

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета энергетике и систем  
управления \_\_\_\_\_

А.В. Бурковский /

\_\_\_\_\_ 2023 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Основы теории надёжности»**

**Направление подготовки** 27.03.04 Управление в технических системах

**Профиль** Управление и информатика в технических системах

**Квалификация выпускника** бакалавр

**Нормативный период обучения** 4 года

**Форма обучения** очная

**Год начала подготовки** 2023

Автор программы  
Заведующий кафедрой  
Электропривода,  
автоматики и управления в  
технических системах

С.А. Винокуров

Руководитель ОПОП

В.Л. Бурковский

Ю.В. Мурзинов

Воронеж 2023

# 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Цели дисциплины

формирование у студентов готовности к внедрению результатов разработок средств и систем автоматизации и управления в производство, к участию в работах по изготовлению, отладке и сдаче в эксплуатацию систем и средств автоматизации и управления, способности участвовать в монтаже, наладке, настройке, проверке и сдаче опытных образцов программно-аппаратных средств и комплексов автоматизации управления.

## 1.2. Задачи освоения дисциплины

сформировать теоретические знания по основным понятиям и определениям надежности технических объектов и систем;

рассмотреть основные показатели надежности объектов и систем, методы их расчета и анализа;

изучить способы обеспечения надежности систем на различных этапах их жизненного цикла и организации их эксплуатации.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Основы теории надёжности» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Основы теории надёжности» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-5 - Способен к разработке отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции   |
|-------------|---|
| ПК-5        | Знать принцип действия современных систем управления и особенности протекающих в них процессов, основные показатели надежности систем управления, средств автоматизации управления, их отдельных устройств, факторы, влияющие на надежность систем, виды отказов и причины их возникновения |
|             | Уметь применять при решении прикладных задач современные методы анализа надежности систем   |
|             | Владеть современными методами моделирования процессов в системах управления и методиками оценки функционального уровня надежности систем и средств автоматизации управления   |

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Основы теории надёжности» составляет 3 з.е.

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

| Виды учебной работы                       | Всего часов | Семестры |
|---|-------------|----------|
|   |             | 6        |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b>         | 36          | 36       |
| В том числе:                              |             |          |
| Лекции                                    | 18          | 18       |
| Практические занятия (ПЗ)                 | 18          | 18       |
| <b>Самостоятельная работа</b>             | 72          | 72       |
| Виды промежуточной аттестации - зачет     | +           | +        |
| Общая трудоемкость:<br>академические часы | 108         | 108      |
| зач.ед.                                   | 3           | 3        |

#### 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. | Лаб. зан. | СРС | Всего, час |
|-------|--|--|------|-----------|-----------|-----|------------|
| 1     | <b>Термины и понятия теории надёжности.</b>                          | Введение (предмет и структура курса). Термины и понятия теории надёжности.<br><br><i>Самостоятельное изучение.</i> Основные понятия и краткие сведения из теории вероятности и математической статистики.  | 2    | 2         | -         | 8   | 12         |
| 2     | <b>Основные показатели надёжности устройств и систем управления.</b> | Вероятность безотказной работы. Восстановление. Восстанавливаемые и невосстанавливаемые устройства. Математическое определение основных показателей надёжности невосстанавливаемых устройств.<br><br><i>Самостоятельное изучение.</i> Современные инструментальные средства оценки надёжности устройств и систем управления. | 2    | 2         | -         | 8   | 12         |

|   |  |   |   |   |   |   |    |
|---|--|---|---|---|---|---|----|
| 3 | <b>Методы расчета надежности резервированной аппаратуры систем автоматического управления.</b> | <p>Понятие резервирования. Структурное резервирование, виды, классификация. Дублирование.</p> <p><i>Самостоятельное изучение.</i><br/>Структурно-логические схемы организации структурного резервирования систем управления.</p>  | 2 | 2 | - | 8 | 12 |
| 4 | <b>Структурное резервирование без восстановления.</b>  | <p>Структурное резервирование без восстановления. Методы расчета надежности резервированной аппаратуры систем автоматического управления.</p> <p><i>Самостоятельное изучение.</i><br/>Анализ надежности дублированной группы с учетом различного характера отказов устройств при постоянном нагруженном резерве.</p>  | 2 | 2 | - | 8 | 12 |
| 5 | <b>Расчет надежности систем автоматического управления методом обобщенного параметра.</b>      | <p>Понятие отказа. Классификация и особенности диагностирования отказов в системах управления. Сущность структурного подхода к моделированию отказов в системах управления. Методы расчета параметров надежности. Метод обобщенного параметра.</p> <p><i>Самостоятельное изучение.</i><br/>Расчет количественных показателей надежности резервированной аппаратуры.</p> | 2 | 2 | - | 8 | 12 |
| 6 | <b>Методы и средства улучшения характеристик надежности систем автоматического управления.</b> | <p>Методы и средства улучшения характеристик надежности систем автоматического управления. Резервирование электрорадиоэлементов с учетом возможности их коротких замыканий и обрывов. Характеристики</p>  | 2 | 2 | - | 8 | 12 |

|   |   |   |   |   |   |   |    |
|---|---|---|---|---|---|---|----|
|   |   | надежности автоматически резервированных систем.<br><br><i>Самостоятельное изучение.</i><br>Методология технико-экономического обоснования структурного резервирования систем управления.   |   |   |   |   |    |
| 7 | <b>Техническое диагностирование систем управления.</b>            | Диагностика и диагностирование. Понятие технического диагностирования. Методы технического диагностирования систем автоматического управления. Методологические основы.<br><br><i>Самостоятельное изучение.</i><br>Методы организации поиска отказавших элементов при основном соединении элементов.                                    | 2 | 2 | - | 8 | 12 |
| 8 | <b>Математическое моделирование надежности систем управления.</b> | Характеристики математических моделей линейных непрерывных систем автоматического управления. Характеристики математических моделей дискретных систем автоматического управления.<br><br><i>Самостоятельное изучение.</i><br>Инструментальные средства расчета и моделирования параметров и характеристик надежности систем управления. | 2 | 2 | - | 8 | 12 |
| 9 | <b>Основы эксплуатации систем управления.</b>                     | Эксплуатация систем управления. Условия эксплуатации и их влияние на параметры надежности систем управления. Методы организации поиска отказавших элементов при основном соединении элементов. Принцип детерминированности в организации поиска дефекта. Оптимизация программ поиска дефекта с использованием принципа                  | 2 | 2 | - | 8 | 12 |

|              |  |  |           |           |          |           |            |
|--------------|--|--|-----------|-----------|----------|-----------|------------|
|              |  | приведенной вероятности.   |           |           |          |           |            |
|              |  | <i>Самостоятельное изучение.</i>   |           |           |          |           |            |
|              |  | Влияние периодичности<br>диагностических циклов на<br>показатели надежности<br>восстанавливаемых систем<br>автоматического управления. |           |           |          |           |            |
| <b>Итого</b> |  |  | <b>18</b> | <b>18</b> | <b>-</b> | <b>72</b> | <b>108</b> |

## **5.2 Перечень лабораторных работ**

Не предусмотрено учебным планом

## **5.3 Перечень практических работ**

1. Расчет показателей надежности нерезервированных невосстанавливаемых систем.
2. Расчет показателей надежности резервированных невосстанавливаемых систем.
3. Расчет показателей надежности нерезервированных восстанавливаемых систем.
4. Расчет показателей надежности резервированных восстанавливаемых систем.
5. Анализ надежности систем сложной структуры.
6. Определение показателей надежности элементов по опытным данным.
7. Исследование свойств структурно резервированных систем при общем резервировании с постоянно включенным резервом.
8. Исследование свойств структурно резервированных систем при общем резервировании замещением.
9. Исследование надежности технических систем с учетом их физической реализуемости.

## **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   |
|-------------|---|--|---|---|
| ПК-5        | Знать принцип действия современных систем управления и особенности протекающих в них процессов, основные показатели надежности систем управления, средств автоматизации управления, их отдельных устройств, факторы, влияющие на надежность систем, виды отказов и причины их возникновения | Активная работа на учебных занятиях                      | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|             | Уметь применять при решении прикладных задач современные методы анализа надежности систем   | Решение стандартных практических задач                   | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|             | Владеть современными методами моделирования процессов в системах управления и методиками оценки функционального уровня надежности систем и средств автоматизации управления   | Решение прикладных задач в конкретной предметной области | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 6 семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции  | Критерии оценивания | Зачтено                     | Не зачтено           |
|-------------|--|---------------------|-----------------------------|----------------------|
| ПК-5        | Знать принцип действия современных систем управления и особенности | Тест                | Выполнение теста на 70-100% | Выполнение менее 70% |

|  |  |  |  |                  |
|--|--|--|--|------------------|
|  | протекающих в них процессов, основные показатели надежности систем управления, средств автоматизации управления, их отдельных устройств, факторы, влияющие на надежность систем, виды отказов и причины их возникновения |  |  |                  |
|  | Уметь применять при решении прикладных задач современные методы анализа надежности систем  | Решение стандартных практических задач                   | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены |
|  | Владеть современными методами моделирования процессов в системах управления и методиками оценки функционального уровня надежности систем и средств автоматизации управления  | Решение прикладных задач в конкретной предметной области | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены |

## 7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые 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

|  |  |
|--|--|
| ПК-5 - Способен к разработке отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами |  |
| 1.   | <p><b>Надежность - это:</b></p> <p>А) свойство объекта выполнять заданные функции, сохраняя во времени и в заданных пределах значения установленных эксплуатационных показателей</p> <p>Б) свойство улучшать в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования</p> <p>В) свойство, противоположное понятию «Отказ»</p> <p>Г) состояние объекта, при котором он соответствует всем требованиям, установленным нормативно-технической документацией</p> |

|    |   |
|----|---|
|    | Д) состояние объекта, при котором он обеспечивает нормальное применение объекта по назначению   |
| 2. | <b>Надежность включает в себя в зависимости от назначения объекта или условий его эксплуатации ряд простых свойств (указать неправильный ответ):</b><br>1)срок службы<br>2)безотказность<br>3)долговечность<br>4)ремонтпригодность<br>5)сохраняемость   |
| 3. | <b>Объект – это:</b><br>А) техническое изделие определенного целевого назначения, рассматриваемое в периоды проектирования, производства, испытаний и эксплуатации<br>Б) простейшая составная часть изделия, в задачах надежности может состоять из многих элементов<br>В) технический элемент любого целевого назначения<br>Г) простейший составной элемент<br>Д) технический элемент определенного целевого назначения, рассматриваемый исключительно в период эксплуатации                     |
| 4. | <b>Свойства, характеризующие только надежность изделия:</b><br>Скрыть объявление<br>1) долговечность, ремонтпригодность<br>2) отказ, дефект;<br>3) сохраняемость, исправность;<br>4) исправность, работоспособность.<br>5) безотказность, работоспособность;  |
| 5. | <b>К понятию «Состояние изделий» относятся термины:</b><br>1) отказ, повреждение<br>2) сохраняемость, предельное состояние<br>3) исправность, работоспособность<br>4) исправность, сохраняемость<br>5) отказ, дефект  |
| 6. | <b>Работоспособность – это:</b><br>А) состояние объекта, при котором он способен выполнять заданные функции, сохраняя значения основных параметров, установленных НТД<br>Б) состояние объекта, при котором его применение по назначению допустимо но нецелесообразно<br>В) состояние объекта, при котором он находится в исправном состоянии<br>Г) состояние объекта, при котором он может выполнять часть заданных функций<br>Д) состояние объекта, при котором он отвечает требованиям норм НТД |
| 7. | <b>Работоспособный объект:</b><br>1) может выполнять все заданные функции, сохраняя значения заданных параметров<br>2) отвечает требованиям норм НТД  |

|     |  |
|-----|--|
|     | <p>3) находится в исправном состоянии</p> <p>4) может выполнять часть заданных функций</p> <p>5) другой вариант</p>  |
| 8.  | <p><b>Исправность – это:</b></p> <p>А) состояние объекта, при котором он соответствует всем требованиям, установленным нормативно-технической документацией (НТД).</p> <p>Б) состояние объекта, при котором его применение по назначению допустимо но нецелесообразно</p> <p>В) состояние объекта, при котором он способен выполнять заданные функции находится</p> <p>Г) состояние объекта, при котором он может выполнять часть заданных функций</p> <p>Д) состояние объекта, при котором он отвечает требованиям части норм НТД</p> |
| 9.  | <p><b>Технически исправный объект:</b></p> <p>1) отвечает всем требованиям НТД</p> <p>2) может выполнять все заданные функции, сохраняя значения заданных параметров</p> <p>3) находится в работоспособном состоянии</p> <p>4) может выполнять часть заданных функций</p> <p>5) другой вариант</p>   |
| 10. | <p><b>Предельное состояние – это:</b></p> <p>А) состояние объекта, при котором его применение по назначению недопустимо или нецелесообразно</p> <p>Б) состояние объекта, при котором его применение по назначению недопустимо, но целесообразно</p> <p>В) состояние объекта, при котором его применение по назначению нецелесообразно, но допустимо</p> <p>Г) состояние объекта, при котором его применение по назначению допустимо и целесообразно</p> <p>Д) другой вариант</p>   |

### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

|   |  |
|---|--|
| <p>ПК-5 - Способен к разработке отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами</p> |  |
| 1   | <p><b>Технический ресурс - это:</b></p> <p>1) наработка до предельного состояния</p> <p>2) срок сохраняемости</p> <p>3) срок службы</p> <p>4) наработка до отказа</p> <p>5) наработка до списания</p>  |
| 2   | <p><b>Невосстанавливаемые объекты – это:</b></p> <p>А) объекты, для которых работоспособность в случае возникновения отказа, не подлежит восстановлению;</p> <p>Б) объекты, работоспособность которых может быть восстановлена только путем замены</p> |

|   |  |
|---|--|
|   | <p>В) объекты, работоспособность которых может быть восстановлена, в том числе и путем замены</p> <p>Г) объекты электроники и нанотехнологии</p> <p>Д) объекты оборонного назначения</p>   |
| 3 | <p><b>Восстанавливаемые объекты – это:</b></p> <p>А) объекты, работоспособность которых может быть восстановлена, в том числе и путем замены</p> <p>Б) объекты, работоспособность которых может быть восстановлена только путем замены</p> <p>В) объекты, для которых работоспособность в случае возникновения отказа, не подлежит восстановлению</p> <p>Г) любые объекты оборонного назначения или военной техники</p> <p>Д) медикаменты</p>  |
| 4 | <p><b>К отказам функционирования относится:</b></p> <p>А) поломка зубьев шестерни</p> <p>Б) усталость металла,</p> <p>В) износ оборудования</p> <p>Г) потеря точности станка</p> <p>Д) коррозия металла</p>  |
| 5 | <p><b>Отказы параметрические - это отказы, при которых:</b></p> <p>А) некоторые параметры объекта изменяются в недопустимых пределах</p> <p>Б) обусловленные непредусмотренными перегрузками, дефектами материала, ошибками персонала или сбоями системы управления и т. п.</p> <p>В) обусловленные закономерными и неизбежными явлениями, вызывающими постепенное накопление повреждений</p> <p>Г) обусловленные непредусмотренными перегрузками, дефектами материала, ошибками персонала или сбоями системы управления и т. п.</p> <p>Д) обусловленные закономерными и неизбежными явлениями, вызывающими постепенное накопление повреждений</p> |
| 6 | <p><b>Отказы случайные - это отказы :</b></p> <p>А) обусловленные непредусмотренными перегрузками, дефектами материала, ошибками персонала или сбоями системы управления и т. п.</p> <p>Б) обусловленные непредусмотренными перегрузками, дефектами материала, ошибками персонала или сбоями системы управления и т. п.</p> <p>В) обусловленные закономерными и неизбежными явлениями, вызывающими постепенное накопление повреждений</p> <p>Г) при которых некоторые параметры объекта изменяются в недопустимых пределах</p> <p>Д) обусловленные закономерными и неизбежными явлениями, вызывающими постепенное накопление повреждений</p>       |
| 7 | <p><b>Отказы систематические - это отказы :</b></p> <p>А) обусловленные закономерными и неизбежными явлениями, вызывающими постепенное накопление повреждений</p> <p>Б) обусловленные непредусмотренными перегрузками, дефектами материала, ошибками персонала или сбоями системы управления и т. п.</p> <p>В) некоторые параметры объекта изменяются в недопустимых пределах</p>  |

|    |   |
|----|---|
|    | <p>Г) обусловленные непредусмотренными перегрузками, дефектами материала, ошибками персонала или сбоями системы управления и т. п.</p> <p>Д) обусловленные закономерными и неизбежными явлениями, вызывающими постепенное накопление повреждений</p>  |
| 8  | <p><b>К систематическим отказам относится (указать неправильный ответ):</b></p> <p>А) поломка зубьев шестерни</p> <p>Б) усталость металла,</p> <p>В) износ оборудования</p> <p>Г) старение оборудования</p> <p>Д) коррозия металла</p>  |
| 9  | <p><b>К параметрическим отказам относится:</b></p> <p>А) потеря точности станка</p> <p>Б) усталость металла,</p> <p>В) износ оборудования</p> <p>Г) поломка зубьев шестерни</p> <p>Д) коррозия металла</p>  |
| 10 | <p><b>Безотказность – это:</b></p> <p>А) свойство объекта непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторой наработки или в течение некоторого времени</p> <p>Б) свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов</p> <p>В) свойство объекта непрерывно сохранять требуемые эксплуатационные показатели в течение (и после) срока хранения и транспортирования</p> <p>Г) свойство объекта, заключающееся в его приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, поддержанию и восстановлению работоспособности путем проведения ремонтов и технического обслуживания</p> <p>Д) другое.</p> |
| 11 | <p><b>Как определяется ресурс системы?</b></p> <p>А) наработка системы до предельного состояния, при достижении которого дальнейшая эксплуатация прекращается</p> <p>Б) наработка системы до первого отказа</p> <p>В) наработка системы до отказа более 50% ее элементов</p> <p>Г) нет правильного ответа</p>   |
| 12 | <p><b>Для чего используется метод контрольных испытаний?</b></p> <p>А) для повышения показателей надежности объекта</p> <p>Б) для подтверждения норм надежности объекта</p> <p>В) для моделирования процесса отказа объекта</p> <p>Г) нет правильного ответа</p>  |
| 13 | <p><b>Раздельное резервирование приводит к</b></p> <p>А) значительному уменьшению времени работы системы</p> <p>Б) значительному усложнению всей системы</p> <p>В) значительному упрощению всей системы</p> <p>Г) нет правильного ответа</p>  |
| 14 | <p><b>Для чего используется метод контрольных испытаний?</b></p> <p>А) для повышения показателей надежности объекта</p> <p>Б) для подтверждения норм надежности объекта</p> <p>В) для моделирования процесса отказа объекта</p> <p>Г) нет правильного ответа</p>  |

|    |  |
|----|--|
| 15 | <p><b>С увеличением числа элементов в системе с основным соединением ...</b></p> <p>А) надежность системы возрастает</p> <p>Б) надежность системы уменьшается</p> <p>В) надежность системы не изменяется</p> <p>Г) надежность системы возрастает затем уменьшается</p> |
|----|--|

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

|   |  |
|---|--|
| <p>ПК-5 - Способен к разработке отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами</p> |  |
| 1.  | <p><b>Чему равен коэффициент простоя системы <math>K_T</math>, если средняя наработка на отказ <math>T_{cp} = 500</math> ч, а среднее время восстановления <math>T_{вр} = 50</math> ч?</b></p> <p>А) 0,5</p> <p>Б) 0,091</p> <p>В) 0,9</p> <p>Г) нет правильного ответа</p>  |
| 2.  | <p><b>Укажите количественную характеристику безотказности системы</b></p> <p>А) вероятность безотказной работы на заданном интервале времени</p> <p>Б) гарантийный срок работы системы</p> <p>В) время работы системы до первого отказа</p> <p>Г) нет правильного ответа</p>   |
| 3.  | <p><b>Как определяется средняя наработка на отказ (среднее время безотказной работы) автоматизированной системы?</b></p> <p>А) <math>T_{cp} = \int_0^{\infty} q(t) dt</math>, где <math>q(t)</math> - вероятность отказа системы для времени <math>t</math></p> <p>Б) <math>T_{cp} = \int_0^{\infty} \frac{1}{p(t)} dt</math>, где <math>p(t)</math> - вероятность безотказной работы системы для текущего времени <math>t</math></p> <p>В) <math>T_{cp} = \int_0^{\infty} p(t) dt</math>, где <math>p(t)</math> - вероятность безотказной работы системы для текущего времени <math>t</math></p> <p>Г) нет правильного ответа</p> |
| 4.  | <p><b>Какие свойства включает в себя надежность автоматизированной системы ?</b></p> <p>А) исключает возможность изменения алгоритма работы автоматизированной системы</p> <p>Б) устойчивость и помехозащищенность</p> <p>В) безотказность, долговечность, сохраняемость, ремонтпригодность</p> <p>Г) нет правильного ответа</p>   |
| 5.  | <p><b>В случае .... при выходе из строя любого элемента основной системы включается резервная</b></p> <p>А) система, которая полностью ее заменяет</p> <p>Б) общего резервирования</p> <p>В) отдельного резервирования</p>   |

|     |  |
|-----|--|
|     | Г) основного соединения  |
| 6.  | <p><b>Кратность резервирования – это ...</b></p> <p>А) отношение числа резервных элементов к числу основных<br/> Б) алгебраическая сумма числа резервных и основных элементов системы<br/> В) отношение числа основных элементов к числу резервных<br/> Г) нет правильного ответа</p>  |
| 7.  | <p><b>Основным параметром, который характеризует схему резервирования является ...</b></p> <p>А) кратность<br/> Б) параметричность<br/> В) системность<br/> Г) нет правильного ответа</p>  |
| 8.  | <p><b>Как определяется неработоспособное состояние системы управления?</b></p> <p>А) Состояние, при котором произошел отказ более чем 5% элементов автоматизированной системы<br/> Б) Состояние, при котором она не способна выполнять заданные функции, установленные научно-технической документацией<br/> В) Состояние, при котором произошел отказ более чем 10% элементов автоматизированной системы<br/> Г) Нет правильного ответа</p>   |
| 9.  | <p><b>Что характеризует плотность распределения времени безотказной работы автоматизированной системы?</b></p> <p>А) Вероятность отказа системы<br/> Б) Безотказность системы<br/> В) Ресурс системы<br/> Г) Нет правильного ответа</p>  |
| 10. | <p><b>В каком случае для подтверждения норм надежности системы используется моделирование?</b></p> <p>А) Когда система имеет ресурс более 500 ч<br/> Б) Когда система имеет мощность более 1000 кВт<br/> В) Когда система не может подвергаться контрольным испытаниям<br/> Г) Нет правильного ответа</p>  |
| 11. | <p><b>Как определяется среднее время восстановления автоматизированной системы с вероятностью безотказной работы <math>p_e(t) = 1 - e^{-\mu t}</math> в соответствии с экспоненциальным распределением?</b></p> <p>А) <math>T_e = \mu</math>, где <math>\mu</math> - параметр системы<br/> Б) <math>T_e = \frac{1}{\mu}</math>, где <math>\mu</math> - параметр системы<br/> В) <math>T_e = \mu^2</math>, где <math>\mu</math> - параметр системы<br/> Г) Нет правильного ответа</p> |
| 12. | <p><b>При ... резервные элементы включаются в работу после отказа основных элементов</b></p> <p>А) резервировании замещением<br/> Б) кратном резервировании</p>  |

|     |   |
|-----|---|
|     | В) постоянном резервировании<br>Г) резервировании с дробной кратностью  |
| 13. | <b>Наработка технической системы до отказа описывается экспоненциальным распределением с параметром <math>\lambda = 10^{-4} [1/ч]</math>. Определить среднюю наработку на отказ системы</b><br>А) $T_{cp} = 10^4 [ч]$<br>Б) $T_{cp} = e \cdot 10^4 [ч]$<br>В) $T_{cp} = 10^{-4} [ч]$<br>Г) нет правильного ответа |

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

1. Термины и понятия надежности систем управления и автоматических устройств.
2. Используемые обозначения в курсе «Надежность и эксплуатация систем управления».
3. Основные понятия, используемые в курсе «Надежность и эксплуатация систем управления» и краткие сведения из теории вероятности.
4. Математическое определение основных показателей надежности невосстанавливаемых устройств.
5. Методы расчета надежности резервированной аппаратуры систем автоматического управления.
6. Структурное резервирование, информационное, временное резервирование.
7. Структурное резервирование без восстановления. Нагруженный резерв: включение постоянного резерва, включение резерва замещением.
8. Структурное резервирование без восстановления. Случай ненагруженного резерва, включение резерва замещением.
9. Структурное резервирование без восстановления. Случай нагруженного резерва, резервирование с дробной кратностью.
10. Структурное резервирование без восстановления. Случай ненагруженного резерва, резервирование с дробной кратностью.
11. Структурное резервирование без восстановления. Комбинированный резерв.
12. Анализ надежности дублированной группы с учетом различного характера отказов устройств при постоянном нагруженном резерве.
13. Резервирование электрорадиоэлементов с учетом возможности их коротких замыканий и обрывов.
14. Расчет надежности систем управления методом обобщенного параметра.
15. Расчет надежности систем управления с помощью логарифмических амплитудно-фазовых характеристик.

16. Расчет надежности систем управления методом обобщенного параметра при осреднении коэффициентов влияния.

17. Методы и средства улучшения характеристик надежности систем управления, автоматических устройств и элементов программно-аппаратных и программно-технических комплексов управления.

18. Характеристики надежности автоматически резервированных систем.

19. Методы и средства улучшения характеристик надежности систем автоматического управления при различных условиях эксплуатации.

20. Характеристики надежности автоматически резервированных систем.

21. Особенности эксплуатации систем управления, автоматических устройств и элементов программно-аппаратных и программно-технических комплексов управления.

22. Методы технического диагностирования систем управления, автоматических устройств и элементов программно-аппаратных и программно-технических комплексов управления.

23. Методологические основы технической диагностики.

24. Характеристики математических моделей линейных непрерывных систем автоматического управления при оценке их надежности.

25. Характеристики математических моделей дискретных систем автоматического управления при оценке их уровня надежности.

26. Методы организации поиска отказавших элементов систем управления, автоматических устройств и элементов программно-аппаратных и программно-технических комплексов управления при основном соединении элементов.

27. Принцип детерминированности в организации поиска дефекта систем управления, автоматических устройств и элементов программно-аппаратных и программно-технических комплексов управления..

28. Оптимизация программ поиска дефекта систем управления, автоматических устройств и элементов программно-аппаратных и программно-технических комплексов управления с использованием принципа приведенной вероятности.

29. Влияние периодичности диагностических циклов на показатели надежности восстанавливаемых систем управления.

30. Особенности влияния систем диагностирования на показатели надежности систем управления, автоматических устройств и элементов программно-аппаратных и программно-технических комплексов управления.

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

Не предусмотрено учебным планом

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

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.

Аттестация проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

Оценка «не зачтено» ставится в случае, если студент набрал до 10 баллов.

Оценка «зачтено» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 20 баллов.

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.

### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

| № п/п | Контролируемые разделы (темы) дисциплины  | Код контролируемой компетенции | Наименование оценочного средства |
|-------|---|--------------------------------|----------------------------------|
| 1     | Термины и понятия теории надежности.  | ПК-5                           | Тест                             |
| 2     | Основные показатели надежности устройств и систем управления.                           | ПК-5                           | Тест, решение стандартных задач  |
| 3     | Методы расчета надежности резервированной аппаратуры систем автоматического управления. | ПК-5                           | Тест, решение стандартных задач  |
| 4     | Структурное резервирование без восстановления.  | ПК-5                           | Тест, решение стандартных задач  |
| 5     | Расчет надежности систем автоматического управления методом обобщенного параметра.      | ПК-5                           | Тест, решение прикладных задач   |
| 6     | Методы и средства улучшения характеристик надежности систем автоматического управления. | ПК-5                           | Тест, решение стандартных задач  |
| 7     | Техническое диагностирование систем управления.   | ПК-5                           | Тест, решение стандартных задач  |

|   |  |      |                                 |
|---|--|------|---------------------------------|
| 8 | Математическое моделирование надежности систем управления. | ПК-5 | Тест, решение прикладных задач  |
| 9 | Основы эксплуатации систем управления.                     | ПК-5 | Тест, решение стандартных задач |

### **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**

#### 8.1.1 Основная:

Половко А.М., Гуров С.В. Основы теории надежности / Учеб. пособие для вузов. – СПб.: БВХ-Петербург. 2006

#### 8.1.2. Дополнительная:

Половко А.М., Гуров С.В. Основы теории надежности. Практикум / Учеб. пособие для вузов. – СПб.: БВХ-Петербург. 2006

#### 8.1.3. Методические материалы:

Винокуров С.А., Букатова В.Е. Надежность и эксплуатация систем автоматического управления: Конспект лекций. Воронеж: ВГТУ. 2002

**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:**

## 8.2.1 Программное обеспечение

### Лицензионное программное обеспечение

1. LibreOffice;
2. Microsoft Office Word 2013/2007;
3. Microsoft Office Excel 2013/2007;
4. Microsoft Office Power Point 2013/2007;
5. Windows Professional 8.1 (7 и 8) Single Upgrade MVL A Each Academi;c

### 6. ABBYY FineReader 9.0.

#### Отечественное ПО

1. «Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ»».
2. Модуль «Программный комплекс поиска текстовых заимствований в открытых источниках сети интернет «Антиплагиат-интернет»».
3. Модуль обеспечения поиска текстовых заимствований по коллекции диссертаций и авторефератов Российской государственной библиотеки (РГБ).
4. Модуль поиска текстовых заимствований по коллекции научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU.

## 8.2.2. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

– Российское образование. Федеральный портал. <http://www.edu.ru/>

– Образовательный портал ВГТУ <https://education.cchgeu.ru/>

### 8.2.3. Информационные справочные системы

1. <http://window.edu.ru>
2. <https://wiki.cchgeu.ru/>

## 8.2.4. Современные профессиональные базы данных

– Национальная электронная библиотека. URL: [elibrary.ru](http://elibrary.ru)

– Electrical 4U. Разделы сайта: «Машины постоянного тока», «Трансформаторы», «Электротехника», «Справочник». Адрес ресурса: <https://www.electrical4u.com/>

– All about circuits. Одно из самых крупных онлайн-сообществ в области электротехники. На сайте размещены статьи, форум, учебные материалы (учебные пособия, видеолекции, разработки, вебинары) и другая информация. Адрес ресурса: <https://www.allaboutcircuits.com>

– Netelectro. Новости электротехники, оборудование и средства автоматизации. Информация о компаниях и выставках, статьи, объявления. Адрес ресурса: <https://netelectro.ru/>

– Marketelectro. Отраслевой электротехнический портал. Представлены новости отрасли и компаний, объявления, статьи, информация о мероприятиях,

фотогалерея, видеоматериалы, нормативы и стандарты, библиотека, электромаркетинг. Адрес ресурса: <https://marketelectro.ru/>

– Электротехнический портал. <http://электротехнический-портал.рф/>

– Единый портал инноваций и уникальных изобретений. Адрес ресурса: <http://innovationportal.ru/>

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

Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой.

Дисплейный класс, оснащенный компьютерными программами для проведения тестирования.

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

По дисциплине «Основы теории надёжности» 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 параметров надежности элементов и систем управления.. 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; пометить 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: <ul style="list-style-type: none"><li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li><li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li><li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li></ul>   |

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
|                                       | <ul style="list-style-type: none"><li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li><li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li></ul>   |
| 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 зачетом 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 |
|----------|-----------------------------|----------------------------|--|
|----------|-----------------------------|----------------------------|--|