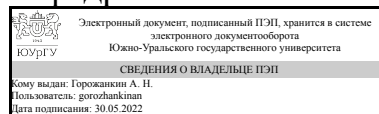


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



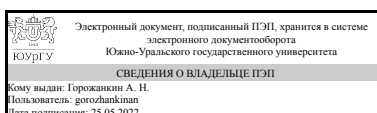
А. Н. Горожанкин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.ПЗ.09 Надежность электрических систем  
**для направления** 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
**уровень** Бакалавриат  
**профиль подготовки** Электроэнергетические системы с интегрированной релейной защитой и автоматикой  
**форма обучения** заочная  
**кафедра-разработчик** Электрические станции, сети и системы электроснабжения

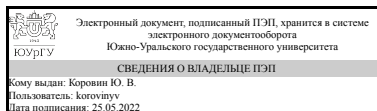
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 144

Зав.кафедрой разработчика,  
к.техн.н., доц.



А. Н. Горожанкин

Разработчик программы,  
к.техн.н., доц., доцент



Ю. В. Коровин

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения учебной дисциплины является формирование у обучающихся комплексного понимания сути теории надежности, необходимости учета и применения ее основных положений в проектировании и эксплуатации электроэнергетических систем, навыков использования методов оценки их надежности. Студенты должны: - знать основы теории надежности и ее приложения в электроэнергетике; - уметь использовать показатели надежности при решении задач проектирования и эксплуатации в электроэнергетике; - владеть методами оценки надежности электроэнергетических объектов.

## Краткое содержание дисциплины

1. Введение. Краткий исторический обзор. 2. Основные понятия и определения теории надежности. 3. Количественные показатели надежности невозстанавливаемых объектов. 4. Структурные схемы расчёта надёжности. 5. Резервирование как метод повышения надёжности. 6. Надежность восстанавливаемых объектов. 7. Оптимизация технических решений с учетом надежности. 8. Надежность элементов электроэнергетических систем. 9. Методы расчёта надёжности электроэнергетических объектов и их применение.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)                                | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности. | Знает: Основы теории надежности и ее приложения в электроэнергетике<br>Умеет: Использовать показатели надежности при решении задач проектирования и эксплуатации в электроэнергетике<br>Имеет практический опыт: Оценки надежности объектов электроэнергетической системы |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Электрические и электронные аппараты,<br>Электрические станции и подстанции,<br>Системы электроэнергетики с элементами силовой электроники,<br>Практикум по виду профессиональной деятельности,<br>Электроснабжение,<br>Электрический привод,<br>Проектирование электрических сетей,<br>Физические основы электроники,<br>Силовая полупроводниковая техника в энергетике и электротехнике,<br>Техника высоких напряжений,<br>Электроэнергетические системы и сети, | Не предусмотрены                            |

|                                                                                                                                        |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Электрооборудование высоковольтных подстанций,<br>Моделирование электронных устройств,<br>Электрические машины,<br>Переходные процессы |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

| Дисциплина           | Требования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Электрические машины | <p>Знает: Виды электрических машин и их основные характеристики; эксплуатационные требования к различным видам электрических машин; инструментарий для измерения и контроля основных параметров технологического процесса; показатели качества технологического процесса и методы их определения, Способы обеспечения требуемых выходных характеристик электрических машин, Теоретические предпосылки проектирования электрических машин и методы их расчета</p> <p>Умеет: Контролировать правильность получаемых данных и выводов; применять и производить выбор электроэнергетического и электротехнического оборудования:</p> <p>электрических машин; интерпретировать экспериментальные данные и сопоставлять их с теоретическими положениями, Сформулировать требования к параметрам и выходным характеристикам электрических машин с учетом работы их в конкретных электротехнологических установках, Решать вопросы проектирования электрических машин различной мощности, различных видов и различного назначения</p> <p>Имеет практический опыт: Использования современных технических средства в профессиональной области; опытом работы с приборами и установками для экспериментальных исследований; опытом экспериментальных исследований режимов работы технических устройств и объектов электроэнергетики и электротехники, Практического применения стандартных методик расчёта выходных параметров электрических машин различного типа исполнения, Работы с технической и справочной литературой; навыками работы в прикладных пакетах MathCAD, MATLAB, Simulink</p> |
| Электрический привод | <p>Знает: Математическое описание, схемы включения, основные параметры и элементы проектирования электроприводов, Назначение, элементную базу, характеристики и регулировочные свойства электроприводов с двигателями постоянного и переменного тока</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

|                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                 | <p>Умеет: Использовать приближенные методы расчета и выбора основных элементов электрических приводов; разрабатывать и анализировать простые модели электроприводов и их элементов, Применять, эксплуатировать и производить выбор электрических аппаратов, машин, электрического привода; проводить типовые лабораторные испытания электрических приводов; анализировать параметры и требования источников питания, а также характеристики нагрузки, как основы технического задания для проектирования электроприводов и их компонентов Имеет практический опыт: Расчета, проектирования и конструирования электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем, Проведения стандартных испытаний электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем; навыками анализа простых моделей электроприводов</p>                       |
| Силовая полупроводниковая техника в энергетике и электротехнике | <p>Знает: Физико-математический аппарат и методы анализа электромагнитных процессов в схемах выпрямителей, инверторов, преобразователей частоты и др. преобразователей; методы экспериментального исследования управляемых выпрямителей, автономных инверторов, Соотношение для токов и напряжений вентилей, трансформатора, фильтра в зависимости от номинальных параметров нагрузки Умеет: Составить схему замещения преобразователя для определения выходного напряжения, напряжения на вентиле, на сглаживающем фильтре, Выбрать вентили, фильтр, трансформатор и прочие элементы силовой полупроводниковой техники по справочным данным Имеет практический опыт: Экспериментального исследования при помощи осциллографа, измерительных приборов, автономных датчиков тока и напряжения, Компьютерных расчетов характеристик выбранного преобразователя</p> |
| Электрические и электронные аппараты                            | <p>Знает: Основные характеристики аппаратов, которые применяются в современной электроэнергетике. Умеет: Выбирать основные типы электрических аппаратов для коммутации и защиты электрических цепей объектов профессиональной деятельности. Имеет практический опыт: Экспериментального исследования электрических аппаратов.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Практикум по виду профессиональной деятельности                 | <p>Знает: Параметры основного электротехнического оборудования электроэнергетических систем. Способы и методы расчета нормальных и аварийных режимов работы электрических сетей. Принципы построения и функционирования устройств релейной защиты и автоматики в электрических сетях, Параметры режимов</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

|                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                            | <p>работы основного электротехнического оборудования электроэнергетических систем</p> <p>Умеет: Находить и определять параметры основного электротехнического оборудования по справочным, каталожным и нормативным документам. Анализировать аварийные режимы в электрических сетях. Разрабатывать схемы и логику устройств релейной защиты и автоматики, Применять технические средства для измерения и контроля токов и напряжений</p> <p>Имеет практический опыт: Решения задач проектирования объектов электроэнергетической системы, Измерения, контроля и оценки эксплуатационных параметров электротехнического оборудования</p> |
| Переходные процессы                                        | <p>Знает: Виды, причины и последствия возникновения коротких замыканий в электроэнергетических системах, средства и способы ограничения токов КЗ</p> <p>Умеет: Выполнять измерения параметров переходных процессов в условиях физической модели простейшей электрической системы. Находить справочную, паспортную или каталожную информацию и использовать ее для расчета переходных процессов и их параметров</p> <p>Имеет практический опыт: Расчета токов короткого замыкания при проектировании объектов электроэнергетической системы</p>                                                                                          |
| Моделирование электронных устройств                        | <p>Знает: Принципы работы основных электронных устройств, обеспечивающих функционирование объектов профессиональной деятельности</p> <p>Умеет: Разрабатывать основные допущения при моделировании электронных устройств</p> <p>Имеет практический опыт: Создания математических и физических моделей электронных устройств</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Системы электроэнергетики с элементами силовой электроники | <p>Знает: Виды и принципы работы полупроводниковых преобразователей, применяемых в устройствах управления режимами электроэнергетической системы</p> <p>Умеет: Сопоставлять по свойствам и параметрам силовые преобразователи, различающиеся по схемам и способам управления</p> <p>Имеет практический опыт: Расчета и анализа режимов электроэнергетической системы с устройствами управления, реализованными на базе силовой электроники</p>                                                                                                                                                                                          |
| Физические основы электроники                              | <p>Знает: Принцип действия диодов, транзисторов, тиристоров, интегральных микросхем, их характеристики и параметры; основы расчета простейших схем силовых преобразователей и аналоговых электронных усилителей</p> <p>Умеет: Использовать методы анализа линейных и нелинейных электрических цепей для расчета простейших схем силовых преобразователей на основе полупроводниковых приборов</p> <p>Имеет практический опыт: Моделирования простейших</p>                                                                                                                                                                              |

|                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                               | схем силовых преобразователей и аналоговых электронных усилителей                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Электрические станции и подстанции            | <p>Знает: Нормативные документы, определяющие требования к выбору электрических схем электроэнергетических объектов, правила устройства электроустановок, нормы технологического проектирования подстанций, схемы принципиальные электрических распределительных устройств подстанций напряжением 35-750 кВ, Параметры основного электротехнического оборудования электроэнергетики: синхронных генераторов, силовых трансформаторов, коммутационных аппаратов, измерительных трансформаторов тока и напряжения</p> <p>Умеет: Пользоваться нормативными документами и методиками проектирования электроэнергетических объектов, Находить и определять параметры высоковольтного электрооборудования по справочным, каталожным, нормативным и др. документам</p> <p>Имеет практический опыт: Работы с нормативно-техническими документами, Выбора основного высоковольтного электрооборудования и расчета его параметров</p> |
| Проектирование электрических сетей            | <p>Знает: Методы расчета установившихся и переходных режимов электрических сетей</p> <p>Умеет: Рассчитывать режимы электрической сети с применением ЭВМ</p> <p>Имеет практический опыт: Алгоритмизации решения математических задач, связанных с проектированием электрических сетей</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Электрооборудование высоковольтных подстанций | <p>Знает: Виды, устройство и принципы работы основного электротехнического оборудования. Нормативные документы, определяющие требования к выбору электротехнического оборудования при проектировании объектов электроэнергетической системы</p> <p>Умеет: Пользоваться нормативными документами</p> <p>Имеет практический опыт: Выбора и проверки основного электротехнического оборудования при проектировании объектов электроэнергетической системы</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Электроснабжение                              | <p>Знает: Основные принципы построения электрических сетей систем электроснабжения, типовые схемы и приоритетные области их использования, достоинства и недостатки типовых схем, Основные источники информации по направлению профессиональной деятельности</p> <p>Умеет: Пользоваться при эксплуатации СЭС справочной литературой и нормативными материалами, Анализировать и систематизировать информацию, извлечённую из различных источников, необходимую для решения конкретных задач в области проектирования систем электроснабжения с учётом требований нормативных документов</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                      | Имеет практический опыт: Составления схем замещения СЭС и определения параметров их элементов, Проведения простейших расчётов, связанных с проектированием систем электроснабжения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Электроэнергетические системы и сети | <p>Знает: Об основных научно-технических проблемах и перспективах развития электроэнергетических систем и сетей. О способах и средствах транспорта электрической энергии. Об общих закономерностях физических процессов в электроэнергетических системах. О конструктивном выполнении высоковольтных линий электропередачи, Физико-математический аппарат для моделирования режимов работы электрической сети. Методы расчета звена электропередачи. Методы проведения экспериментов для оценки режимов работы электрической сети</p> <p>Умеет: Применять основы теории передачи и распределения электрической энергии при решении задач проектирования, правила устройства электроустановок при проектировании электрических сетей, общепринятые методы расчёта установившихся режимов в электроэнергетических системах, Применять основы теории передачи и распределения электрической энергии при решении задач эксплуатации, правила устройства электроустановок при эксплуатации электрических сетей, методы анализа параметров режима электрической сети. Обработать результаты измерений и экспериментов</p> <p>Имеет практический опыт: Расчёта режимов электроэнергетических систем общепринятыми методами, Экспериментального исследования режимов работы элементов электрической сети и анализа условий и параметров их работы</p> |
| Техника высоких напряжений           | <p>Знает: Виды воздействующих на изоляцию при эксплуатации напряжений и перенапряжений и основные способы и средства защиты от них, Основные электрофизические процессы, происходящие в изоляционных конструкциях при воздействии высоких напряжений. Особенности внешней и внутренней изоляции высоковольтных электроустановок</p> <p>Умеет: Проводить измерения высокого напряжения. Применять защитные средства при работе на высоковольтных электроустановках, Анализировать влияние различных факторов на электрическую прочность и устройство изоляционных конструкций</p> <p>Имеет практический опыт: Проведения высоковольтных испытаний, Выбора и рационального использования средств защиты изоляции электроустановок</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 19,25 ч.  
контактной работы

| Вид учебной работы                                                         | Всего часов | Распределение по семестрам |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------|
|                                                                            |             | в часах                    |
|                                                                            |             | Номер семестра             |
|                                                                            |             | 10                         |
| Общая трудоёмкость дисциплины                                              | 108         | 108                        |
| <i>Аудиторные занятия:</i>                                                 | 12          | 12                         |
| Лекции (Л)                                                                 | 8           | 8                          |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 4           | 4                          |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                   | 0           | 0                          |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>                                        | 88,75       | 88,75                      |
| Подготовка к тесту                                                         | 12          | 12                         |
| Курсовой проект                                                            | 40          | 40                         |
| Расчётное задание                                                          | 22          | 22                         |
| Подготовка к зачёту                                                        | 14,75       | 14,75                      |
| Консультации и промежуточная аттестация                                    | 7,25        | 7,25                       |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)                                   | -           | зачет,КП                   |

## 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины                                                                         | Объем аудиторных занятий по видам в часах |   |    |    |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---|----|----|
|           |                                                                                                          | Всего                                     | Л | ПЗ | ЛР |
| 1         | Введение. Краткий исторический обзор. Основные понятия и определения теории надежности.                  | 1                                         | 1 | 0  | 0  |
| 2         | Количественные показатели надежности невосстанавливаемых объектов. Структурные схемы расчёта надёжности. | 1                                         | 1 | 0  | 0  |
| 3         | Резервирование как метод повышения надёжности.                                                           | 1                                         | 1 | 0  | 0  |
| 4         | Надежность элементов электроэнергетических систем.                                                       | 2                                         | 1 | 1  | 0  |
| 5         | Оптимизация технических решений с учетом надежности.                                                     | 2                                         | 2 | 0  | 0  |
| 6         | Методы расчёта надёжности электроэнергетических объектов и их применение.                                | 5                                         | 2 | 3  | 0  |

### 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия                                                                                                                                                                                                                                                                                | Кол-во часов |
|----------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1        | 1         | Введение. Краткий исторический обзор. Основные понятия и определения теории надёжности: элемент и система; термин "надёжность"; структурная и функциональная надёжность; надёжностные процессы в объекте; работоспособности и неработоспособность; отказ и восстановление. Классификация отказов. Надёжность как комплексное свойство. | 1            |
| 2        | 2         | Количественные показатели надёжности невосстанавливаемых объектов: вероятность безотказной работы, вероятность отказа, плотность вероятности отказа; интенсивность отказов; среднее время безотказной работы (средняя наработка до отказа). Математическая взаимосвязь между вероятностью                                              | 1            |

|   |   |                                                                                                                                                                                                                                                            |   |
|---|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|   |   | безотказной работы и интенсивностью отказов (закон надёжности). Законы распределения времени работы до отказа (экспоненциальный (простейший), Пуассона, нормальный). Понятие структурных (логических) схем для расчёта надёжности и правила их построения. |   |
| 3 | 3 | Понятие резервирования и классификация его видов. Постоянное резервирование при независимых элементах. Суммирование вероятностей благоприятных гипотез. Резервирование замещением. Постоянное резервирование при зависимых элементах.                      | 1 |
| 4 | 4 | Надёжность элементов электроэнергетических систем. Показатели надёжности восстанавливаемых устройств.                                                                                                                                                      | 1 |
| 5 | 5 | Оптимизация технических решений с учетом надежности. Математическое ожидание ущерба и удельный ущерб; влияющие на них факторы.                                                                                                                             | 2 |
| 6 | 6 | Таблично-логический метод и его применение для анализа и расчёта надёжности схем распределительных устройств.                                                                                                                                              | 2 |

## 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара                                                                                   | Кол-во часов |
|-----------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 4         | Определение единичных и комплексных показателей надёжности объектов (элементов и систем) электроэнергетических систем на основании справочных данных. | 1            |
| 2, 3      | 6         | Применение таблично-логического метода для расчёта показателей надёжности распределительных устройств электростанций и подстанций.                    | 3            |

## 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

## 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС      |                                                                                           |         |              |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|
| Подвид СРС          | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс                | Семестр | Кол-во часов |
| Подготовка к тесту  | [1, гл. 1, 2], [2 эл., гл. 1, 2]                                                          | 10      | 12           |
| Курсовой проект     | [1, п. 4.1, Прилож. 1, 2], [2, разд. 4-6], [4 д., гл. IV], [2, разд. 4-6], [2 эл., гл. 2] | 10      | 40           |
| Расчётное задание   | [1, п. 4.1, Прилож. 1, 2], [2 эл., гл. 2], [2, разд. 4-6]                                 | 10      | 22           |
| Подготовка к зачёту | [1, гл. 1, 2], [2 эл., гл. 1, 2], [1 эл., гл. 1-3], [3 эл., гл. 1, 3, 5]                  | 10      | 14,75        |

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

| № КМ | Се-местр | Вид контроля           | Название контрольного мероприятия                                                                         | Вес   | Макс. балл | Порядок начисления баллов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Учитывается в ПА  |
|------|----------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| 1    | 10       | Текущий контроль       | Расчёт математического ожидания ущерба из-за отказов элементов схем РУ ВН подстанции (или электростанции) | 0,667 | 40         | Оценка за расчётное задание учитывает следующее: своевременность и качество оформления (15 % - не более 6 б.); содержательную часть (50 % - не более 20 б.); защиту (35 % - не более 14 б.).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | зачет             |
| 2    | 10       | Текущий контроль       | Тест                                                                                                      | 0,333 | 20         | Тест проводится в системе "Электронный ЮУрГУ" в режиме online. Тест содержит 10 вопросов, за каждый правильный ответ начисляется 2 балла. Возможны две попытки с ограничением по времени. Засчитывается последняя попытка.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | зачет             |
| 3    | 10       | Бонус                  | Посещаемость, конспект лекций. Участие в профильных олимпиадах, конференциях и т. п.                      | -     | 10         | Бонус - поощрение студента за усердие в изучении дисциплины. Выставляется в виде добавки в % к текущему рейтингу. 5 % - студент присутствовал на ВСЕХ аудиторных занятиях (6 пар, 12 учебных часов) и предоставил свой полный конспект занятий. При пропуске занятий и предоставлении СВОЕГО ПОЛНОГО конспекта - определяется процент посещаемости и выставляется соответствующий уменьшенный бонус. При посещении менее половины занятий - бонус не выставляется. Поощрение в виде БОНУСА может также выставляться за участие в ПРОФИЛЬНЫХ олимпиадах, конференциях, конкурсах, выполнение НИР, написание научной статьи и т. п. ( в совокупности - до 10 %). | зачет             |
| 4    | 10       | Курсовая работа/проект | Выбор схемы РУ ВН подстанции (или электростанции) с учётом надёжности                                     | -     | 60         | Оценка за курсовой проект учитывает следующее: оформление (17 % - не более 10 б.); содержательную часть (50 % - не более 30 б.); защиту (33 % - не более 20 б.). ОФОРМЛЕНИЕ (максимум 10 б.): оформление титульного листа, задания, содержания (до 3 б.); правильное представление иллюстраций, таблиц, формул (до 4 б.); наличие библиографического                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | кур-совые проекты |

|   |    |                          |       |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |
|---|----|--------------------------|-------|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|   |    |                          |       |   | <p>списка и грамотных ссылок на него (до 3 б.).</p> <p><b>СОДЕРЖАТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ</b> (максимум 30 б.): правильная последовательность выполнения работы (до 5 б.); правильность и корректность использования методик расчёта (до 5 б.); логичность изложения, умение делать обобщения и выводы (до 5 б.); правдоподобность (практическая значимость) полученных результатов (до 5 б.); правильность и уместность использования информации (до 5 б.); использование программного обеспечения, информационных технологий и пр. (до 5 б.).</p> <p><b>ЗАЩИТА</b>, т. е. уровень знаний, продемонстрированный студентом при защите (максимум 20 б.): логичное, последовательное и грамотное представление работы - доклад (до 5 б.); умение обосновывать (отстаивать) принятые решения (до 5 б.); умение сопоставлять полученные результаты с теорией и практической значимостью (до 5 б.); умение отвечать на вопросы по теме работы (до 5 б.).</p> |       |
| 5 | 10 | Промежуточная аттестация | Зачёт | - | <p>20</p> <p>НЕ является ОБЯЗАТЕЛЬНЫМ мероприятием, если рейтинг, набранный студентом за текущие контрольные мероприятия, оказался не менее 60 % (что, согласно нормативам БРС, достаточно для получения зачёта). Форма проведения - устная беседа. Билет включает два теоретических вопроса (один из вопросов может быть качественной задачей), на подготовку даётся не менее 15 минут. Максимальная оценка ответа по каждому из вопросов – 10 баллов.</p> <p>Критерии оценивания представлены в Процедура проведения.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | зачет |

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

|                              |                      |                     |
|------------------------------|----------------------|---------------------|
| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения | Критерии оценивания |
|------------------------------|----------------------|---------------------|

|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                         |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| курсовые проекты | <p>Оценка за курсовой проект выставляется в соответствии с принятой в ЮУрГУ системой БРС (рейтинг 85-100 % - "отлично"; 75-84 % - "хорошо"; 60-74 % - "удовлетворительно") на основании набранных баллов и их пересчёте в рейтинг.</p> <p>СУММА набранных баллов из Электронного ЮУрГУ переносится в ЖУРНАЛ БРС, где автоматически определяется РЕЙТИНГ (рейтинг - процент суммы набранных баллов от их максимальной величины 60 б.), и осуществляется перевод в шкалу "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно". СУММА баллов за курсовой проект учитывает следующее: оформление (17 % - не более 10 б.); содержательную часть (50 % - не более 30 б.); защиту (33 % - не более 20 б.). Механизм распределения начисления баллов представлен в Порядке начисления.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | В соответствии с п. 2.7 Положения       |
| зачет            | <p>НЕ является ОБЯЗАТЕЛЬНЫМ мероприятием, если рейтинг, набранный студентом за текущие контрольные мероприятия (<math>R_d = R_{тек} + R_б</math> (здесь <math>R_{тек}</math> - рейтинг по текущему контролю (процент набранной суммы баллов по мероприятиям текущего контроля от максимально возможной); <math>R_б</math> - бонус-рейтинг обучающегося) оказался не менее 60 % (что, согласно нормативам БРС, достаточно для получения зачёта). При этом баллы, набранные студентом за текущие контрольные мероприятия, заносятся преподавателем в Электронный ЮУрГУ, откуда автоматически переносятся в ЖУРНАЛ БРС, где система рассчитывает рейтинг и переводит его в шкалу "зачёт" или "незачёт". Студент имеет право сдавать зачёт непосредственно. Форма проведения - устная беседа. Билет включает два теоретических вопроса (один из вопросов может быть качественной задачей), на подготовку даётся не менее 15 минут. Максимальная оценка ответа по каждому из вопросов – 10 баллов. Критерии оценивания. Максимальная оценка ответа по каждому из вопросов – 10 баллов. 9–10 баллов (отлично): исчерпывающий и правильный ответ на поставленный вопрос, материал логично структурирован и изложен, выводы обоснованы; на уточняющие вопросы даны полные ответы. 8 баллов (хорошо): правильный ответ на вопрос с соблюдением логики изложения материала, но допущены отдельные не принципиальные неточности; на уточняющие и дополнительные вопросы даны правильные, но нечёткие ответы. 7–6 баллов (удовлетворительно): частичные знания, ошибки и неточности при ответе на вопрос, неумение логически выстроить материал ответа, при этом хотя бы часть материала раскрыта без принципиальных ошибок.</p> <p>Неудовлетворительно (менее 6 баллов): не дан или неверен ответ на поставленный вопрос; не даны правильные ответы на дополнительные и уточняющие вопросы. Набранные на зачёте баллы переводятся в рейтинг <math>R_{па} = (СУММА \text{ баллов за ответ}) / (\text{максимальная сумма баллов} = 20) * 100\%</math>.</p> <p>Окончательный рейтинг (при непосредственной сдаче зачёта по билету) выставляется на основании формулы <math>R_d = 0,6 \times R_{тек} + 0,4 \times R_{па} + R_б</math> (здесь <math>R_{тек}</math> - рейтинг по текущему контролю (процент от максимальной суммы баллов по мероприятиям текущего контроля); <math>R_{па}</math> - рейтинг по промежуточной аттестации (процент от максимального балла за зачёт); <math>R_б</math> - бонус-рейтинг обучающегося (начисляется за посещаемость, олимпиады, конкурсы, конференции, публикации; его</p> | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

|  |                                                                                                                         |  |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  | суммарное максимальное значение 15 %). Итоговая оценка: "зачёт" , если Rd не менее 60 %; "незачёт", если Rd менее 60 %. |  |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения                                                                                           | № КМ |   |   |   |   |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|---|---|---|
|             |                                                                                                               | 1    | 2 | 3 | 4 | 5 |
| ПК-1        | Знает: Основы теории надежности и ее приложения в электроэнергетике                                           | +    | + | + | + | + |
| ПК-1        | Умеет: Использовать показатели надежности при решении задач проектирования и эксплуатации в электроэнергетике | +    | + |   | + | + |
| ПК-1        | Имеет практический опыт: Оценки надежности объектов электроэнергетической системы                             | +    |   |   | + |   |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Китушин, В. Г. Надежность энергетических систем Ч. 1 Теоретические основы Учеб. пособие В. Г. Китушин. - Новосибирск: Издательство НГТУ, 2003. - 252,[2] с. ил.
2. Справочник по проектированию электрических сетей [Текст] авт.-сост.: И. Г. Карапетян, Д. Л. Файбисович, И. М. Шапиро ; под ред. Д. Л. Файбисовича. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М.: ЭНАС, 2009. - 392 с. ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Балаков, Ю. Н. Проектирование схем электроустановок Учеб. пособие для вузов по специальностям 650900 "Электроэнергетика" Ю. Н. Балаков, М. Ш. Мисриханов, А. В. Шунтов. - 2-е изд., стер. - М.: МЭИ, 2006. - 287 с. ил.
2. Гук, Ю. Б. Теория надежности в электроэнергетике Учеб. пособие для электроэнерг. специальностей вузов. - Л.: Энергоатомиздат. Ленинградское отделение, 1990. - 206,[1] с. ил.
3. Волков, Л. Т. Надежность электроснабжения [Текст] типовые задачи Л. Т. Волков ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Системы электроснабжения ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2009. - 64, [1] с. ил.
4. Мубаракшин, Ф. Х. Надежность в электроэнергетике [Текст] Ч. 2 Учеб. пособие для студентов спец. 0301,0302 Ф. Х. Мубаракшин ; ЧПИ им. Ленинского комсомола, Каф. Электр. станции, сети и системы. - Челябинск: Б. И, 1980. - 109 с.

#### в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. "Электричество"
2. "Энергетик"
3. "Электротехника"
4. "Энергетика за рубежом"
5. "Электрические станции"
6. "Новости электротехники"

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Коровин, Ю.В. Основы теории надёжности электроэнергетических систем: конспект лекций / Ю.В. Коровин. - Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. - 72 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Коровин, Ю.В. Основы теории надёжности электроэнергетических систем: конспект лекций / Ю.В. Коровин. - Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. - 72 с.

### Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы      | Наименование ресурса в электронной форме          | Библиографическое описание                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---|---------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Основная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Малафеев, С.И. Надежность электроснабжения. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2018. — 368 с. — Размещение: <a href="https://e.lanbook.com/book/101833">https://e.lanbook.com/book/101833</a>                                                                                           |
| 2 | Основная литература | Электронный каталог ЮУрГУ                         | Коровин, Ю.В. Основы теории надёжности электроэнергетических систем: конспект лекций / Ю.В. Коровин. - Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2015. - 72 с. Размещение: <a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000553063">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000553063</a> |
| 3 | Основная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Васильева, Т.Н. Надежность электрооборудования и систем электроснабжения. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Горячая линия-Телеком, 2017. — 152 с. — Режим доступа: <a href="http://https://e.lanbook.com/book/111033">http://https://e.lanbook.com/book/111033</a>                             |

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. PTC-MathCAD(бессрочно)
3. Microsoft-Visio(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий                     | № ауд. | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
|---------------------------------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лекции                          |        | Мультимедийный комплекс и компьютер                                                                                                              |
| Практические занятия и семинары |        | Мультимедийный комплекс и компьютер                                                                                                              |