

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

**«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ИНСТИТУТ АГРОИНЖЕНЕРИИ ФГБОУ ВО ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГАУ**

УТВЕРЖДАЮ

Декан энергетического факультета

С.А. Иванова

«6» марта 2017 г.

Кафедра «Электрооборудование и электротехнологии»

Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.01 НАДЕЖНОСТЬ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

Направление подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

Профиль **Электроснабжение**

Уровень высшего образования – **бакалавриат (академический)**

Квалификация – **бакалавр**

Форма обучения – **очная**

Челябинск

2017 г.

Рабочая программа дисциплины «Надежность электроснабжения» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 03.09.2015 г. №955. Рабочая программа предназначена для подготовки бакалавра по направлению **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль – Электроснабжение.**

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).

Составители – доктор технических наук, профессор Буторин В.А.,  
кандидат технических наук, доцент Царев И.Б.

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

«1» Марта 2017 г. (протокол №7.1)

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



Р.В. Банин

Рабочая программа дисциплины одобрена методической комиссией энергетического факультета

«6» Марта 2017 г. (протокол №5)

Председатель методической комиссии  
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.	Планируемые результаты обучения по дисциплине (показатели сформированности компетенций)	4
2.	Место дисциплины в структуре ОПОП	5
3.	Объем дисциплины и виды учебной работы	6
3.1.	Распределение объема дисциплины по видам учебной работы	6
3.2.	Распределение учебного времени по разделам и темам	6
4.	Структура и содержание дисциплины	7
4.1.	Содержание дисциплины	7
4.2.	Содержание лекций	8
4.3.	Содержание лабораторных занятий	8
4.4.	Содержание практических занятий	9
4.5.	Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся	9
5.	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	10
6.	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	11
7.	Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины	11
8.	Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины	11
9.	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	12
10.	Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем	12
11.	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	12
12.	Инновационные формы образовательных технологий	13
	Приложение №1. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	14
	Лист регистрации изменений	26

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

## 1.1 Цель и задачи дисциплины

Бакалавр по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника должен быть подготовлен к научно-исследовательской, проектно-конструкторской, производственно-технологической, монтажно-наладочной, сервисно-эксплуатационной и организационно-управленческой деятельности.

**Цель дисциплины** – формирование профессиональных знаний о современной теории надежности в системах электроснабжения, методах расчета, анализа и оптимизации их надежности, приобретение студентами навыков оценки показателей надежности, определения величины ущерба от перерывов электроснабжения и недоотпуска электроэнергии.

### Задачи дисциплины:

– изучить теоретические основы анализа надежности систем электроснабжения, основные методы достижения заданного уровня надежности, экономические аспекты надежности систем электроснабжения.

– овладеть методами решения инженерных задач в области надежности систем электроснабжения.

## 1.2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (показатели сформированности компетенций)

Планируемые результаты освоения ОПОП (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
	знания	умения	навыки
ОПК-2 способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	Студент должен знать: основы теории вероятностей, математической статистики в объеме необходимом для описания моделей отказов и восстановления энергооборудования Б1.В.01-3.1	Студент должен уметь использовать методы теории вероятностей и математической статистики для расчета показателей надежности систем электроснабжения; Б1.В.01-У.1	Студент должен владеть методами анализа структурных схем замещения по надежности для достижения заданного уровня показателей надежности энергооборудования и систем электроснабжения- Б1.В.01-Н.1

Планируемые результаты освоения ОПОП (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
	знания	умения	навыки
ПК-5 готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности	Студент должен знать: единичные и комплексные показатели надежности систем электроснабжения, показатели надежности для ремонтируемого и неремонтируемого энергооборудования Б1.В.01-3.2	Студент должен уметь на основании статистики отказов определять: единичные и комплексные показатели надежности систем электроснабжения, показатели надежности для ремонтируемого и неремонтируемого энергооборудования Б1.В.01-У.2	Студент должен владеть навыками теоретической оценки: единичных и комплексных показателей надежности систем электроснабжения, показателей надежности для ремонтируемого и неремонтируемого энергооборудования Б1.В.01-Н.2

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Надежность электроснабжения» относится к числу обязательных дисциплин вариативной части Блока 1 (Б1.В.01) основной профессиональной образовательной программы академического бакалавриата по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль – Электроснабжение и электротехнологии

### Междисциплинарные связи с обеспечивающими (предшествующими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предшествующих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин	Формируемые компетенции
Предшествующие дисциплины		
1	Математика	ОПК-2
2	Приемники и потребители электрической энергии систем электроснабжения	ПК-5
3	Системы электроснабжения городов и промышленных предприятий	ПК-5
4.	Электрический привод	ПК-5
Последующие дисциплины в учебном плане отсутствуют		

## 3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Объем дисциплины составляет 6 зачетных единиц (ЗЕТ), 108 академических часа (далее часов). Дисциплина изучается в 8-ом семестре.

### 3.1 Распределение объема дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (всего)	40
В том числе:	
Лекции	20
Практические занятия (ПЗ)	20
Лабораторные занятия (ЛЗ)	–
Самостоятельная работа (всего)	32
Контроль	36
Общая трудоемкость	108

### 3.2 Распределение учебного времени по разделам и темам

№ п/п	Наименование темы	В том числе					
		час	контактная работа			СР	Конт-роль
			Л	ЛЗ	ПЗ		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Введение. Предмет надежности электроснабжения. Показатели надежности электроснабжения	8	4	–	2	2	X
2	Модели отказов элементов систем электроснабжения. Статистика причины и характер отказов.	16	4	–	4	8	X
3	Расчет надежности восстанавливаемых элементов систем электроснабжения	16	4	–	4	8	X
4	Расчет надежности восстанавливаемых элементов систем электроснабжения	18	4	–	4	10	X
5	Технико-экономическая оценка недоотпуска электроэнергии потребителям	8	2		4	2	X
6	Мероприятия по повышению надежности электроснабжения	6	2		2	2	X
	Контроль	36	X	X	X	X	36
	<b>Итого</b>	108	20	–	20	32	36

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Содержание дисциплины

#### **Введение**

Предмет надежности электроснабжения. Понятия системы электроснабжения и ее элементов. Возможные пути повышения надежности при проектировании и эксплуатации.

#### **Показатели надежности электроснабжения**

Терминология теории надежности. Единичные показатели надежности. Показатели безотказности невосстанавливаемых и восстанавливаемых объектов. Комплексные показатели надежности. Особенности использования показателей надежности для оценки систем электроснабжения.

#### **Модели отказов элементов систем электроснабжения.**

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

#### **Расчет надежности невосстанавливаемых элементов системы электроснабжения**

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

#### **Расчет надежности восстанавливаемых элементов систем электроснабжения**

Расчет показателей надежности ремонтируемого энергооборудования. 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

#### **Технико-экономическая оценка недоотпуска электроэнергии потребителям и мероприятия по повышению надежности электроснабжения.**

Существующие способы оценки ущерба из-за перебоев в электроснабжении, микро и макро моделирование. Обеспечение надежности электроснабжения при проектировании, способы повышения надежности электроснабжения потребителей. Требования нормативных документов к надежности электроснабжения потребителей.

## 4.2 Содержание лекций

№ п/п	Содержание лекций	Продолжит. часов
1	2	3
1	Введение. Предмет надежности электроснабжения. Понятия системы электроснабжения и ее элементов. Возможные пути повышения надежности при проектировании и эксплуатации.	2
2	Единичные показатели надежности. Показатели надежности для восстанавливаемых и не восстанавливаемых объектов. Комплексные показатели надежности	2
3	Модели отказов энергооборудования. Постепенные отказы. Нормальное распределение, двухпараметрическое распределение Вейбулла.	2
4	Модели внезапных отказов энергооборудования. Экспоненциальное распределение, распределение Пуассона.	2
5	Расчет надежности невосстанавливаемых объектов. Структурная схема замещения по надежности. Структурная схема при последовательном и параллельном соединении элементов.	2
6	Структурная схема замещения по надежности при смешанном соединении элементов. Нагруженный и ненагруженный резерв.	2
7	Расчет надежности восстанавливаемых объектов. Элементы теории массового обслуживания	2
8	Статистика, причины и характер отказов энергооборудования.	2
9	Мероприятия по повышению надежности электроснабжения	2
10	Технико-экономическая оценка недоотпуска электроэнергии потребителям	2
	Итого	20

## 4.3 Содержание лабораторных занятий

Лабораторные занятия по данной дисциплине не предусмотрены учебным планом ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

## 4.4 Содержание практических занятий

№ п/п	Наименование практических занятий	Продолжит. часов
1	Составление структурных схем замещения по надежности и расчет показателей надежности для участков электрической сети и энергооборудования.	4
2	Обработка статистических данных по постепенным отказам масляных выключателей, описывающихся нормальным распределением	4



№ п/п	Наименование практических занятий	Продолжит. часов
3	Обработка статистических данных по внезапным отказам силовых трансформаторов и генераторов, описывающихся экспоненциальным распределением	4
4	Расчет параметров распределения наработки на отказ, описывающейся трехпараметрическим законом Вейбулла	4
5	Расчет коэффициента готовности системы электроснабжения с использованием элементов теории массового обслуживания. Составление графов состояния энергосистемы	4
	<b>Итого</b>	<b>20</b>

#### 4.5. Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся

##### 4.5.1. Виды самостоятельной работы обучающихся

Виды самостоятельной работы обучающихся	Количество часов
Подготовка к практическим занятиям	10
Самостоятельное изучение отдельных тем и вопросов	12
Подготовка к экзамену	10
<b>Итого</b>	<b>32</b>

##### Содержание вопросов, изучаемых студентами самостоятельно

№ п/п	Наименование изучаемых тем или вопросов	Продолжит. часов
1	Расчет надежности по статистическим данным об отказах. Методы математической статистики. Вариационный ряд, гистограмма, выравнивание статистических распределений, критерии согласия.	4
2	Надежность восстанавливаемого энергооборудования. Элементы теории массового обслуживания. Число каналов, поток отказов и заявок на ремонт, графы состояния энергосистемы, марковские случайные процессы, уравнения Колмогорова.	6
3	Особенности использования показателей надежности для оценки систем электроснабжения. Ремонтпригодность, долговечность, сохраняемость.	4

№ п/п	Наименование изучаемых тем или вопросов	Продолжит. часов
4	Отказы энергооборудования в период приработки. Трехпараметрическое распределение Вейбулла. Параметр сдвига, масштаба и формы.	4
5	Расчет показателей надежности при нагруженном и ненагруженном резерве в случае отдельного и общего резервирования энергооборудования. Целый и дробный коэффициент резервирования.	6
6	Категории электропотребителей по надежности. Схемы электроснабжения для потребителей 1-ой, 2-ой и 3-ей категории. Особая подгруппа потребителей 1-ой категории. Автоматическое и повторное включение резерва.	4
7	Требования нормативных документов к надежности электроснабжения. Обеспечение надежности электроснабжения при проектировании.	4
	<b>Итого</b>	<b>32</b>

## 5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Учебно-методические разработки имеются на кафедре «Электрооборудование и электротехнологии», в Научной библиотеке Института агроинженерии ФГБОУ ВО ЮУрГАУ и электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО Южноуральский ГАУ:

1. Оценка показателей надежности системы электроснабжения [Электронный ресурс]: методические указания по контрольной работе / ЧГАА; сост. В.А. Буторин и др. – Челябинск: ЧГАА, 2014. – 28 с. – Режим доступа:

<http://192.168.0.1:8080/localdocs/emash/37.pdf>

2. Буторин В.А. Эксплуатация и надежность электрооборудования [Электронный ресурс]: учебное пособие. Челябинск: ЧГАУ, 2009. – 168 с. – Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/emash/6.pdf>

3. Расчет надежности системы электроснабжения [Электронный ресурс]: методические указания по курсовой работе / сост.: В.А. Буторин, В.Н. Кутепов, ЧГАА. – Челябинск: ЧГАА, 2011. – 19 с. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/emash/3.pdf>

4. Задания к методическим указаниям по курсовой работе «Расчет надежности системы электроснабжения» [Электронный ресурс]: / сост.: В.А. Буторин, В.Н. [и др.] – Челябинск: ЧГАА, 2011. – 27. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/emash/4.pdf>

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

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 №1.

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

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

### **Основная литература:**

1. Секретарев Ю. А. Надежность электроснабжения. [Электронный ресурс]: учебное пособие. Новосибирск: НГТУ, 2010 – 105 с. Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228760&sr=1>
2. Калинин В. Ф., Кобелев А. В., Кочергин С. В. Надёжность систем электроснабжения. [Электронный ресурс]: учебное пособие. Томов: издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2011 – 81 с. Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277978&sr=1>

### **Дополнительная литература:**

1. Хорольский В.Я., Таранов М.А. Надежность электроснабжения. [Текст]: учебное пособие. Ростов-на-Дону: ООО «Терра Принт», 2007. – 120 с.
2. Таранов М. А., Хорольский В. Я. Эксплуатация систем электроснабжения. [Текст]: учебное пособие. Ростов-на-Дону: «Терра Принт», 2010.– 320 с.
3. Ерошенко Г.П., Медведько Ю.А., Таранов М.А. Эксплуатация энергооборудования сельскохозяйственных предприятий [Текст]: учебник для ВУЗов. Ростов-на-Дону: ООО «Терра»; НПК «Гефест», 2001. – 592 с.
4. Водяников В.Т. Экономическая оценка энергетики АПК [Текст]: учебное пособие. М.: «ИКФ ЭКМОС», 2002. – 304 с.

### **Периодические издания:**

«Промышленная энергетика», «Энергетик», «Техника в сельском хозяйстве», «Механизация и электрификация сельского хозяйства».

## **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 Научной библиотеке и электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ:

1. Оценка показателей надежности системы электроснабжения [Электронный ресурс]: методические указания по контрольной работе / ЧГАА; сост. В.А. Буторин [и др.] – Челябинск: ЧГАА, 2014. – 28 с. – Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/emash/37.pdf>

2. Расчет надежности системы электроснабжения [Текст]: методические указания по курсовой работе / сост.: В.А. Буторин, В.Н. Кутепов, ЧГАА. – Челябинск: ЧГАА, 2011. – 19 с. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/emash/3.pdf>

3. Задания к методическим указаниям по курсовой работе «Расчет надежности системы электроснабжения» [Текст]: / сост.: В.А. Буторин, В.Н. [и др.] – Челябинск: ЧГАА, 2011. – 27. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/emash/4.pdf>

## **10. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем,**

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

- Техэксперт (информационно-справочная система ГОСТов);
- «Сельхозтехника» (автоматизированная справочная система);
- КонсультантПлюс (справочные правовые системы);

Программное обеспечение: Mathcad, Kompas, AutoCad

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

### *Перечень учебных лабораторий*

1. Лаборатория ремонта электрооборудования.
2. Лаборатория эксплуатации электрооборудования системы электроснабжения.
3. Лаборатория средств защиты электрооборудования.
4. Лаборатория электромашин постоянного тока и трансформаторов.
5. Лаборатория электромашин переменного тока.
6. Лаборатория электрических микромашин.

### *Перечень основного лабораторного оборудования*

1. Электромашины переменного тока.
2. Электромашины постоянного тока.
3. Электромагнитные тормозы.
4. Амперметры.
5. Вольтметры.
6. Ваттметры.
7. Цифровые приборы.
8. Реостаты.
9. Магазины сопротивления.
10. Частотомеры.
11. Приборы измерения  $\cos\varphi$ .
12. Установка для испытания электрической прочности масла.
13. Установка для испытания электрической прочности твердых изоляционных материалов.
14. Ручные тахометры.

15. Электрические тахометры.
16. Мегомметры.
17. Приборы для испытания витковой изоляции.
18. Автоматические выключатели.
19. Магнитные пускатели.
20. Электроизмерительные комплексы.
21. Реле.
22. Индукционные регуляторы.
23. Трансформаторы.
24. Сварочные трансформаторы.
25. Конденсаторы.
26. Штангенциркули.
27. Резисторы.
28. Приборы измерения объемного и поверхностного сопротивления.
29. Автотрансформаторы.
30. Рубильники.
31. Выключатели.
32. Пирометр.
33. Микрометры.

## 12. Инновационные формы образовательных технологий

Вид занятия	Лекции	ПЗ
Формы работы		
Компьютерные симуляции	–	–
Анализ конкретных ситуаций	+	+
Конференции	–	–

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине **Б1.В.01 Надежность электроснабжения**

Направление подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

Профиль **Электроснабжение**

Уровень высшего образования – **бакалавриат (академический)**

Квалификация – **бакалавр**

Форма обучения – **очная**

Челябинск  
2017

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Компетенции с указанием этапа их формирования в процессе освоения ОПОП....	16
2. Показатели, критерии и шкала оценивания сформированности компетенций...	16
3. Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап(ы) формирования компетенций в процессе освоения ОПОП.....	18
4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этап(ы) формирования компетенций	19
4.1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости.....	19
4.1.1. Устный ответ на практическом занятии.....	19
4.1.2. Расчетное задание	20
4.2. Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации	20
4.2.1. Экзамен.....	20

## 1. Компетенции с указанием этапа их формирования в процессе освоения ОПОП

Компетенции по данной дисциплине формируются на продвинутом этапе.

Контролируемые результаты освоения ОПОП (компетенции)	ЗУН		
	знания	умения	навыки
<p><b>ОПК -2</b> Способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.</p>	<p>Студент должен знать: основы теории вероятностей, математической статистики в объеме необходимом для описания моделей отказов и восстановления энергооборудования Б1.В.01-3.1</p>	<p>Студент должен уметь использовать методы теории вероятностей и математической статистики для расчета показателей надежности систем электроснабжения; Б1.В.01-У.1</p>	<p>Студент должен владеть методами анализа структурных схем замещения по надежности для достижения заданного уровня показателей надежности энергооборудования и систем электроснабжения- Б1.В.01-Н.1</p>
<p><b>ПК –5.</b> Готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности</p>	<p>Студент должен знать: единичные и комплексные показатели надежности систем электроснабжения, показатели надежности для ремонтируемого и неремонтируемого энергооборудования Б1.В.01-3.2</p>	<p>Студент должен уметь на основании статистики отказов определять: единичные и комплексные показатели надежности систем электроснабжения, показатели надежности для ремонтируемого и неремонтируемого энергооборудования Б1.В.01-У.2</p>	<p>Студент должен владеть навыками теоретической оценки: единичных и комплексных показателей надежности систем электроснабжения, показателей надежности для ремонтируемого и неремонтируемого энергооборудования Б1.В.01-Н.2</p>

## 2. Показатели, критерии и шкала оценивания сформированности компетенций



Показатели оценивания (ЗУН)	Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине			
	Недостаточный уровень	Достаточный уровень	Средний уровень	Высокий уровень
Б1.В.01-З.1	Обучающийся не знает основы теории вероятностей, математической статистики и в объеме необходимом для описания моделей отказов и восстановления энергооборудования	Обучающийся слабо знает основы теории вероятностей, математической статистики и в объеме необходимом для описания моделей отказов и восстановления энергооборудования	Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает основы теории вероятностей, математической статистики в объеме необходимом для описания моделей отказов и восстановления энергооборудования	Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает основы теории вероятностей, математической статистики в объеме необходимом для описания моделей отказов и восстановления энергооборудования
Б1.В.01-У.1	Обучающийся не умеет использовать методы теории вероятностей и математической статистики для расчета показателей надежности систем электроснабжения;	Обучающийся слабо умеет использовать методы теории вероятностей и математической статистики для расчета показателей надежности систем электроснабжения;	Обучающийся с незначительными ошибками умеет использовать методы теории вероятностей и математической статистики для расчета показателей надежности систем электроснабжения;	Обучающийся хорошо умеет использовать методы теории вероятностей и математической статистики для расчета показателей надежности систем электроснабжения;
Б1.В.01-Н.1	Обучающийся не владеет методами анализа структурных схем замещения по надежности для достижения заданного уровня показателей надежности энергооборудования и систем электроснабжения	Обучающийся слабо владеет методами анализа структурных схем замещения по надежности для достижения заданного уровня показателей надежности энергооборудования и систем электроснабжения	Обучающийся с небольшими затруднениями владеет методами анализа структурных схем замещения по надежности для достижения заданного уровня показателей надежности энергооборудования и систем электроснабжения	Обучающийся свободно владеет методами анализа структурных схем замещения по надежности для достижения заданного уровня показателей надежности энергооборудования и систем электроснабжения

Показатели оценивания (ЗУН)	Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине			
	Недостаточный уровень	Достаточный уровень	Средний уровень	Высокий уровень
Б1.В.01-3.2	Обучающийся не знает единичные и комплексные показатели надежности систем электроснабжения; показатели надежности для ремонтируемого и неремонтируемого энергооборудования	Обучающийся слабо знает единичные и комплексные показатели надежности систем электроснабжения; показатели надежности для ремонтируемого и неремонтируемого энергооборудования	Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает: единичные и комплексные показатели надежности систем электроснабжения; показатели надежности для ремонтируемого и неремонтируемого энергооборудования	Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает единичные и комплексные показатели надежности систем электроснабжения; показатели надежности для ремонтируемого и неремонтируемого энергооборудования
Б1.В.01-У.2	Обучающийся не умеет на основании статистики отказов определять единичные и комплексные показатели надежности систем электроснабжения; показатели надежности для ремонтируемого и неремонтируемого энергооборудования	Обучающийся слабо умеет на основании статистики отказов определять единичные и комплексные показатели надежности систем электроснабжения; показатели надежности для ремонтируемого и неремонтируемого энергооборудования	Обучающийся с незначительными ошибками умеет использовать на основании статистики отказов определять единичные и комплексные показатели надежности систем электроснабжения показатели надежности для ремонтируемого и неремонтируемого энергооборудования	Обучающийся хорошо умеет на основании статистики отказов определять единичные и комплексные показатели надежности систем электроснабжения показатели надежности для ремонтируемого и неремонтируемого энергооборудования
Б1.В.01-Н.2	Обучающийся не владеет навыками теоретической оценки единичных и комплексных показателей надежности систем электроснабжения, показателей надежности для ремонтируемого и неремонтируемого энергооборудования	Обучающийся слабо владеет навыками теоретической оценки единичных и комплексных показателей надежности систем электроснабжения, показателей надежности для ремонтируемого и неремонтируемого энергооборудования	Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками теоретической оценки единичных и комплексных показателей надежности систем электроснабжения, показателей надежности для ремонтируемого и неремонтируемого энергооборудования	Обучающийся свободно владеет навыками теоретической оценки единичных и комплексных показателей надежности систем электроснабжения, показателей надежности для ремонтируемого и неремонтируемого энергооборудования

### **3. Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения ОПОП**

Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих базовый этап формирования компетенций в процессе освоения ОПОП, содержатся в учебно-методических разработках, приведенных ниже.

1. Оценка показателей надежности системы электроснабжения [Электронный ресурс]: методические указания по контрольной работе / ЧГАА; сост. В.А. Буторин [и др.] – Челябинск: ЧГАА, 2014. – 28 с. – Режим доступа:

<http://192.168.0.1:8080/localdocs/emash/37.pdf>

2. Расчет надежности системы электроснабжения [Текст]: методические указания по курсовой работе / сост.: В.А. Буторин, В.Н. Кутепов, ЧГАА. – Челябинск: ЧГАА, 2011. – 19 с. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/emash/3.pdf>

3. Задания к методическим указаниям по курсовой работе «Расчет надежности системы электроснабжения» [Текст]: / сост.: В.А. Буторин, В.Н. [и др.] – Челябинск: ЧГАА, 2011. – 27. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/emash/4.pdf>

### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков характеризующих этапы формирования компетенций**

В данном разделе методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих базовый этап формирования компетенций по дисциплине «Надежность электроснабжения», 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**

Устный 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».

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

<b>Шкала</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Оценка 5 (отлично)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- студент полно усвоил учебный материал;</li> <li>- материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, точно используется терминология;</li> <li>- показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации;</li> <li>- продемонстрировано умение решать инженерные задачи;</li> <li>- могут быть допущены одна–две неточности при освещении второстепенных вопросов.</li> </ul>
Оценка 4 (хорошо)	<p>ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет место один из недостатков:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- в усвоении учебного материала допущены небольшие пробелы, не искажившие содержание ответа;</li> <li>- в решении инженерных задач допущены незначительные неточности.</li> </ul>
Оценка 3 (удовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала;</li> <li>- имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, решении инженерных задач, исправленные после нескольких наводящих вопросов;</li> <li>- неполное знание теоретического материала;</li> <li>- студент 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 решении инженерных задач, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов;</li> </ul>

#### 4.1.2. Расчетное задание

Отчет по расчетному заданию 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 сдачи отчета.

<b>Шкала</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Оценка «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– способность производить расчеты, связанные с оценкой показателей надежности электроснабжения (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»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– отсутствие необходимых теоретических знаний, необходимых для проведения расчетов по оценке показателей надежности электроснабжения;</li> </ul>

## 5. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### 5.1. 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», которые 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 обучающийся 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.

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.

щегося. 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 экзамен, 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 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 (2016 г.).

Шкала и критерии оценивания ответа обучающегося представлены в таблице

Шкала	Критерии оценивания
1	2
Оценка 5 (отлично)	всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала, усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой дисциплины, правильное решение инженерной задачи.
Оценка 4 (хорошо)	полное знание программного материала, усвоение основной литературы, рекомендованной в программе, наличие малозначительных ошибок в решении инженерной задачи, или недостаточно полное раскрытие содержание вопроса.
1	2
Оценка 3 (удовлетворительно)	знание основного программного материала в минимальном объеме, погрешности непринципиального характера в ответе на экзамене и в решении инженерной задачи.
Оценка 2 (неудовлетворительно)	пробелы в знаниях основного программного материала, принципиальные ошибки при ответе на вопросы и в решении инженерной задачи.

### Вопросы к экзамену

1. Дать определение согласно ГОСТ 27.002-2009 надежности и ее составляющих: безотказности, долговечности, ремонтпригодности.

Что понимают под надежностью электроснабжения, режимной управляемостью систем электроснабжения, устойчивостью систем электроснабжения?

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.

3. Интенсивность отказов невосстанавливаемых объектов:

– определение;

– физический смысл;

– расчетные формулы, связывающие интенсивность отказов и вероятность безотказной работы;

– расчетные формулы, связывающие интенсивность отказов и статистику отказов.

#### 4. Вероятность безотказной работы энергооборудования:

– определение;

– расчетные формулы, связывающие вероятность безотказной работы и наработку до отказа;

– расчетные формулы, связывающие вероятность безотказной работы и статистику отказов.

#### Вероятность отказа энергооборудования:

– определение;

– связь с вероятностью безотказной работы.

5. Три категории электропотребителей. Особая группа электропотребителей, входящих в первую категорию.

#### 6. Плотность распределения наработки до отказа:

– физический смысл;

– график;

– расчетные формулы, связывающие плотность распределения наработки до отказа и вероятность безотказной работы

– расчетные формулы, связывающие плотность распределения наработки до отказа вероятностью отказа и интенсивность отказов.

#### 7. Нормальное распределение отказов энергооборудования:

– какие виды отказов описывает;

– плотность нормального распределения (формула и график);

– вероятность безотказной работы при нормальном распределении отказов

(формула и график);

– интенсивность отказов при нормальном распределении (формула и график).

#### 8. Экспоненциальное распределение отказов энергооборудования:

– 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).

#### 9. Распределение Вейбулла

– какие виды отказов энергооборудования оно 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  $b$ );

#### 10. Распределение Вейбулла

– какие виды отказов энергооборудования оно описывает;

– интенсивность отказов при распределении Вейбулла (формула и графики в зависимости от параметра  $b$ );

11. Резервирование энергооборудования. Классификация способов резервирования. Нагрузочное резервирование, определение и примеры. Структурное резервирование.

ние, определение и примеры. Кратность резервирования. Пояснить, что означает целая и дробная кратность.

12. Постоянное резервирование энергооборудования:

- схема;
- пояснения к схеме;
- примеры.

Резервирование замещением:

- схема;
- пояснения к схеме;
- примеры.

Скользящее резервирование:

- схема;
- пояснения к схеме;
- примеры.

13. Структурная схема замещения по надежности энергооборудования:

- физический смысл;
- классификация структурных схем.

Последовательная схема замещения по надежности:

- расчет вероятности безотказной работы системы;
- расчет интенсивности отказов системы.

14. Структурная схема замещения по надежности энергооборудования:

- физический смысл;
- классификация структурных схем.

Параллельная схема замещения по надежности:

- расчет вероятности безотказной работы системы;
- расчет отказов системы.

15. 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).

16. Структурная схема замещения по надежности при смешанном раздельном (поэлементном) соединении нагруженных элементов:

- достоинства и недостатки;
- расчет вероятности безотказной работы системы.

Расчет вероятности безотказной работы системы для ненагруженного резерва (в случае смешанного раздельного соединения).

17. Элементы теории массового обслуживания:

- число каналов системы массового обслуживания
- плотность потока заявок в системе массового обслуживания
- плотность потока обслуживания одного канала
- число состояний системы массового обслуживания

18. Методы расчета показателей надежности восстанавливаемых систем:



- граф состояний системы;
- уравнения Колмогорова.

19. Расчет надежности по статистическим данным об отказах энергооборудования:

- гистограмма,
- критерий согласия Пирсона.

20. Статистика и причины повреждений сетей 0,38-35 кВ.  
Самое слабое и самое надежное звено в сетях 10 кВ.

21. Причины и характер повреждений воздушных линий электропередачи. Что понимают под грозovým перекрытием изоляции, пляской проводов.


22. Причины и характер повреждений кабельных линий и силовых трансформаторов.

23. Способы повышения надежности электроснабжения потребителей.

24. Технико-экономическая оценка недоотпуска электроэнергии потребителям:

- макро моделирование,
- микро моделирование.

**ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ**

Номер изм.	Номера листов (разделов)			Основание для внесения изменений	Подпись	Расшифровка подписи	Дата	Дата введения изменения
	замененных	новых	анну- лированных					
1	п. 5-10 РПД п. 3 ФОС	-	п. 5-10 РПД п. 3 ФОС	Актуализация учебно-методического обеспечения		Захаров В.А.	01.04.2018	01.04.2018