


**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**ИНСТИТУТ АГРОИНЖЕНЕРИИ**

УТВЕРЖДАЮ

И. о. директора Института агроинженерии

\_\_\_\_\_  С. Д. Шепелев  
«23» апреля 2020 г.

Кафедра «Электрооборудование и электротехнологии»

Рабочая программа дисциплины

**Б1.О.43 НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Направление подготовки **35.03.06 – Агроинженерия**  
Профиль – **Электрооборудование и электротехнологии**

Уровень высшего образования – **бакалавриат**  
Квалификация – **бакалавр**

Форма обучения – **заочная**

Челябинск

2020 г.

Рабочая программа дисциплины «Надежность технических систем» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО), утвержденного Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 23.08.2017 г. №813. Рабочая программа предназначена для подготовки бакалавра по направлению **35.03.06 Агроинженерия, профиль Электрооборудование и электротехнологии.**

Настоящая рабочая программа дисциплины составлена в рамках основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) и учитывает особенности обучения при инклюзивном образовании лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ).

Составитель – кандидат технических наук, доцент Царев И.Б.

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры «Электрооборудование и электротехнологии»

«17» апреля 2020 г. (протокол № 7)

Зав. кафедрой «Электрооборудование и электротехнологии»  
кандидат технических наук, доцент



Р.В. Банин

Рабочая программа дисциплины одобрена методической комиссией энергетического факультета

«21» апреля 2020 г. (протокол № 4).

Председатель методической комиссии  
энергетического факультета,  
кандидат технических наук, доцент



В.А. Захаров

Директор Научной библиотеки



Е.Л. Лебедева

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП .....	4
1.1.	Цель и задачи дисциплины .....	4
1.2.	Компетенции и индикаторы их достижений .....	4
2.	Место дисциплины в структуре ОПОП.....	4
3.	Объем дисциплины и виды учебной работы .....	4
3.1.	Распределение объема дисциплины по видам учебной работы .....	5
3.2.	Распределение учебного времени по разделам и темам .....	5
4.	Структура и содержание дисциплины.....	5
4.1.	Содержание дисциплины .....	5
4.2.	Содержание лекций.....	6
4.3.	Содержание лабораторных занятий .....	7
4.4.	Содержание практических занятий.....	7
4.5.	Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся.....	7
5.	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	8
6.	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	8
7.	Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины.....	8
8.	Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины .....	9
9.	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	9
10.	Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.....	10
11.	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	10
	Приложение 1. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации обучающихся.....	11
	Лист регистрации изменений .....	22

# 1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

## 1.1. Цель и задачи дисциплины

Бакалавр по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия, профиль Электрооборудование и электротехнологии должен быть подготовлен к решению задач профессиональной деятельности следующих типов: производственно-технологической, проектной.

**Цель дисциплины** – формирование профессиональных знаний о современной теории надежности технических систем, методах расчета показателей надежности и мероприятиях, обеспечивающих сокращение простоев технологических процессов при отказах электрооборудования и средств автоматики

### Задачи дисциплины:

- изучить методы расчета показателей надежности технических систем;
- овладеть методами решения инженерных задач, направленных на сокращение числа отказов электрооборудования и средств автоматики

## 1.2 Компетенции и индикаторы их достижений

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

Код и наименование индикатора достижения компетенций	Формируемые ЗУН		
	знания	умения	навыки
ИД-1ОПК-4 Обосновывает и реализует современные технологии в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	Обучающийся должен знать единичные и комплексные показатели надежности для восстанавливаемого и невосстанавливаемого электрооборудования и средств автоматики (Б1.О.43-3.1)	Обучающийся должен уметь решать инженерные задачи, направленные на сокращение числа отказов электрооборудования и средств автоматики (Б1.О.43-У.1)	Студент должен владеть методами анализа структурных схем замещения по надежности для достижения заданного уровня показателей надежности электрооборудования и средств автоматики (Б1.О.43-Н.1)

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Надежность технических систем» относится к обязательной части программы бакалавриата.

## 3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единиц (ЗЕТ), 108 академических часа (далее часов). Дисциплина изучается на третьем курсе.

### 3.1 Распределение объема дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Количество часов
<i>Контактная работа (всего)</i>	22
В том числе:	
Лекции (Л)	12
Практические занятия (ПЗ)	10
Лабораторные занятия (ЛЗ)	–
<i>Самостоятельная работа обучающихся (СР)</i>	77
<i>Контроль</i>	9
<i>Итого</i>	108

### 3.2 Распределение учебного времени по разделам и темам

№ п/п	Наименование темы	В том числе					
		Всего часов	контактная работа			СР	Конт-роль
			Лек	Лаб	Пр		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Введение. Предмет надежности технических систем. Общие вопросы эксплуатации электрооборудования и средств автоматики	9	2	–	–	7	X
2	Модели отказов элементов технических систем. Статистика причины и характер отказов.	18	2	–	2	14	X
3	Расчет надежности невосстанавливаемых элементов технических систем	18	2	–	2	14	X
4	Расчет надежности восстанавливаемых элементов технических систем	18	2	–	2	14	X
5	Энергетическая служба сельскохозяйственных предприятий	18	2	–	2	14	X
6	Мероприятия по повышению надежности надежности технических систем	18	2	–	2	14	X
	Контроль	9	X	X	X	X	9
	<b>Итого</b>	108	12	–	10	77	9

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Содержание дисциплины

#### *Введение*

Предмет надежности технических систем. Общие вопросы эксплуатации электрооборудования и средств автоматики.

#### *Показатели надежности технических систем*

Терминология теории надежности. Единичные показатели надежности. Показатели безотказности невосстанавливаемых и восстанавливаемых объектов. Комплексные показатели надежности. Особенности использования показателей надежности для электрооборудования и средств автоматики.

*Модели отказов элементов технических системах*

Модели отказов электрооборудования и средств автоматики. Модели внезапных, постепенных отказов и отказов в период приработки. Статистика, причины и характер отказов отдельных элементов электрооборудования и средств автоматики. Надежность воздушных линий электропередачи и кабельных линий. Надежность трансформаторов, коммутационной аппаратуры и аппаратуры релейной защиты и автоматики.

*Расчет надежности невосстанавливаемых элементов электрооборудования и средств автоматики*

Расчет показателей надежности невосстанавливаемых объектов. Способы резервирования электрооборудования. Нагруженный и ненагруженный резерв. Структурная схема замещения по надежности при последовательном, параллельном и смешанном соединении элементов. Расчет надежности по статистическим данным об отказах электрооборудования и средств автоматики. Понятия гистограммы, выравнивания статистического распределения, критерия согласия.

*Расчет надежности восстанавливаемых элементов систем электроснабжения*

Расчет показателей надежности восстанавливаемого электрооборудования. Элементы теории массового обслуживания. Ординарность потока отказов и заявок на ремонт. Число каналов, плотности потока отказов, плотности потока обслуживания одного канала, число состояний системы массового обслуживания. Граф состояний энергосистемы. Марковский случайный процесс. Уравнения Колмогорова

*Энергетическая служба сельскохозяйственных предприятий и мероприятия по повышению надежности электрооборудования и средств автоматики*

Структура и формы организации энергетической службы сельскохозяйственных предприятий. Обеспечение надежности электрооборудования и средств автоматики при проектировании, способы повышения в процессе эксплуатации. Требования нормативных документов к надежности электрооборудования и средств автоматики

#### 4.2 Содержание лекций

№ п/п	Краткое содержание лекций	Кол-во часов
1	2	3
1	Введение. Предмет надежности технических систем. Общие вопросы эксплуатации.	2
2	Единичные показатели надежности. Показатели надежности для восстанавливаемых и не восстанавливаемых объектов. Комплексные показатели надежности	2
3	Модели отказов электрооборудования и средств автоматики. Постепенные отказы. Нормальное распределение, двухпараметрическое распределение Вейбулла.	2
4	Модели внезапных отказов электрооборудования и средств автоматики. Экспоненциальное распределение, распределение Пуассона.	2
5	Структурная схема замещения по надежности. Нагруженный и ненагруженный резерв.	2
6	Статистика, причины и характер отказов электрооборудования и средств автоматики.	2
	<b>Итого</b>	<b>12</b>

#### 4.3 Содержание лабораторных занятий

Лабораторные занятия по дисциплине «Надежность технических систем» не предусмотрены учебным планом ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

#### 4.4 Содержание практических занятий

№ п/п	Наименование практических занятий	Кол-во часов
1	Обработка статистических данных по внезапным отказам силовых трансформаторов и генераторов, описывающихся экспоненциальным распределением	2
2	Обработка статистических данных по постепенным отказам масляных выключателей, описывающихся нормальным распределением	2
3	Расчет параметров распределения наработки на отказ электрооборудования, описывающейся трехпараметрическим законом Вейбулла	2
4	Расчет надежности невосстанавливаемых объектов. Структурная схема замещения по надежности. Структурная схема при последовательном и параллельном соединении элементов.	2
5	Расчет надежности восстанавливаемых объектов. Структурная схема замещения по надежности при смешанном соединении элементов.	2
	<b>Итого</b>	10

#### 4.5 Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся

##### 4.5.1 Виды самостоятельной работы обучающихся

Виды самостоятельной работы обучающихся	Количество часов
Выполнение контрольной работы	34
Подготовка к практическим занятиям	10
Самостоятельное изучение отдельных тем и вопросов	20
Подготовка к экзамену	13
<b>Итого</b>	<b>77</b>

##### 4.5.2 Содержание самостоятельной работы обучающихся

№ п/п	Наименование тем и вопросов	Кол-во часов
1	2	3
1	Расчет надежности по статистическим данным об отказах. Методы математической статистики. Вариационный ряд, гистограмма, выравнивание статистических распределений, критерии согласия.	8
2	Надежность восстанавливаемого электрооборудования. Элементы теории массового обслуживания. Число каналов, поток отказов и заявок на ремонт, графы состояния энергосистемы, Марковские случайные процессы, уравнения Колмогорова.	8
3	Особенности использования показателей надежности для электрооборудования и средств автоматики. Ремонтпригодность, долговечность, сохраняемость.	8
4	Отказы электрооборудования и средств автоматики в период приработки. Трехпараметрическое распределение Вейбулла. Параметр сдвига, масштаба и формы.	8
1	2	3

5	Расчет показателей надежности при нагруженном и ненагруженном резерве электрооборудования в случае раздельного и общего резервирования. Целый и дробный коэффициент резервирования.	8
6	Расчет коэффициента готовности системы электроснабжения с использованием элементов теории массового обслуживания. Составление графов состояния энергосистемы	8
7	Выбор структуры, формы и расчет количества персонала энергетической службы сельскохозяйственного предприятия.	8
8	Технико-экономическая оценка простоев технологических процессов при отказах электрооборудования и средств автоматики	8
9	Требования нормативных документов к надежности электрооборудования и средств автоматики. Обеспечение надежности электрооборудования и средств автоматики при проектировании.	5
10	Мероприятия по повышению надежности электрооборудования и средств автоматики	8
	<b>Итого</b>	<b>77</b>

## 5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Учебно-методические разработки имеются в электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО Южно-уральский ГАУ:

1. Расчет показателей надежности электрооборудования системы электроснабжения [Электронный ресурс] : метод. указ для самостоятельной работы. Направление подгот. 35.03.06 Агроинженерия. Профиль Электрооборудование и электротехнологии. Направление подгот. 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Профиль Электроснабжение. Уровень высш. образования - бакалавриат. Квалификация - бакалавр. Форма обучения - очная, заочная / сост.: Буторин В. А., Царев И. Б. ; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии .— Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2019 -28 с. Режим доступа: <http://nb.sursau.ru:8080/webdocs/emash/82.pdf>

2. Задания к методическим указаниям для самостоятельной работы "Расчет показателей надежности электрооборудования системы электроснабжения" [Электронный ресурс] : направление подгот. 35.03.06 Агроинженерия. Профиль Электрооборудование и электротехнологии. Направление подгот. 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Профиль Электроснабжение. Уровень высш. образования - бакалавриат. Квалификация - бакалавр. Форма обучения - очная, заочная / сост.: Буторин В. А., Царев И. Б. ; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии .— Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2019 .— 18 с.

Режим доступа: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/emash/78.pdf>

## 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Для установления соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям ФГОС ВО разработан фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине. Фонд оценочных средств представлен в Приложении.

## 7. Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины

Основная и дополнительная учебная литература имеется в электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

*Основная литература:*



1. Анферов, В.Н. Надежность технических систем : учебное пособие / В.Н. Анферов, С.И. Васильев, С.М. Кузнецов ; отв. ред. Б.Н. Смоляницкий. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2018. - 108 с. [Электронный ресурс]:

Режим доступа <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493640>

2. Обеспечение надежности сложных технических систем : учебник / А.Н. Дорохов [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 352 с. [Электронный ресурс]:

Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93594>

3. Калинин В. Ф., Кобелев А. В., Кочергин С. В. Надёжность систем электроснабжения. : учебное пособие. Томбов: издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2011 – 81 с. [Электронный ресурс]:

Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277978&sr=1>

#### *Дополнительная литература:*

1. Белинская, И.В. Надежность технических систем и техногенный риск : учебное пособие / И.В. Белинская, В.Я. Сковородин ; Министерство сельского хозяйства РФ, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Кафедра «Автомобили, тракторы и технический сервис». - Санкт-Петербург : СПбГАУ, 2017. - 81 с. : [Электронный ресурс].

Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480390>

2. Малафеев, С.И. Надежность технических систем. Примеры и задачи [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.И. Малафеев, А.И. Копейкин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 316 с.

Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/87584>

3. Лисунов, Е.А. Практикум по надежности технических систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.А. Лисунов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 240 с.

Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/56607>

4. Хорольский, В. Я. Надежность электроснабжения [Текст] : учеб. пособие / В. Я. Хорольский, М. А. Таранов .— Москва: Форум : Инфра - М, 2018 .— 128 с

### **8. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины**

1. Единое окно доступа к учебно-методическим разработкам <https://юургау.рф>

2. ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com>

3. Университетская библиотека ONLINE <http://biblioclub.ru>

### **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Учебно-методические разработки имеются в электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ:

1. Расчет показателей надежности электрооборудования системы электроснабжения [Электронный ресурс] : метод. указ для самостоятельной работы. Направление подгот. 35.03.06 Агроинженерия. Профиль Электрооборудование и электротехнологии. Направление подгот. 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Профиль Электроснабжение. Уровень высш. образования - бакалавриат. Квалификация - бакалавр. Форма обучения - очная, заочная / сост.: Буторин В. А., Царев И. Б. ; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии .— Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2019 .— 28 с.

Режим доступа: <http://nb.sursau.ru:8080/webdocs/emash/82.pdf>

2. Задания к методическим указаниям для самостоятельной работы "Расчет показателей надежности электрооборудования системы электроснабжения" [Электронный ресурс] : направление подгот. 35.03.06 Агроинженерия. Профиль Электрооборудование и электротехнологии. Направление подгот. 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Профиль Электроснабжение. Уровень высш. образования - бакалавриат. Квалификация - бакалавр. Форма обучения - очная, заочная / сост.: Буторин В. А., Царев И. Б. ; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии .— Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2019 .— 18 с.

## **10. Информационные технологии, используемые при проведении практики, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

В Научной библиотеке с терминальных станций предоставляется доступ к базам данных:

- «Сельхозтехника» Автоматизированная справочная систем Договор № 980/59/44 04.04.2017
- «Техэксперт» Информационно-справочная система Контракт № 85/44 05.05.2017

Лицензионное программное обеспечение:

1. MyTestXPRo 11.0 Программное обеспечение для тестирования знаний обучающихся. Сублицензионный договор № А0009141844/165/44 от 04.07.2017
2. Windows 10 Home Single Language 1.0.63.71 Операционная система. Договор № 1146Ч от 09.12.2016
3. Microsoft OfficeStd 2019 RUS OLP NL Acdmc Офисный пакет приложений. Лицензионный договор № 11353/409/44 от 25.12.2018 г
4. Google Chrome Веб-браузер Свободно распространяемое ПО (Бесплатное программное обеспечение)
5. Kaspersky Internet Security Антивирусное программное обеспечение. Договор № 10405/121/44 от 04.04.2019 г
6. nanoCAD Электро версия 10.0 локальная Система автоматизированного проектирования (САПР) Сертификат: NCEL100-03631 от 04.06.2019 г.
7. PTC MathCAD Education - University Edition Система компьютерной алгебры. Договор № 10554/134/44 от 20.06.2018 г.
8. КОМПАС 3D v18 Система автоматизированного проектирования (САПР) Сублицензионный договор № КАД-18-0863 от 06.07.2018 г.

## **11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

*Учебные аудитории для проведения занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения:*

454080, г. Челябинск, ул.Красная, 38, корпус энергетического факультета

1. Ауд. №201э, 203э, 212э, 302 э – для занятий лекционного типа
  2. Аудитории 203э, 302э – учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типов, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации
  3. Аудитория 310э, оснащенная:
    - мультимедийным комплексом (компьютер, видеопроектор);
    - компьютерной техникой с виртуальными аналогами лабораторного оборудования.:
- Помещение для самостоятельной работы*  
454080, г. Челябинск, проспект Ленина 75, главный корпус, аудитория № 303

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	Компетенции и их индикаторы, формируемые в процессе освоения дисциплины.....	13
2.	Показатели, критерии и шкала оценивания индикаторов достижения сформированности компетенций.....	13
3.	Типовые контрольные, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций в процессе освоения дисциплины.....	14
4.	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций	15
4.1.	Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости.....	15
4.1.1.	Ответ на практическом занятии.....	15
4.1.2.	Отчет по лабораторной работе.....	16
4.1.3.	Контрольная работа	16
4.2.	Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации	16
4.2.1.	Зачет.....	16
4.2.2.	Экзамен.....	16

## 1. Компетенции и их индикаторы, формируемые в процессе освоения дисциплины

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

Код и наименование индикатора достижения компетенций	Формируемые ЗУН			Наименование оценочных средств
	знания	умения	навыки	
ИД-1ОПК-4 Обосновывает и реализует современные технологии в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	Обучающийся должен знать единичные и комплексные показатели надежности для восстановления и невосстанавливаемого электрооборудования и средств автоматики (Б1.О.43-3.1)	Обучающийся должен уметь решать инженерные задачи, направленные на сокращение числа отказов электрооборудования и средств автоматики (Б1.О.43-У.1)	Обучающийся должен владеть методами анализа структурных схем замещения по надежности для достижения заданного уровня показателей надежности электрооборудования и средств автоматики (Б1.О.43-Н.1)	Текущая аттестация: ответ на практическом занятии  Промежуточная аттестация – экзамен

## 2. Показатели, критерии и шкала оценивания индикаторов достижения компетенций

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

Показатели оценивания (формируемые ЗУН)	Критерии и шкала оценивания результатов обучения при прохождении практики			
	Недостаточный уровень	Достаточный уровень	Средний уровень	Высокий уровень
1	2	3	4	5
Б1.О.43-3.1	Обучающийся не знает знать единичные и комплексные показатели надежности для восстановления и невосстанавливаемого электрооборудования и средств автоматики	Обучающийся слабо знает единичные и комплексные показатели надежности для восстановления и невосстанавливаемого электрооборудования и средств автоматики	Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает единичные и комплексные показатели надежности для восстановления и невосстанавливаемого электрооборудования и средств автоматики	Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает единичные и комплексные показатели надежности для восстановления и невосстанавливаемого электрооборудования и средств автоматики
1	2	3	4	5

Б1.О.43-У.1	Обучающийся не умеет решать инженерные задачи, направленные на сокращение числа отказов электрооборудования и средств автоматики	Обучающийся слабо умеет решать инженерные задачи, направленные на сокращение числа отказов электрооборудования и средств автоматики	Обучающийся с незначительными затруднениями умеет решать инженерные задачи, направленные на сокращение числа отказов электрооборудования и средств автоматики	Обучающийся умеет решать инженерные задачи, направленные на сокращение числа отказов электрооборудования и средств автоматики
Б1.О.43-Н.1	Обучающийся не владеет методами анализа структурных схем замещения по надежности для достижения заданного уровня показателей надежности электрооборудования и средств автоматики	Обучающийся слабо владеет методами анализа структурных схем замещения по надежности для достижения заданного уровня показателей надежности электрооборудования и средств автоматики	Обучающийся с небольшими затруднениями владеет методами анализа структурных схем замещения по надежности для достижения заданного уровня показателей надежности электрооборудования и средств автоматики	Обучающийся свободно владеет методами анализа структурных схем замещения по надежности для достижения заданного уровня показателей надежности электрооборудования и средств автоматики

### 3. Типовые контрольные задания, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций в процессе освоения дисциплины

Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, содержатся в учебно-методических разработках, приведенных ниже

1. Расчет показателей надежности электрооборудования системы электроснабжения [Электронный ресурс] : метод. указ для самостоятельной работы. Направление подгот. 35.03.06 Агроинженерия. Профиль Электрооборудование и электротехнологии. Направление подгот. 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Профиль Электроснабжение. Уровень высш. образования - бакалавриат. Квалификация - бакалавр. Форма обучения - очная, заочная / сост.: Буторин В. А., Царев И. Б. ; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии .— Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2019 -28 с. Режим доступа: <http://nb.sursau.ru:8080/webdocs/emash/82.pdf>

2. Задания к методическим указаниям для самостоятельной работы "Расчет показателей надежности электрооборудования системы электроснабжения" [Электронный ресурс] : направление подгот. 35.03.06 Агроинженерия. Профиль Электрооборудование и электротехнологии. Направление подгот. 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Профиль Электроснабжение. Уровень высш. образования - бакалавриат. Квалификация - бакалавр. Форма обучения - очная, заочная / сост.: Буторин В. А., Царев И. Б. ; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии .— Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2019 .— 18 с.

Режим доступа: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/emash/78.pdf>

3. Лисунов, Е.А. Практикум по надежности технических систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.А. Лисунов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 240 с.

Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/56607>

4. Малафеев, С.И. Надежность технических систем. Примеры и задачи [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.И. Малафеев, А.И. Копейкин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 316 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/87584>

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

## сформированность компетенций

В данном разделе методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков по дисциплине «Надежность технических систем», приведены применительно к каждому из используемых видов текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

### 4.1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости

#### 4.1.1. Устный ответ на практическом занятии

Ответ на практическом занятии используется для оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по отдельным вопросам и темам дисциплины. Темы и планы занятий заранее сообщаются обучающимся. Ответ оценивается оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

№	Оценочные средства (Вопрос на практическом занятии)	Код и наименование индикатора компетенции
1.	а) Дать определение наработки до отказа, наработки на отказ, ресурса, гамма-процентного ресурса, коэффициента готовности, коэффициента простоя б) Привести классификацию способов резервирования электрооборудования и средств автоматизации в) Привести классификацию структурных схем замещения по надежности г) Каковы наиболее распространенные причины и характер повреждений электродвигателей д) Какие виды отказов электрооборудования описывает нормальное распределение, экспоненциальное распределение, распределение Вейбула.	ИД-1ОПК-4 Обосновывает и реализует современные технологии в соответствии с направленностью профессиональной деятельности

Критерии оценивания ответа (табл.) доводятся до сведения обучающихся в начале занятий. Оценка объявляется обучающемуся непосредственно после ответа.

Шкала	Критерии оценивания
1	2
Оценка 5 (отлично)	- обучающийся полно усвоил учебный материал; - показывает знание основных понятий темы, грамотно пользуется терминологией; - проявляет умение анализировать и обобщать информацию, навыки связного описания явлений и процессов; - демонстрирует умение излагать учебный материал в определенной логической последовательности; - показывает умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами; - демонстрирует сформированность и устойчивость знаний, умений и навыков; - могут быть допущены одна–две неточности при освещении второстепенных вопросов.
Оценка 4 (хорошо)	ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет место один из недостатков: - в усвоении учебного материала допущены небольшие пробелы, не искажившие содержание ответа; - в изложении материала допущены незначительные неточности.
1	2
Оценка 3	- неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее

(удовлетворительно)	<p>понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, описании явлений и процессов, исправленные после наводящих вопросов;</li> <li>- выявлена недостаточная сформированность знаний, умений и навыков, обучающийся не может применить теорию в новой ситуации.</li> </ul>
Оценка 2 (неудовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- не раскрыто основное содержание учебного материала;</li> <li>- обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;</li> <li>- допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, в описании явлений и процессов, решении задач, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов;</li> <li>- не сформированы компетенции, отсутствуют соответствующие знания, умения и навыки.</li> </ul>

#### 4.1.2. Отчет по лабораторной работе

Лабораторные работы по данной дисциплине не предусмотрены учебным планом

#### 4.1.3. Контрольная работа

Отчет по контрольной работе используется для оценки качества освоения студентом образовательной программы по отдельным темам дисциплины. Отчет оценивается оценкой «зачтено», «не зачтено».

Содержание отчета и критерии оценки ответа (табл.) доводятся до сведения студентов в начале занятий. Оценка объявляется студенту непосредственно после проверки контрольной работы.

Шкала	Критерии оценивания
Оценка «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– способность производить расчеты, связанные с оценкой показателей надежности технических систем (допускается наличие малозначительных ошибок, вычислительного характера).</li> <li>– свободное владение терминологией;</li> <li>– умение высказывать и обосновывать свои суждения при ответе на вопросы;</li> </ul>
Оценка «не зачтено»	– отсутствие необходимых теоретических знаний, необходимых для проведения расчетов по оценке показателей надежности технических систем;

### 4.2. Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

#### 4.2.1. Зачет

Зачет по данной дисциплине не предусмотрен учебным планом

#### 4.2.2 Экзамен

Экзамен является формой оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по разделам дисциплины. По результатам экзамена обучающемуся выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Экзамен по дисциплине проводится в соответствии с расписанием промежуточной аттестации, в котором указывается время его проведения, номер аудитории, место проведения консультации. Утвержденное расписание размещается на информационных стендах, а также на официальном сайте Университета.



Уровень требований для промежуточной аттестации обучающихся устанавливается рабочей программой дисциплины и доводится до сведения обучающихся в начале семестра.

Экзамены принимаются, как правило, лекторами. С разрешения заведующего кафедрой на экзамене может присутствовать преподаватель кафедры, привлеченный для помощи в приеме экзамена. В случае отсутствия ведущего преподавателя экзамен принимается преподавателем, назначенным распоряжением заведующего кафедрой.

Присутствие на экзамене преподавателей с других кафедр без соответствующего распоряжения ректора, проректора по учебной работе или декана факультета не допускается.

Обучающиеся при явке на экзамен обязаны иметь при себе зачетную книжку, которую они предъявляют экзаменатору.

Для проведения экзамена ведущий преподаватель накануне получает в деканате зачетно-экзаменационную ведомость, которая возвращается в деканат после окончания мероприятия в день проведения экзамена или утром следующего дня.

Экзамены проводятся по билетам в устном или письменном виде, либо в виде тестирования. Экзаменационные билеты составляются по установленной форме в соответствии с утвержденными кафедрой экзаменационными вопросами и утверждаются заведующим кафедрой ежегодно. В билете содержится 2 теоретических вопроса.

Экзаменатору предоставляется право задавать вопросы сверх билета, а также помимо теоретических вопросов давать для решения задачи и примеры, не выходящие за рамки пройденного материала по изучаемой дисциплине.

Знания, умения и навыки обучающихся определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и выставляются в зачетно-экзаменационную ведомость и в зачетную книжку обучающегося в день экзамена.

При проведении устного экзамена в аудитории не должно находиться более восьми обучающихся на одного преподавателя.

При проведении устного экзамена студент выбирает экзаменационный билет в случайном порядке, затем называет фамилию, имя, отчество и номер экзаменационного билета.

Во время экзамена обучающиеся могут пользоваться с разрешения экзаменатора программой дисциплины, справочной и нормативной литературой, другими пособиями и техническими средствами.

Время подготовки ответа при сдаче экзамена в устной форме должно составлять не менее 40 минут (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным). Время ответа – не более 15 минут.

Обучающийся, испытывающий затруднения при подготовке к ответу по выбранному им билету, имеет право на выбор второго билета с соответствующим продлением времени на подготовку. При окончательном оценивании ответа оценка снижается на один балл. Выдача третьего билета не разрешается.

Если обучающийся явился на экзамен, и, взяв билет, отказался от прохождения аттестации в связи с неподготовленностью, то в ведомости ему выставляется оценка «неудовлетворительно».

Нарушение дисциплины, списывание, использование обучающимися неразрешенных печатных и рукописных материалов, мобильных телефонов, коммуникаторов, планшетных компьютеров, ноутбуков и других видов личной коммуникационной и компьютерной техники во время аттестационных испытаний запрещено. В случае нарушения этого требования преподаватель обязан удалить обучающегося из аудитории и проставить ему в ведомости оценку «неудовлетворительно».

Выставление оценок, полученных при подведении результатов промежуточной аттестации, в зачетно-экзаменационную ведомость и зачетную книжку проводится в присутствии самого обучающегося. Преподаватели несут персональную ответственность за своевременность и точность внесения записей о результатах промежуточной аттестации в зачетно-экзаменационную ведомость и в зачетные книжки.

Неявка на экзамен отмечается в зачетно-экзаменационной ведомости словами «не явился».

Для обучающихся, которые не смогли сдать экзамен в установленные сроки, Университет устанавливает период ликвидации задолженности. В этот период преподаватели, принимавшие экза-

мен, должны установить не менее 2-х дней, когда они будут принимать задолженности. Информация о ликвидации задолженности отмечается в экзаменационном листе.

Обучающимся, показавшим отличные и хорошие знания в течение семестра в ходе постоянного текущего контроля успеваемости, может быть проставлена экзаменационная оценка досрочно, т.е. без сдачи экзамена. Оценка выставляется в экзаменационный лист или в зачетно-экзаменационную ведомость.

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья могут сдавать экзамены в межсессионный период в сроки, установленные индивидуальным учебным планом. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, имеющие нарушения опорно-двигательного аппарата, допускаются на аттестационные испытания в сопровождении ассистентов-сопровождающих.

Процедура проведения промежуточной аттестации для особых случаев изложена в «Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по ОПОП бакалавриата, специалитета и магистратуры» ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ (ЮУрГАУ-П-02-66/02-16 от 26.10.2016 г.).

№	Оценочные средства (Экзаменационные вопросы)	Код и наименование индикатора компетенции
1.	<p>1. Дать определение согласно ГОСТ 27.002-2009 надежности и ее составляющих: безотказности, долговечности, ремонтпригодности.</p> <p>2. Дать определение наработки до отказа, наработки на отказ, ресурса, гамма-процентного ресурса, коэффициента готовности, коэффициента простоя. Расчетные формулы для коэффициента готовности и коэффициента простоя.</p> <p>3. Интенсивность отказов невосстанавливаемых объектов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– определение;</li> <li>– физический смысл;</li> <li>– расчетные формулы, связывающие интенсивность отказов и вероятность безотказной работы;</li> <li>– расчетные формулы, связывающие интенсивность отказов и статистику отказов.</li> </ul> <p>4. Вероятность безотказной работы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– определение;</li> <li>– расчетные формулы, связывающие вероятность безотказной работы и наработку до отказа;</li> <li>– расчетные формулы, связывающие вероятность безотказной работы и статистику отказов.</li> </ul> <p>Вероятность отказа:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– определение;</li> <li>– связь с вероятностью безотказной работы.</li> </ul> <p>5. Плотность распределения наработки до отказа:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физический смысл;</li> <li>– график;</li> <li>– расчетные формулы, связывающие плотность распределения наработки до отказа и вероятность безотказной работы</li> <li>– расчетные формулы, связывающие плотность распределения наработки до отказа вероятностью отказа и интенсивность отказов.</li> </ul> <p>6. Нормальное распределение отказов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– какие виды отказов описывает;</li> <li>– плотность нормального распределения (формула и график);</li> <li>– вероятность безотказной работы при нормальном распределении отказов (формула и график);</li> </ul>	<p>ИД-1ОПК-4 Обосновывает и реализует современные технологии в соответствии с направленностью профессиональной деятельности</p>

- интенсивность отказов при нормальном распределении (формула и график).
7. Экспоненциальное распределение отказов:
- какие виды отказов описывает;
  - плотность экспоненциального распределения (формула и график);
  - вероятность безотказной работы при экспоненциальном распределении отказов (формула и график);
  - интенсивность отказов при экспоненциальном распределении (формула и график).
8. Распределение Вейбулла
- какие виды отказов описывает;
  - плотность распределение Вейбулла (формула и графики в зависимости от параметра  $b$ );
  - вероятность безотказной работы при распределении Вейбулла (формула и графики в зависимости от параметра  $b$ );
9. Резервирование. Классификация способов резервирования.  
 Нагрузочное резервирование, определение и примеры.  
 Структурное резервирование, определение и примеры.  
 Кратность резервирования. Пояснить, что означает целая и дробная кратность.
10. Постоянное резервирование:
- схема;
  - пояснения к схеме;
  - примеры.
- Резервирование замещением:
- схема;
  - пояснения к схеме;
  - примеры.
- Скользящее резервирование:
- схема;
  - пояснения к схеме;
  - примеры.
11. Структурная схема замещения по надежности:
- физический смысл;
  - классификация структурных схем.
- Последовательная схема замещения по надежности:
- расчет вероятности безотказной работы системы;
  - расчет интенсивности отказов системы.
12. Структурная схема замещения по надежности:
- физический смысл;
  - классификация структурных схем.
- Параллельная схема замещения по надежности:
- расчет вероятности безотказной работы системы;
  - расчет отказов системы системы.
13. Структурная схема замещения по надежности при смешанном общем соединении нагруженных элементов:
- достоинства и недостатки
  - расчет вероятности безотказной работы системы;
  - расчет интенсивности отказов системы.
- Расчет вероятности безотказной работы системы и ее наработки на отказ для ненагруженного резерва (в случае смешанного общего соединения).
14. Структурная схема замещения по надежности при смешанном раздельном (поэлементном) соединении нагруженных элементов:

	<p>– достоинства и недостатки; – расчет вероятности безотказной работы системы. Расчет вероятности безотказной работы системы для ненагруженного резерва (в случае смешанного раздельного соединения).</p> <p>15. Статистика и причины повреждений сетей 0,38-35 кВ. Самое слабое и самое надежное звено в сетях 10 кВ.</p> <p>16. Причины и характер повреждений воздушных линий электропередачи. Что понимают под грозовым перекрытием изоляции, пляской проводов.</p> <p>17. Причины и характер повреждений кабельных линий.</p> <p>18. Причины и характер повреждений силовых трансформаторов.</p> <p>19. Причины и характер повреждений коммутационной аппаратуры.</p> <p>20. Причины и характер повреждений релейной защиты и автоматики.</p> <p>21. Для чего собирают статистику отказов электрооборудования, что она позволяет определить. Как, зная статистику отказов рассчитать среднюю наработку на отказ и среднее квадратическое отклонение наработки на отказ.</p> <p>22. Что такое объем выборки, вариационный ряд и гистограмма.</p> <p>23. Как, зная объем выборки, рассчитать число и ширину столбцов в гистограмме, высоту столбцов в гистограмме.</p> <p>24. Как по виду гистограммы определить вид распределения наработки на отказ. Что такое критерий согласия Пирсона (критерий <math>\chi^2</math>), как он рассчитывается.</p> <p>25. Что такое уровень значимости и число степеней свободы предполагаемого распределения наработки на отказ. Как определить табличное значение критерия согласия Пирсона (критерия <math>\chi^2</math>).</p> <p>26. При каких условиях и с какой вероятностью гипотеза о соответствии предполагаемого теоретического распределения наработки на отказ и данных статистики – верна.</p> <p>27. Какова структура энергетической службы сельскохозяйственного предприятия</p> <p>28. Какие существуют формы организации энергетической службы сельскохозяйственного предприятия</p> <p>29. Какие предусмотрены мероприятия по повышению надежности электрооборудования</p>	
--	---	--

Шкала и критерии оценивания ответа обучающегося представлены в таблице.

Шкала	Критерии оценивания
1	2
Оценка 5 (отлично)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся полно усвоил учебный материал;</li> <li>- показывает знание основных понятий дисциплины, грамотно пользуется терминологией;</li> <li>- проявляет умение анализировать и обобщать информацию, навыки связного описания явлений и процессов;</li> <li>- демонстрирует умение излагать материал в определенной логической последовательности;</li> <li>- показывает умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами;</li> <li>- демонстрирует сформированность и устойчивость знаний, умений и навыков;</li> <li>- могут быть допущены одна–две неточности при освещении второстепенных вопросов.</li> </ul>

<p>Оценка 4 (хорошо)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет место один из недостатков:</li> <li>- в усвоении учебного материала допущены пробелы, не исказившие содержание ответа;</li> <li>- в изложении материала допущены незначительные неточности.</li> </ul>
1	2
<p>Оценка 3 (удовлетворительно)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- знание основного программного материала в минимальном объеме, погрешности непринципиального характера в ответе на экзамене: неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопросов;</li> <li>- имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, описании явлений и процессов, исправленные после наводящих вопросов;</li> <li>- выявлена недостаточная сформированность знаний, умений и навыков, обучающийся не может применить теорию в новой ситуации.</li> </ul>
<p>Оценка 2 (неудовлетворительно)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- пробелы в знаниях основного программного материала, принципиальные ошибки при ответе на вопросы;</li> <li>- обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;</li> <li>- допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, в описании явлений и процессов, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов;</li> <li>- не сформированы компетенции, отсутствуют соответствующие знания, умения и навыки.</li> </ul>

