и способами формирования   | Формулирует рекомендации по снижению риска на основании проведённого   | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |

|  |   |                    |  |            |
|--|---|--------------------|--|------------|
|  | рекомендаций по обеспечению риска на уровне допустимых значений | анализа и расчётов |  | программах |
|--|---|--------------------|--|------------|

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 4 семестре для очной формы обучения, 8 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно».

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции   | Критерии оценивания                                      | Отлично  | Хорошо  | Удовл.   | Неудовл.                             |
|-------------|---|--|--|---|--|--------------------------------------|
| УК-8        | Знать Основные понятия теории надёжности и теории риска   | Тест   | Выполнение теста на 90-100%                            | Выполнение теста на 80-90%  | Выполнение теста на 70-80%                               | В тесте менее 70% правильных ответов |
|             | Уметь Определять единичные и комплексные показатели надёжности; Определять количественно риск; Выявлять факторы риска для жизни и здоровья; | Решение стандартных и практических задач                 | Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы | Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены                     |
|             | Владеть Методологией комплексной оценки риска в профессиональной среде; Методами и способами анализа техногенного риска;                    | Решение прикладных задач в конкретной предметной области | Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы | Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены                     |
| ОПК-2       | Знать Основные методы и способы оценки безопасности   | Тест   | Выполнение теста на 90-100%                            | Выполнение теста на 80-90%  | Выполнение теста на 70-80%                               | В тесте менее 70% правильных ответов |
|             | Уметь Проводить анализ и нормирование риска   | Решение стандартных практических задач                   | Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы | Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены                     |
|             | Владеть Методами и способами  | Решение прикладных задач в                               | Задачи решены в полном                                 | Продемонстрирован верный ход  | Продемонстрирован верный ход                             | Задачи не решены                     |

|  |                               |                                 |  |                             |  |
|--|-------------------------------|---------------------------------|--|-----------------------------|--|
| формирования рекомендаций по обеспечению риска на уровне допустимых значений | конкретной предметной области | объеме и получены верные ответы | решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах | решения в большинстве задач |  |
|--|-------------------------------|---------------------------------|--|-----------------------------|--|

## 7.2 Примерный перечень оценочных средств (типичные контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

### 7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

| № п/п | Вопрос   | Варианты ответа  |
|-------|--|--|
| 1     | Что такое надежность систем?                           | а) Длительно сохранять характеристики и параметры<br>б) Длительно сохранять параметры<br>в) Длительно функционировать<br>г) Длительно находиться в рабочем состоянии<br>д) Воспроизводить характеристики и параметры   |
| 2     | Каковы основные компоненты надежности?                 | а) Качество<br>б) Живучесть<br>в) Безотказность<br>г) Долговечность<br>д) Безопасность, долговечность и сохраняемость  |
| 3     | Сущность надежности систем?                            | а) способность выполнять свои функции<br>б) способность сохранять свои характеристики в установленных пределах<br>в) способность сохранять свои характеристики при определенных условиях эксплуатации<br>г) функционировать в экстремальных ситуациях<br>д) сохранять свои функции и характеристики в установленных пределах |
| 4     | <i>В чём заключается свойство «ремонтпригодность»?</i> | а) приспособленность объекта к обнаружению и устранению отказа<br>б) пригодность объекта к восстановлению<br>в) пригодность объекта к функционированию   |
| 5     | <i>Что такое исправное состояние объекта?</i>          | а) состояние при котором объект может выполнять свои функции<br>б) состояние при котором объект соответствует всем требованиям нормативной документации<br>в) состояние при котором объект может выполнять свои функции и соответствует всем требованиям нормативной документации  |
| 6     | <i>Что такое неисправное состояние объекта?</i>        | а) состояние при котором объект не соответствует всем требованиям нормативной документации<br>б) состояние при котором объект не может выполнять свои функции<br>в) состояние при котором объект может выполнять свои функции, но не соответствует всем требованиям нормативной документации                                 |
| 7     | <i>Что называют предельным состоянием объекта?</i>     | а) состояние при котором объект не исправен<br>б) состояние при котором объект неремонтопригоден<br>в) состояние при котором дальнейшая эксплуатация объекта невозможна или нецелесообразна  |

|    |  |   |
|----|--|---|
| 8  | Что является важнейшим признаком классификации отказов?      | а) причина возникновения<br>б) способ устранения<br>в) вид объекта, в котором возникает отказ   |
| 9  | Чем отличаются друг от друга внезапный и постепенный отказы? | а) характер возникновения<br>б) длительность устранения<br>в) вид объекта, в котором возникает отказ  |
| 10 | Что такое сбой?  | а) внезапный самоустранимый отказ<br>б) внезапный неустранимый отказ<br>в) постепенный устранимый отказ   |
| 11 | Чем отличается дерево отказов от дерева событий?             | а) способом построения анализа<br>б) характером описываемых событий<br>в) характером возникающих отказов  |
| 12 | Раскройте понятие «наработка до отказа»                      | а) время работы до первого отказа<br>б) время работы после отказа<br>в) время работы до достижения предельного состояния                                  |
| 13 | Что такое время восстановления объекта?                      | а) время, необходимое на восстановление работоспособного состояния<br>б) время необходимое для работы объекта<br>в) время от начала до конца эксплуатации |
| 14 | Дайте определение понятиям «резервирование»                  | а) способ повышения надежности систем, путем ввода избыточности<br>б) способ оптимизации структуры системы<br>в) способ построение архитектуры системы    |

### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

| № п/п | Вопрос   | Варианты ответа  |
|-------|--|--|
| 1.    | Процесс количественного и качественного определения показателей угроз и вызовов безопасности технических систем и их отдельных компонентов | а) Анализ риска<br>б) Прогнозирование риска<br>с) Нормирование риска<br>д) Классификация риска   |
| 2.    | Территория, где допускается любое строительство и размещение населения – это зона  | а) Жесткого контроля риска<br>б) Недопустимого риска<br>с) Приемлемого риска<br>д) Чрезвычайного риска<br>е) Контролируемого риска   |
| 3.    | Укажите последовательность шагов алгоритма анализа техногенного риска  | а) Определение вероятности возникновения и последствий опасного события<br>б) Оценка риска<br>с) Если риск не приемлем, уменьшаем риск (вероятность или последствия)<br>д) Если риск приемлем, осуществляем контроль и управление риском<br>е) Идентификация опасности<br>ф) Оценка приемлемости риска с помощью критерия приемлемости |
| 4.    | К основным механизмам нормативного регулирования безопасности и риска относятся  | а) Лицензирование видов деятельности<br>б) Декларирование промышленной безопасности<br>с) Обязательное страхование ответственности   |

|     |  |  |
|-----|--|--|
|     |  | d) Штрафование за нанесённый ущерб<br>e) Ежегодная отчётность о нормах образования отходов   |
| 5.  | Потери и убытки всех структур национальной экономики, попавшие в зоны воздействия аварии или катастрофы составляют:  | a) Прямой ущерб<br>b) Экономический ущерб<br>c) Косвенный ущерб<br>d) Экологический ущерб<br>e) Территориальный ущерб                        |
| 6.  | Фактор, воздействие которого приводит к мгновенному повреждению анатомической целостности тела человека, называется  | a) Опасным фактором<br>b) Вредным фактором<br>c) Фактором риска<br>d) Производственным фактором<br>e) Случайным фактором                     |
| 7.  | Расстояние от эпицентра аварии до некоторой точки, в которой концентрация опасных веществ в воздухе не представляет угрозы для жизни и здоровья людей называется   | a) Радиус зоны поражения<br>b) Глубина зоны поражения<br>c) Диаметр зоны поражения<br>d) Параметр зоны поражения<br>e) Ширина зоны поражения |
| 8.  | Топологическая модель надёжности и безопасности, которая отражает логико-вероятностные взаимосвязи между отдельными случайными исходными событиями в виде первичных отказов или результирующих отказов, совокупность которых приводит к главному анализируемому событию называется | a) Дерево отказов<br>b) Дерево событий<br>c) Дерево решений<br>d) Дерево рисков<br>e) Дерево анализа   |
| 9.  | Ожидаемая частота или вероятность возникновения опасностей определенного класса или же размер возможного ущерба (потерь, вреда) от нежелательного события, или же некоторая комбинация этих величин называется   | a) Риск<br>b) Опасность<br>c) Надёжность<br>d) Безопасность  |
| 10. | Событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта называется   | a) Отказ<br>b) Сбой<br>c) Дефект   |

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач Аналитическое определение количественных характеристик надёжности изделия.

Задача 1. Вероятность безотказной работы автоматической линии изготовления цилиндров автомобильного двигателя в течении 120 час равна 0.9. Предполагается, что справедлив экспоненциальный закон надёжности. Требуется рассчитать интенсивность отказов и частоту отказов линии для момента времени  $t=120$  час., а также среднее время безотказной работы.

Задача 2. Среднее время безотказной работы автоматической системы управления равно 640 час. Предполагается, что справедлив экспоненциальный закон надёжности. Необходимо определить вероятность безотказной работы в течение 120 час., частоту отказов для момента времени  $t=120$  час и интенсивность отказов.

Задача 3. Время работы изделия подчинено нормальному закону с параметрами

$m_t = 8000$  час.,  $t = 1000$  час. Требуется вычислить количественные характеристики надежности  $p(t)$ ,  $f(t)$ ,  $(t)$ ,  $m_t$  для  $t=8000$  час.

Задача 4. Время безотказной работы прибора подчинено закону Релея с параметром  $\tau = 1860$  час. Требуется вычислить  $P(t)$ ,  $f(t)$ ,  $(t)$  для  $t = 1000$  час и среднее время безотказной работы прибора.

Задача 5. Время исправной работы скоростных шарикоподшипников подчинено закону Вейбулла с параметрами  $k=2,6$ ;  $a= 1,65 \cdot 10^{-7}$  1/час.

Определение количественных характеристик надежности по статистическим данным об отказах изделия.

Задача 1. На испытание поставлено 100 однотипных изделий. За 4000 час. отказало 50 изделий. За интервал времени 4000 - 4100 час. отказало ещё 20 изделий. Требуется определить  $f^*(t)$ ,  $*^*(t)$  при  $t=4000$  час.

Задача 2. На испытание поставлено 100 однотипных изделий.

За 4000 час. отказало 50 изделий. Требуется определить  $p^*(t)$  и  $q^*(t)$  при  $t=4000$  час.

Задача 3. В течение 1000 час из 10 гироскопов отказало 2. За интервал времени 1000 - 1100 час. отказал еще один гироскоп. Требуется определить  $f^*(t)$ ,  $*^*(t)$  при  $t = 1000$  час.

Задача 4. На испытание поставлено 1000 однотипных электронных ламп. За первые 3000 час. отказало 80 ламп. За интервал времени 3000 - 4000 час. отказало еще 50 ламп. Требуется определить  $p^*(t)$  и  $q^*(t)$  при  $t=4000$  час.

Статистические модели надежности изделий

Задача 1 Изделие состоит из  $N$  групп приборов. Отказы приборов первой группы подчинены экспоненциальному закону с интенсивностью отказов  $\lambda$ , отказы приборов второй группы подчинены нормальному закону с параметрами  $\check{T}$  и  $\sigma$ , отказы приборов третьей группы подчинены закону Вейбулла с параметрами  $k$  и  $\lambda_0$ . Определить вероятность безотказной работы изделия в течение времени  $t$ . Исходные данные приведены в таблице.

| № | Исходные данные |                                  |                   |                |                                      |     |           |
|---|-----------------|----------------------------------|-------------------|----------------|--------------------------------------|-----|-----------|
|   | число групп $N$ | $\lambda \cdot 10^{-4}$<br>1/час | $\check{T}$ , час | $\sigma$ , час | $\lambda_0 \cdot 10^{-5}$ ,<br>1/час | $k$ | $t$ , час |
| 1 | 3               | 1                                | 7200              | 2000           | 0,1                                  | 1,5 | 100       |
| 2 | 2               | -                                | 6000              | 4000           | 0,3                                  | 1,5 | 1000      |
| 3 | 2               | 3,2                              | -                 | -              | 0,2                                  | 1,3 | 500       |
| 4 | 2               | 0,93                             | 8000              | 3000           | -                                    | -   | 2000      |
| 5 | 3               | 0,6                              | 4000              | 4000           | 0,16                                 | 1,4 | 2400      |

Задача 2 Обрабатывающий станочный комплекс состоит из 3-х станков с ЧПУ. Надежность отдельных станков характеризуется вероятностью безотказной работы в течение времени  $t = 100$  час, которая равна:  $p_1(t) = 0,78$ ;  $p_2(t) = 0,93$ ;  $p_3(t) = 0,82$ . Определить вероятность безотказной работы и среднюю наработку до первого отказа комплекса.

Задача 3 Инструментальная система станка с ЧПУ состоит из двух блоков, средняя наработка до первого отказа которых составляет соответственно:  $T_{cp1} = 200$  час;  $T_{cp2} = 40$  час. Для блоков справедлив экспоненциальный закон надежности. Определить среднюю наработку системы до первого отказа и вероятность безотказной работы при  $t = 50$  час.

Расчет надежности системы с постоянным резервированием

Задача 1. Приемник состоит из трех. блоков: УВЧ, УПЧ и УНЧ. Интенсивности отказов этих блоков соответственно равны:  $\lambda_1 = 4 \cdot 10^{-4}$  1/час;  $\lambda_2 = 2,5 \cdot 10^{-4}$  1/час;  $\lambda_3 = 3 \cdot 10^{-4}$  1/час. Требуется рассчитать вероятность безотказной работы приемника при  $t=100$  час для следующих случаев: а) резерв отсутствует; б) имеется общее дублирование приемника в целом.

Задача 2. В радиопередатчике, состоящем из трех равнонадежных каскадов ( $n = 3$ ) применено общее постоянное дублирование всего радиопередатчика. Интенсивность отказов каскада равна  $\lambda = 5 \cdot 10^{-4}$  1/час. Определить  $P_c(t)$ ,  $m_{tc}$ ,  $f_c(t)$ ,  $\lambda_c(t)$  радиопередатчика с

дублированием.

**Задача 3.** Радиоэлектронная аппаратура состоит из трех блоков I, II, III. Интенсивности отказов этих трех блоков соответственно равны:  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ . Требуется определить вероятность безотказной работы аппаратуры  $P_c(t)$  для следующих случаев: а) резерв отсутствует; б) имеется дублирование радиоэлектронной аппаратуры в целом.

#### **7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету**

Не предусмотрено учебным планом

#### **7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену**

1. Основные понятия теории надежности. Показатели надежности объектов. Надежность объектов как комплексное свойство

2. Абстрактное описание процесса функционирования. Единичные показатели надежности. Комплексные показатели надежности

3. Понятие потока событий. Простейший поток, поток Эрланга. Марковские процессы.

4. Расчет систем на надежность. Факторы, влияющие на надежность

5. Классификация методов расчета надежности. Расчет надежности при основном соединении элементов.

6. Методы расчета надежности резервированных систем. Классификация видов резервирования.

7. Расчет надежности при общем и отдельном резервировании. Расчет надежности системы при резервировании с дробной кратностью.

8. Методы анализа техногенного риска. Метод построения блок-схем

9. Построение деревьев отказов. построение деревьев событий

10. Метод статистического моделирования (Монте-Карло)

11. Понятие риска. Математическое определение риска. Классификация рисков. Индивидуальный и коллективный риск

12. Потенциальный территориальный и социальный риск. Экологический риск. Природно-техногенный риск

13. Структура полного ущерба, как последствия аварий на технических объектах

14. Общая структура анализа техногенного риска

15. Риск поражения населения при авариях на химически опасных объектах

16. Риск токсических эффектов

17. Риск для здоровья населения и загрязнение окружающей среды

Оценка риска, связанного с воздействием ионизирующего излучения

#### **7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

Экзамен проводится по билетам, каждый из которых содержит 1 вопрос и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 5 в баллов, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 15.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 7 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 8 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 10 до 13 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 14 до 15 баллов.)

#### **7.2.7 Паспорт оценочных материалов**

| № п/п | Контролируемые разделы (темы) | Код | Наименование оценочного |
|-------|-------------------------------|-----|-------------------------|
|-------|-------------------------------|-----|-------------------------|

|   | дисциплины   | контролируемой компетенции | средства      |
|---|--|----------------------------|---------------|
| 1 | Раздел 1. Основные понятия теории надёжности       | УК-8, ОПК-2                | Тест.         |
| 2 | Раздел 2. Методы оценки надёжности объектов        | УК-8, ОПК-2                | Решение задач |
| 3 | Раздел 3. Оценка надёжности резервированных систем | УК-8, ОПК-2                | Решение задач |
| 4 | Раздел 4. Понятие риска                            | УК-8, ОПК-2                | Устный опрос  |
| 5 | Раздел 5. Экологический риск                       | УК-8, ОПК-2                | Устный опрос  |
| 6 | Раздел 6. Нормативное регулирование риска          | УК-8, ОПК-2                | Устный опрос  |

### **7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1. Теория надёжности: Учеб. для вузов / В.А. Острейковский. – М. : Высш. шк., 2003. - 462 с.

2. Техногенный риск: анализ и оценка: учеб. пособие для вузов / В.Т. Алымов, Н.П. Тарасова. – Москва: Академкнига, 2006. – 118 с.

3. Сборник задач по курсу «Надёжность технических систем и техногенный риск» учеб. пособие / Е.П. Вялова, Н.В. Ильина – Воронеж, ВГТУ, 2015 – 156с.

4. Надёжность технических систем и техногенный риск : практикум / составители Е. Р. Абдулина. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2018. — 106 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/92706.html>

5. Рахимова, Н. Н. Надежность технических систем и техногенный риск: практикум / Н. Н. Рахимова. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 277 с. — ISBN 978-5-7410-1959-7. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/78793.html>

6. Чепегин, И. В. Надежность технических систем и техногенный риск : учебное пособие / И. В. Чепегин. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017. — 156 с. — ISBN 978-5-7882-2290-5. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/94996.html>

7. Гуськов, А. В. Надежность технических систем и техногенный риск : учебное пособие / А. В. Гуськов, К. Е. Милевский. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2016. — 424 с. — ISBN 978-5-7782-3011-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/91726.html>

**8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

1. <http://exponenta.ru> (портал с примерами решения практических задач)
2. <https://www.scilab.org> (портал пакета математических вычислений)

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Специализированная лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием для демонстраций материалов на электронных носителях и проекционной аппаратурой.

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

По дисциплине «Надежность технических систем и техногенный риск» читаются лекции, проводятся практические занятия.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета показателей надёжности и риска сложных технических систем. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

| Вид учебных занятий | Деятельность студента  |
|---------------------|--|
| Лекция              | Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, |

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
|                                       | словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.   |
| Практическое занятие                  | Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.   |
| Самостоятельная работа                | Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:<br>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;<br>- выполнение домашних заданий и расчетов;<br>- работа над темами для самостоятельного изучения;<br>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;<br>- подготовка к промежуточной аттестации. |
| Подготовка к промежуточной аттестации | Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.  |

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

| №<br>п/п | Перечень вносимых изменений | Дата внесения<br>изменений | Подпись<br>заведующего<br>кафедрой,<br>ответственной за<br>реализацию ОПОП |
|----------|-----------------------------|----------------------------|--|
|----------|-----------------------------|----------------------------|--|