

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "ИЖЕВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ"**

Пер. № 000001065



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и воспитательной работе

С.Л. Воробьева

*С.Л. Воробьева*  
августа 2019

Кафедра электротехники, электрооборудования и электроснабжения

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Наименование дисциплины (модуля): Надежность технических систем

Уровень образования: Бакалавриат

Направление подготовки: 35.03.06 Агроинженерия

Профиль подготовки: Электроснабжение

Очная, заочная

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия (приказ № 813 от 23.08.2017 г.)

Разработчики:

Мартынов К. В., старший преподаватель

Программа рассмотрена на заседании кафедры, протокол № 01 от 30.08.2019 года

## 1. Цель и задачи изучения дисциплины

Цель изучения дисциплины - формирование у обучающихся основных научно-практических знаний о надёжности технических систем.

Задачи дисциплины:

- Изучение основных понятий и определений в теории надёжности;;
- Изучение физических процессов влияющих на надёжность технических систем;;
- Изучение моделей и методов расчёта надёжности технических систем;;
- Изучение видов испытаний на надёжность..

## 2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Надёжность технических систем» относится к базовой части учебного плана.

Дисциплина изучается на 4 курсе, в 7 семестре.

Изучению дисциплины «Надёжность технических систем» предшествует освоение дисциплин (практик):

Физика;

Материаловедение и технология конструкционных материалов;

Математика;

Автоматика;

Электрические машины;

Безопасность жизнедеятельности.

Освоение дисциплины «Надёжность технических систем» является необходимой основой для последующего изучения дисциплин (практик):

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы;

Эксплуатация электрооборудования и средств автоматики;

Электробезопасность;

Проектирование систем электроснабжения;

Проектирование электрических сетей и систем.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к видам профессиональной деятельности и решению профессиональных задач, предусмотренных ФГОС ВО и учебным планом.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций:

**- ОПК-1 Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий;**

Знания, умения, навыки, формируемые по компетенции в рамках дисциплины, и индикаторы освоения компетенций

Студент должен знать:

Основные законы математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, информационно-коммуникационные технологии, необходимые для решения типовых задач в области агроинженерии. Специальные программы и базы данных при разработке и расчете энергетического оборудования, средств автоматизации и электрификации сельского хозяйства

Студент должен уметь:

Решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий

Студент должен владеть навыками:

Основными законами математических и естественных наук, информационно-коммуникационными технологиями для решения стандартных задач в агроинженерии. Специальными программами и базами данных при разработке и расчете энергетического оборудования, средств автоматизации и электрификации сельского хозяйства

**- ОПК-4 Способен реализовывать современные технологии и обосновывать их применение в профессиональной деятельности;**

Знания, умения, навыки, формируемые по компетенции в рамках дисциплины, и индикаторы освоения компетенций

Студент должен знать:

Материалы научных исследований по совершенствованию энергетического оборудования, средств автоматизации и электрификации сельского хозяйства

Студент должен уметь:

Использовать материалы научных исследований по совершенствованию энергетического оборудования, средств автоматизации и электрификации сельского хозяйства. Обосновывать применение современного энергетического оборудования, средств автоматизации и электрификации сельского хозяйства

Студент должен владеть навыками:

Материалами научных исследований по совершенствованию энергетического оборудования, средств автоматизации и электрификации сельского хозяйства

**- ОПК-5 Способен участвовать в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности;**

Знания, умения, навыки, формируемые по компетенции в рамках дисциплины, и индикаторы освоения компетенций

Студент должен знать:

Классические и современные методы исследования в области электрификации и автоматизации сельского хозяйства

Студент должен уметь:

Проводить экспериментальные исследования в области электрификации и автоматизации сельского хозяйства.

Студент должен владеть навыками:

Классическими и современными методами исследования в области электрификации и автоматизации сельского хозяйства

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы (очная форма обучения)

| Вид учебной работы                         | Всего часов | Седьмой семестр |
|--|-------------|-----------------|
| <b>Контактная работа (всего)</b>           | <b>32</b>   | <b>32</b>       |
| Лекционные занятия                         | 20          | 20              |
| Практические занятия                       | 12          | 12              |
| <b>Самостоятельная работа (всего)</b>      | <b>49</b>   | <b>49</b>       |
| <b>Виды промежуточной аттестации</b>       | <b>27</b>   | <b>27</b>       |
| Экзамен                                    | 27          | 27              |
| <b>Общая трудоемкость часы</b>             | <b>108</b>  | <b>108</b>      |
| <b>Общая трудоемкость зачетные единицы</b> | <b>3</b>    | <b>3</b>        |

#### Объем дисциплины и виды учебной работы (заочная форма обучения)

| Вид учебной работы               | Всего часов | Восьмой семестр | Девятый семестр |
|----------------------------------|-------------|-----------------|-----------------|
| <b>Контактная работа (всего)</b> | <b>10</b>   | <b>4</b>        | <b>6</b>        |

|  |            |           |           |
|--|------------|-----------|-----------|
| Лекционные занятия                         | 4          | 4         |           |
| Практические занятия                       | 6          |           | 6         |
| <b>Самостоятельная работа (всего)</b>      | <b>89</b>  | <b>32</b> | <b>57</b> |
| <b>Виды промежуточной аттестации</b>       | <b>9</b>   |           | <b>9</b>  |
| Экзамен                                    | 9          |           | 9         |
| <b>Общая трудоемкость часы</b>             | <b>108</b> | <b>36</b> | <b>72</b> |
| <b>Общая трудоемкость зачетные единицы</b> | <b>3</b>   | <b>1</b>  | <b>2</b>  |

## 5. Содержание дисциплины

### Тематическое планирование (очное обучение)

| Номер темы/раздела | Наименование темы/раздела                                     | Всего часов | Лекции    | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа |
|--------------------|---|-------------|-----------|----------------------|---------------------|------------------------|
|                    | <b>Седьмой семестр, Всего</b>                                 | <b>81</b>   | <b>20</b> | <b>12</b>            |                     | <b>49</b>              |
| <b>Раздел 1</b>    | <b>Надёжность технических систем</b>                          | <b>81</b>   | <b>20</b> | <b>12</b>            |                     | <b>49</b>              |
| Тема 1             | Основные понятия и определения надёжности технических систем. | 8           | 2         |                      |                     | 6                      |
| Тема 2             | Математические основы надёжности.                             | 8           | 2         |                      |                     | 6                      |
| Тема 3             | Физические основы надёжности.                                 | 10          | 4         |                      |                     | 6                      |
| Тема 4             | Модели надёжности.  | 19          | 2         | 8                    |                     | 9                      |
| Тема 5             | Структурная надёжность систем.                                | 16          | 4         | 4                    |                     | 8                      |
| Тема 6             | Проектирование надёжности систем.                             | 8           | 2         |                      |                     | 6                      |
| Тема 7             | Определительные испытания на надёжность.                      | 6           | 2         |                      |                     | 4                      |
| Тема 8             | Контрольные испытания на надёжность.                          | 6           | 2         |                      |                     | 4                      |

На промежуточную аттестацию отводится 27 часов.

### Содержание дисциплины (очное обучение)

| Номер темы | Содержание темы  |
|------------|--|
| Тема 1     | Общие понятия надёжности; Классификация и причины отказов; Показатели надёжности.  |
| Тема 2     | Теория вероятности и математическая статистика; Теория графов; Математическая логика.  |
| Тема 3     | Физика отказов; Физико-химические процессы в материалах; Процессы механического разрушения; Процессы теплового разрушения; Процессы электрического разрушения; Процессы старения материалов. |
| Тема 4     | Основы моделирования надёжности; Вероятностные модели отказов элементов; Статистическое моделирование надёжности.  |

|        |  |
|--------|--|
| Тема 5 | Анализ надёжности технических объектов; Методы расчёта структурной надёжности систем; Методы повышения структурной надёжности систем; Надёжность систем с резервированием; Надёжность систем с восстановлением; Надёжность систем с зависимыми элементами; Статистическое моделирование структурной надёжности систем. |
| Тема 6 | Задачи и методы проектных исследований надёжности; Расчёт безотказности систем при проектировании; Проектный анализ надёжности систем.   |
| Тема 7 | Виды испытаний на надёжность; Обработка результатов определительных испытаний; Планирование определительных испытаний; Непараметрическая оценка показателей надёжности; Ресурсные испытания агрегатов.   |
| Тема 8 | Метод одноступенчатого контроля; Метод последовательного контроля; Ускоренные испытания.   |

### Тематическое планирование (заочное обучение)

| Номер темы/раздела | Наименование темы/раздела                                     | Всего часов | Лекции   | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа |
|--------------------|---|-------------|----------|----------------------|---------------------|------------------------|
|                    |   |             |          |                      |                     |                        |
|                    | <b>Всего</b>  | <b>99</b>   | <b>4</b> | <b>6</b>             |                     | <b>89</b>              |
| <b>Раздел 1</b>    | <b>Надёжность технических систем</b>                          | <b>99</b>   | <b>4</b> | <b>6</b>             |                     | <b>89</b>              |
| Тема 1             | Основные понятия и определения надёжности технических систем. | 8           | 2        |                      |                     | 6                      |
| Тема 2             | Математические основы надёжности.                             | 8           | 1        |                      |                     | 7                      |
| Тема 3             | Физические основы надёжности.                                 | 7           | 1        |                      |                     | 6                      |
| Тема 4             | Модели надёжности.  | 18          |          | 4                    |                     | 14                     |
| Тема 5             | Структурная надёжность систем.                                | 16          |          | 2                    |                     | 14                     |
| Тема 6             | Проектирование надёжности систем.                             | 14          |          |                      |                     | 14                     |
| Тема 7             | Определительные испытания на надёжность.                      | 14          |          |                      |                     | 14                     |
| Тема 8             | Контрольные испытания на надёжность.                          | 14          |          |                      |                     | 14                     |

На промежуточную аттестацию отводится 9 часов.

### Содержание дисциплины (заочное обучение)

| Номер темы | Содержание темы  |
|------------|--|
| Тема 1     | Общие понятия надёжности; Классификация и причины отказов; Показатели надёжности.  |
| Тема 2     | Теория вероятности и математическая статистика; Теория графов; Математическая логика.  |
| Тема 3     | Физика отказов; Физико-химические процессы в материалах; Процессы механического разрушения; Процессы теплового разрушения; Процессы электрического разрушения; Процессы старения материалов. |

|        |  |
|--------|--|
| Тема 4 | Основы моделирования надёжности; Вероятностные модели отказов элементов; Статистическое моделирование надёжности.  |
| Тема 5 | Анализ надёжности технических объектов; Методы расчёта структурной надёжности систем; Методы повышения структурной надёжности систем; Надёжность систем с резервированием; Надёжность систем с восстановлением; Надёжность систем с зависимыми элементами; Статистическое моделирование структурной надёжности систем. |
| Тема 6 | Задачи и методы проектных исследований надёжности; Расчёт безотказности систем при проектировании; Проектный анализ надёжности систем.   |
| Тема 7 | Виды испытаний на надёжность; Обработка результатов определительных испытаний; Планирование определительных испытаний; Непараметрическая оценка показателей надёжности; Ресурсные испытания агрегатов.   |
| Тема 8 | Метод одноступенчатого контроля; Метод последовательного контроля; Ускоренные испытания.   |

## **6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

### **Литература для самостоятельной работы студентов**

1. Ефремов, И.В. Надёжность технических систем и техногенный риск : [ Электронный ресурс] : учебное пособие / И. В. Ефремов. - Оренбург : ОГУ, 2013. - on-line. - Систем. требования: Наличие подключения к локальной сети академии и к Интернет ; Adobe Acrobat Reader. - URL: <http://rucont.ru/efd/227437>

### **Вопросы и задания для самостоятельной работы (очная форма обучения)**

#### **Седьмой семестр (49 ч.)**

Вид СРС: Контрольная работа (выполнение) (17 ч.)

Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Вид СРС: Работа с рекомендуемой литературы (24 ч.)

Самостоятельное изучение вопроса, согласно рекомендуемой преподавателем основной и дополнительной литературы.

Вид СРС: Собеседование (подготовка) (8 ч.)

Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

### **Вопросы и задания для самостоятельной работы (заочная форма обучения)**

#### **Всего часов самостоятельной работы (89 ч.)**

Вид СРС: Собеседование (подготовка) (8 ч.)

Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Вид СРС: Контрольная работа (выполнение) (27 ч.)

Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Вид СРС: Работа с рекомендуемой литературы (54 ч.)

Самостоятельное изучение вопроса, согласно рекомендуемой преподавателем основной и дополнительной литературы.

## **7. Тематика курсовых работ(проектов)**

Курсовые работы (проекты) по дисциплине не предусмотрены.

## 8. Фонд оценочных средств для текущего контроля и промежуточной аттестации

### 8.1. Компетенции и этапы формирования

| Коды компетенций     | Этапы формирования             |                |   |
|----------------------|--------------------------------|----------------|---|
|                      | Курс, семестр                  | Форма контроля | Разделы дисциплины                          |
| ОПК-1 ОПК-4<br>ОПК-5 | 4 курс,<br><br>Седьмой семестр | Экзамен        | Раздел 1:<br>Надёжность технических систем. |

### 8.2. Показатели и критерии оценивания компетенций, шкалы оценивания

В рамках изучаемой дисциплины студент демонстрирует уровни овладения компетенциями:

**Повышенный уровень:**

Достигнутый уровень оценки результатов обучения является основой для формирования компетенций, соответствующих требованиям ФГОС. Обучающиеся способны использовать сведения из различных источников для успешного исследования и поиска решения в нестандартных практико-ориентированных ситуациях.

**Базовый уровень:**

Обучающиеся продемонстрировали результаты на уровне осознанного владения знаниями, умениями, навыками. Обучающиеся способны анализировать, проводить сравнение и обоснование выбора методов решения заданий в практико-ориентированных ситуациях.

**Пороговый уровень:**

Достигнутый уровень оценки результатов обучения показывает, что обучающиеся обладают необходимой системой знаний и владеют некоторыми умениями по дисциплине. Обучающиеся способны понимать и интерпретировать освоенную информацию, что является основой успешного формирования умений и навыков для решения практико-ориентированных задач.

**Уровень ниже порогового:**

Результаты обучения свидетельствуют об усвоении ими некоторых элементарных знаний основных вопросов по дисциплине. Допущенные ошибки и неточности показывают, что студенты не овладели необходимой системой знаний по дисциплине.

| Уровень сформированности компетенции | Шкала оценивания для промежуточной аттестации |            |
|--------------------------------------|---|------------|
|                                      | Экзамен<br>(дифференцированный зачет)         | Зачет      |
| Повышенный                           | 5 (отлично)                                   | зачтено    |
| Базовый                              | 4 (хорошо)                                    | зачтено    |
| Пороговый                            | 3 (удовлетворительно)                         | зачтено    |
| Ниже порогового                      | 2 (неудовлетворительно)                       | не зачтено |

Критерии оценки знаний студентов по дисциплине

Оценка Хорошо:

Полнота знаний: уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, допущено несколько негрубых ошибок.

Наличие умений: продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, некоторые с недочетами.

Наличие навыков (владение опытом): продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.

Характеристика сформированности компетенций:

- сформированность компетенции в целом соответствует требованиям;
- имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач.

Уровень сформированности компетенций: средний.

Оценка Удовлетворительно:

Полнота знаний: минимально допустимый уровень знаний, допущено много негрубых ошибок.

Наличие умений: продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме.

Наличие навыков (владение опытом): имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.

Характеристика сформированности компетенций:

- сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям;
- имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач.

Уровень сформированности компетенций: ниже среднего.

Оценка Неудовлетворительно:

Полнота знаний: уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки.

Наличие умений: при решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки.

Наличие навыков (владение опытом): при решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имели место грубые ошибки.

Характеристика сформированности компетенций:

- компетенция в полной мере не сформирована;
- имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач.

Уровень сформированности компетенций: низкий.

Оценка Не зачтено:

Полнота знаний: уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки.

Наличие умений: при решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки.

Наличие навыков (владение опытом): при решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имели место грубые ошибки.

Характеристика сформированности компетенций:

- компетенция в полной мере не сформирована;
- имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач.

Уровень сформированности компетенций: низкий.

Оценка Зачтено:



Полнота знаний: не ниже минимально допустимого уровня знаний, возможен допуск множества негрубых ошибок.

Наличие умений: умения сформированы не ниже демонстрации основных умений, решения типовых задач с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме.

Наличие навыков (владение опытом): как минимум имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.

Характеристика сформированности компетенций:

- сформированность компетенции не ниже минимальных требований;
- имеющихся знаний, умений, навыков как минимум достаточно для решения практических (профессиональных) задач, возможно требуется дополнительная практика по большинству практических задач.

Уровень сформированности компетенций: минимальный уровень ниже среднего.

Оценка Отлично:

Полнота знаний: уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.

Наличие умений: продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.

Наличие навыков (владение опытом): продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.

Характеристика сформированности компетенций:

- сформированность компетенции полностью соответствует требованиям;
- имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач.

Уровень сформированности компетенций: высокий.

### **8.3. Типовые вопросы, задания текущего контроля**

Раздел 1: Надёжность технических систем

ОПК-4 Способен реализовывать современные технологии и обосновывать их применение в профессиональной деятельности;

1. Перечислите условные средние наработки до отказа и поясните необходимость их использования?
2. Какие виды резервирования существуют. В чем отличие нагруженного и ненагруженного резервирования?
3. Дайте определение и поясните смысл показателей надежности восстанавливаемых объектов и систем?
4. Методы повышения структурной надёжности систем.
5. В чём отличие сложной системы от простой?
6. Как формируется постепенный отказ объекта?
7. Что такое "коэффициент запаса по параметру"?
8. Перечислите мероприятия, ведущие к улучшению восстанавливаемости объектов.

ОПК-1 Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий;

1. Прибор может работать в двух режимах: «1» и «2». Режим «1» наблюдается в 80% случаев, режим «2» - в 20% случаев за время работы  $T$ . Вероятность того, что прибор откажет при работе в режиме «1» равна 0.1, а вероятность отказа прибора в режиме «2» - 0.7. Найти вероятность отказа прибора за время  $T$ ?

2. Прибор состоит из 3-х блоков, которые независимо друг от друга могут отказать. Отказ каждого из блоков приводит к отказу всего прибора. Вероятность того, что за время  $T$  работы прибора откажет первый блок, равна 0.2, второй – 0.1, третий – 0.3. Найти вероятность того, что за время  $T$  прибор проработает безотказно?
3. Дайте графическую интерпретацию понятий вероятности безотказной работы и вероятности отказов?
4. На сборку прибора поступила деталь, прошедшая испытания на надежность. Известно, что наработка до отказа детали подчиняется экспоненциальному распределению с параметром  $\lambda = 5 \cdot 10^{-5}$  час<sup>-1</sup>. Определить вероятность того, что при монтаже прибора в него будут поставлены детали, наработка до отказа которых будет находиться в интервале  $[10^3, 10^4]$  час)?
5. Под наблюдением находилось 20 изделий. После отказа изделия не ремонтировались и не заменялись. Наблюдение проводилось в течение 2000 ч. За это время отказало 8 изделий при наработках 100, 170, 250, 400, 680, 1000, 1200, 1500 ч. Требуется определить параметры нормального распределения.
6. Какими характеристиками оценивается случайный процесс?
7. Перечислите порядок расчёта надёжности при основном соединении элементов в системе.
8. Как оценить выигрыш надёжности при резервировании систем?
9. Каков порядок нахождения значений оптимальной надёжности от стоимости сложной системы?
- ОПК-5 Способен участвовать в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности;
1. В чем заключается постановка задачи при испытаниях объектов на надежность?
  2. Какие эмпирические функции рассчитываются при обработке результатов испытаний?
  3. Виды испытаний на надёжность.
  4. Суть метода одноступенчатого контроля.
  5. С какой целью проводятся определительные испытания?
  6. Цели контрольных испытаний на надёжность.
  7. Определите продолжительность испытаний для объектов, обладающих  $T_0 = 1000$  ч при условии, что вероятность отказа объекта за время испытания должна быть не меньше 0,9.
  8. Методика планирования многофакторных испытаний на надёжность.

#### **8.4. Вопросы промежуточной аттестации**

##### **Седьмой семестр (Экзамен, ОПК-1, ОПК-4, ОПК-5)**

1. Основные понятия надёжности.
2. Классификация объектов по надёжности.
3. Классификация отказов.
4. Причины возникновения отказов.
5. Показатели надёжности. Показатели безотказности.
6. Показатели надёжности. Показатели долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости.
7. Показатели надёжности. Комплексные показатели надёжности.
8. Показатели надёжности. Экономические показатели надёжности.
9. Основные положения физической теории надёжности.
10. Процессы изменения свойств и работоспособности элементов.
11. Физико-химические процессы в материалах.
12. Процессы механического разрушения. Усталостное разрушение материалов.
13. Процессы механического разрушения. Коррозионное разрушение материалов.
14. Процессы механического разрушения. Трение и износ материалов.

15. Процессы механического разрушения. Эрозионное разрушение материалов.
16. Процессы теплового разрушения.
17. Процессы электрического разрушения.
18. Процессы старения материалов.
19. Методы повышения и обеспечения надёжности.
20. Методы моделирования надёжности. Дискретные и непрерывные модели надёжности.
21. Вероятностные модели отказов элементов.
22. Статистическое моделирование надёжности.
23. Анализ надёжности технических объектов.
24. Методы расчёта структурной надёжности систем. Системы с последовательным и параллельным соединением элементов.
25. Методы расчёта структурной надёжности систем. Мажоритальные и мостиковые системы.
26. Методы расчёта структурной надёжности систем. Комбинированные и многофункциональные системы.
27. Методы повышения структурной надёжности систем.
28. Надёжность систем с резервированием.
29. Надёжность систем с восстановлением.
30. Задачи и методы проектных исследований надёжности.
31. Ориентировочный и полный расчёт надёжности.
32. Расчёт безотказности систем при проектировании.
33. Проектный анализ надёжности систем.
34. Виды испытаний на надёжность.
35. Обработка результатов определительных испытаний.
36. Планирование определительных испытаний.
37. Контрольные испытания на надёжность. Метод одноступенчатого контроля.
38. Контрольные испытания на надёжность. Метод двухступенчатого контроля.
39. Контрольные испытания на надёжность. Метод последовательного контроля.
40. Контрольные испытания на надёжность. Ускоренные испытания.

#### **8.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Контроль знаний студентов по дисциплине проводится в устной и письменной форме, предусматривает текущий и промежуточный контроль. Методы контроля: - тестовая форма контроля; - устная форма контроля – опрос и общение с аудиторией по поставленной задаче в устной форме; - решение определенных заданий (задач) по теме практического материала в конце практического занятия, в целях эффективности усвояемости материала на практике. - поощрение индивидуальных заданий, в которых студент проработал самостоятельно большое количество дополнительных источников литературы. Текущий контроль предусматривает устную форму опроса студентов и письменный экспресс-опрос по окончанию изучения каждой темы.

#### **9. Перечень учебной литературы**

1. Ефремов, И.В. Надёжность технических систем и техногенный риск : [ Электронный ресурс] : учебное пособие / И. В. Ефремов. - Оренбург : ОГУ, 2013. - on-line. - Систем. требования: Наличие подключения к локальной сети академии и к Интернет ; Adobe Acrobat Reader. - URL: <http://rucont.ru/efd/227437>

2. Савина, Н. В.

Надежность систем электроэнергетики : [ Электронный ресурс ] : учебное пособие / Н. В. Савина ; Амурский гос. у-нт. - Благовещенск : [б. и.], 2011. - on-line : рис. - Систем. требования: Наличие подключения к локальной сети академии и к Интернет ; Adobe Acrobat Reader. - URL: <https://lib.rucont.ru/efd/48828/info>

#### 10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет

1. <http://elib.izhgsha.ru/> - ЭБС ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА
2. <http://portal.izhgsha.ru> - Интернет-портал ФГБОУ ВО «Ижевская ГСХА»
3. <http://elibrary.ru/> - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU

#### 11. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины (модуля)

Перед изучением дисциплины студенту необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, изучить перечень рекомендуемой литературы, приведенной в рабочей программе дисциплины. Для эффективного освоения дисциплины рекомендуется посещать все виды занятий в соответствии с расписанием и выполнять все домашние задания в установленные преподавателем сроки. В случае пропуска занятий по уважительным причинам, необходимо получить у преподавателя индивидуальное задание по пропущенной теме. Полученные знания и умения в процессе освоения дисциплины студенту рекомендуется применять для решения задач, не обязательно связанных с программой дисциплины. Владение компетенциями дисциплины в полной мере будет подтверждаться Вашим умением ставить конкретные задачи, выявлять существующие проблемы, решать их и принимать на основе полученных результатов оптимальные решения. Основными видами учебных занятий для студентов по учебной дисциплине являются: занятия лекционного типа, занятия семинарского типа и самостоятельная работа студентов.

| Формы работы       | Методические указания для обучающихся  |
|--------------------|--|
| Лекционные занятия | <p>Работа на лекции является очень важным видом деятельности для изучения дисциплины, т.к. на лекции происходит не только сообщение новых знаний, но и систематизация и обобщение накопленных знаний, формирование на их основе идейных взглядов, убеждений, мировоззрения, развитие познавательных и профессиональных интересов.</p> <p>Краткие записи лекций (конспектирование) помогает усвоить материал. Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Конспект лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Принципиальные места, определения, формулы следует сопровождать замечаниями: «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п. Прослушивание и запись лекции можно производить при помощи современных устройств (диктофон, ноутбук, нетбук и т.п.).</p> <p>Работая над конспектом лекций, всегда следует использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор, в том числе нормативно-правовые акты соответствующей направленности. По результатам работы с конспектом лекции следует обозначить вопросы, термины, материал, который вызывают трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на занятии семинарского типа.</p> |

|                               |  |
|-------------------------------|--|
|                               | <p>Лекционный материал является базовым, с которого необходимо начать освоение соответствующего раздела или темы.</p>  |
| <p>Лабораторные занятия</p>   | <p>При подготовке к занятиям и выполнении заданий студентам следует использовать литературу из рекомендованного списка, а также руководствоваться указаниями и рекомендациями преподавателя.</p> <p>Перед каждым занятием студент изучает план занятия с перечнем тем и вопросов, списком литературы и домашним заданием по вынесенному на занятие материалу.</p> <p>Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к занятию и выполнению домашних заданий:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проработать конспект лекций;</li> <li>- проанализировать литературу, рекомендованную по изучаемому разделу (модулю);</li> <li>- изучить решения типовых задач (при наличии);</li> <li>- решить заданные домашние задания;</li> <li>- при затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.</li> </ul> <p>В конце каждого занятия типа студенты получают «домашнее задание» для закрепления пройденного материала. Домашние задания необходимо выполнять к каждому занятию. Сложные вопросы можно вынести на обсуждение на занятии семинарского типа или на индивидуальные консультации.</p>  |
| <p>Самостоятельная работа</p> | <p>Самостоятельная работа студентов является составной частью их учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков, поиск и приобретение новых знаний.</p> <p>Самостоятельная работа студентов включает в себя освоение теоретического материала на основе лекций, рекомендуемой литературы; подготовку к занятиям семинарского типа в индивидуальном и групповом режиме. Советы по самостоятельной работе с точки зрения использования литературы, времени, глубины проработки темы и др., а также контроль за деятельностью студента осуществляется во время занятий.</p> <p>Целью преподавателя является стимулирование самостоятельного, углублённого изучения материала курса, хорошо структурированное, последовательное изложение теории на занятиях лекционного типа, отработка навыков решения задач и системного анализа ситуаций на занятиях семинарского типа, контроль знаний студентов.</p> <p>Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь на текущей консультации или на ближайшей лекции за помощью к преподавателю.</p> <p>Помимо самостоятельного изучения материалов по темам к самостоятельной работе обучающихся относится подготовка к практическим занятиям, по результатам которой представляется отчет преподавателю и проходит собеседование.</p> <p>При самостоятельной подготовке к практическому занятию обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- организует свою деятельность в соответствии с методическим руководством по выполнению практических работ;</li> <li>- изучает информационные материалы;</li> <li>- подготавливает и оформляет материалы практических работ в соответствии с требованиями.</li> </ul> |

|                             |  |
|-----------------------------|--|
|                             | <p>В результате выполнения видов самостоятельной работы происходит формирование компетенций, указанных в рабочей программы дисциплины (модуля).</p>  |
| <p>Практические занятия</p> | <p>Формы организации практических занятий определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями обучения. Ими могут быть: выполнение упражнений, решение типовых задач, решение ситуационных задач, занятия по моделированию реальных условий, деловые игры, игровое проектирование, имитационные занятия, выездные занятия в организации (предприятия), занятия-конкурсы и т.д. При устном выступлении по контрольным вопросам семинарского занятия студент должен излагать (не читать) материал выступления свободно. Необходимо концентрировать свое внимание на том, что выступление должно быть обращено к аудитории, а не к преподавателю, т.к. это значимый аспект формируемых компетенций.</p> <p>По окончании семинарского занятия обучающемуся следует повторить выводы, полученные на семинаре, проследив логику их построения, отметив положения, лежащие в их основе. Для этого обучающемуся в течение семинара следует делать пометки. Более того, в случае неточностей и (или) непонимания какого-либо вопроса пройденного материала обучающемуся следует обратиться к преподавателю для получения необходимой консультации и разъяснения возникшей ситуации.</p> <p>При подготовке к занятиям студентам следует использовать литературу из рекомендованного списка, а также руководствоваться указаниями и рекомендациями преподавателя.</p> <p>Перед каждым занятием студент изучает план занятия с перечнем тем и вопросов, списком литературы и домашним заданием по вынесенному на занятие материалу.</p> <p>Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к занятию и выполнению домашних заданий:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проработать конспект лекций;</li> <li>- проанализировать литературу, рекомендованную по изучаемому разделу (модулю);</li> <li>- изучить решения типовых задач (при наличии);</li> <li>- решить заданные домашние задания;</li> <li>- при затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.</li> </ul> <p>В конце каждого занятия студенты получают «домашнее задание» для закрепления пройденного материала. Домашние задания необходимо выполнять к каждому занятию. Сложные вопросы можно вынести на обсуждение на занятии или на индивидуальные консультации.</p> |

#### **Описание возможностей изучения дисциплины лицами с ОВЗ и инвалидами**

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, услуги ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано совместно с другими обучающимися, а так же в отдельных группах.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

В целях доступности получения высшего образования по образовательной программе лицами с ограниченными возможностями здоровья при освоении дисциплины (модуля) обеспечивается:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
- письменные задания, а также инструкции о порядке их выполнения оформляются увеличенным шрифтом,
- специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы (имеющие крупный шрифт или аудиофайлы),
- индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс,
- при необходимости студенту для выполнения задания предоставляется увеличивающее устройство;

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающемуся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- обеспечивается надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата (в том числе с тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
- по желанию обучающегося задания могут выполняться в устной форме.

## **12. Перечень информационных технологий**

Информационные технологии реализации дисциплины включают

### **12.1 Программное обеспечение**

1. Операционная система: Microsoft Windows 10 Professional. Подписка на 3 года. Договор № 9-БД/19 от 07.02.2019. Последняя доступная версия программы. Astra Linux Common Edition. Договор №173-ГК/19 от 12.11.2019 г.

2. Базовый пакет программ Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint). Microsoft Office Standard 2016. Бессрочная лицензия. Договор №79-ГК/16 от 11.05.2016. Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия. Договор №0313100010014000038-0010456-01 от 11.08.2014. Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия. Договор №26 от 19.12.2013. Microsoft Office Professional Plus 2010. Бессрочная лицензия. Договор №106-ГК от 21.11.2011. P7-Офис. Договор №173-ГК/19 от 12.11.2019 г.

### **12.2 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. Информационно-справочная система (справочно-правовая система) «Консультант плюс». Соглашение № ИКП2016/ЛСВ 003 от 11.01.2016 для использования в учебных целях бессрочное. Обновляется регулярно. Лицензия на все компьютеры, используемые в учебном процессе.

2. Профессиональные базы данных на платформе 1С: Предприятие с доступными конфигурациями (1С: ERP Агропромышленный комплекс 2, 1С: ERP Энергетика, 1С: Бухгалтерия молокозавода, 1С: Бухгалтерия птицефабрики, 1С: Бухгалтерия элеватора и комбикормового завода, 1С: Общепит, 1С: Ресторан. Фронт-офис). Лицензионный договор № Н8775 от 17.11.2020 г.

### **13. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Оснащение аудиторий

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: переносной компьютер, проектор, доска, экран.

2. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (практических занятий)

Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: переносной компьютер, проектор, доска, экран.

3. Помещение для самостоятельной работы .

Помещение оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

4. Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.



### Лист регистрации изменений

| Номер | Раздел   | Протокол                       |
|-------|--|--------------------------------|
| 1     | Внесены изменения в разделы: Перечень учебной литературы, Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля) | Протокол от 31 августа 2020 г. |
| 2     | Внесены изменения в разделы: Перечень информационных технологий, Перечень учебной литературы   | Протокол от 20 ноября 2020 г.  |