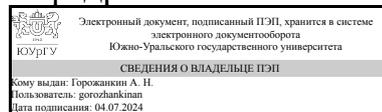


УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



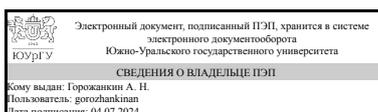
А. Н. Горожанкин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.П1.11 Координация изоляции электрооборудования  
**для направления** 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
**уровень** Бакалавриат  
**профиль подготовки** Электроэнергетические системы с интегрированной релейной защитой и автоматикой  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Электрические станции, сети и системы электроснабжения

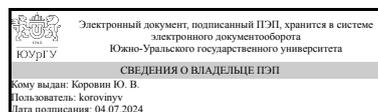
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 144

Зав.кафедрой разработчика,  
д.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 комплексных знаний о видах перенапряжений, воздействующих на изоляцию высоковольтного оборудования электроэнергетических систем (ЭЭС), методах их расчёта, выбора и размещения рациональных средств защиты от них (координации изоляции). Студенты должны: - знать виды, причины возникновения, допустимые величины, способы и средства ограничения перенапряжений в электроэнергетических системах; - знать устройство молниезащиты подстанций и воздушных линий электропередачи, особенности моделирования и анализа коммутационных перенапряжений в электроэнергетических системах; - уметь использовать полученные теоретические знания при выполнении выпускной квалификационной работы и в своей практической деятельности; - уметь обосновывать выбор и размещение средств защиты от перенапряжений; - владеть начальными навыками исследования условий появления и ограничения перенапряжений в электроэнергетических системах.

## Краткое содержание дисциплины

1. Предмет и задачи дисциплины. Рабочие напряжения и перенапряжения. Общее представление о координации изоляции электрооборудования. 2. Защитные аппараты и устройства. 3. Молния как источник грозовых перенапряжений. Молниеотводы и их применение для защиты от прямых ударов молнии. 4. Волновые процессы в линиях электропередачи. 5. Защита подстанций от грозовых перенапряжений. 6. Молниезащита воздушных линий электропередачи. 7. Перенапряжения в обмотках трансформаторов при воздействии импульсных волн. 8. Внутренние перенапряжения и защита от них. 9. Испытания и координация изоляции высоковольтного оборудования по уровням грозовых и внутренних перенапряжений.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-2 Способен участвовать в эксплуатации объектов профессиональной деятельности	Знает: Сущность физических процессов, вызывающих грозовые и внутренние перенапряжения в электроэнергетических системах, особенности их моделирования и анализа. Особенности исполнения грозозащиты воздушных линий электропередачи и подстанций Умеет: Использовать программные средства для анализа коммутационных перенапряжений. Обосновывать выбор и размещение средств защиты от перенапряжений Имеет практический опыт: Анализа условий появления и ограничения перенапряжений в электроэнергетических системах. Расчета зон защиты молниеотводов согласно действующей методике

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
<p>Теория релейной защиты и автоматики,            Элементы микропроцессорных систем,            Электроснабжение,            Математические задачи электроэнергетики,            Модели прогнозирования электропотребления,            Силовая электроника,            Электрические станции и подстанции,            Электрические машины,            Электромагнитная совместимость в электрических системах,            Программные средства в электроэнергетике,            Электроэнергетические системы и сети,            Автоматизация электроэнергетических систем,            Электрооборудование высоковольтных подстанций,            Эксплуатация электрических сетей,            Техника высоких напряжений,            Электрический привод,            Общая энергетика,            Учебная практика (ознакомительная) (2 семестр),            Производственная практика (эксплуатационная) (6 семестр)</p>	<p>Не предусмотрены</p>

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

Дисциплина	Требования
Элементы микропроцессорных систем	<p>Знает: Виды и типы микроконтроллеров, основные принципы аналого-цифрового и цифро-аналогово преобразований            Умеет: Программировать микроконтроллеры и отлаживать работу микропрограмм            Имеет практический опыт: Разработки микропрограмм</p>
Автоматизация электроэнергетических систем	<p>Знает: Назначение, основные задачи, логику работы и принципы построения систем автоматизации подстанций            Умеет: Анализировать логику работы устройств и систем автоматизации подстанций            Имеет практический опыт: Анализа работы устройств и систем автоматизации подстанций и расчёта их параметров</p>
Электрические машины	<p>Знает: Теоретические предпосылки проектирования электрических машин и методы их расчета, Способы обеспечения требуемых выходных характеристик электрических машин,            Виды электрических машин и их основные характеристики; эксплуатационные требования к различным видам электрических машин; инструментарий для измерения и контроля</p>

	<p>основных параметров технологического процесса; показатели качества технологического процесса и методы их определения Умеет: Решать вопросы проектирования электрических машин различной мощности, различных видов и различного назначения, Сформулировать требования к параметрам и выходным характеристикам электрических машин с учетом работы их в конкретных электротехнологических установках, Контролировать правильность получаемых данных и выводов; применять и производить выбор электроэнергетического и электротехнического оборудования: электрических машин; интерпретировать экспериментальные данные и сопоставлять их с теоретическими положениями Имеет практический опыт: Работы с технической и справочной литературой; навыками работы в прикладных пакетах MathCAD, MATLAB, Simulink, Практического применения стандартных методик расчёта выходных параметров электрических машин различного типа исполнения, Исполнения 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</p>
<p>Модели прогнозирования электропотребления</p>	<p>Знает: Основы теории электрических систем и элементов интеллектуального подхода для анализа режимов в электрических сетях Умеет: Рассчитывать основные эксплуатационные характеристики электрических сетей Имеет практический опыт: Прогнозирования электропотребления в электрических сетях</p>
<p>Электрические станции и подстанции</p>	<p>Знает: Параметры основного электротехнического оборудования электроэнергетики: синхронных генераторов, силовых трансформаторов, коммутационных аппаратов, измерительных трансформаторов тока и напряжения, 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. Умеет: Находить и определять параметры высоковольтного электрооборудования по справочным, каталожным, нормативным и др. документам, Пользоваться нормативными документами и методиками проектирования электроэнергетических объектов Имеет</p>

	<p>практический опыт: Выбора основного высоковольтного электрооборудования и расчета его параметров, Работы с нормативно-техническими документами</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 Умеет: Проводить измерения высокого напряжения. Применять защитные средства при работе на высоковольтных электроустановках, Анализировать влияние различных факторов на электрическую прочность и устройство изоляционных конструкций Имеет практический опыт: Проведения высоковольтных испытаний, Выбора и рационального использования средств защиты изоляции электроустановок</p>
Силовая электроника	<p>Знает: Принципы работы схем и устройств, реализованных на базе элементов силовой электроники Умеет: Составлять и рассчитывать схемы замещения электрических цепей с полупроводниковыми приборами Имеет практический опыт: Испытаний и анализа работы схем и устройств силовой электроники</p>
Электромагнитная совместимость в электрических системах	<p>Знает: О проблемах электромагнитной совместимости в электроэнергетике Умеет: Рассчитывать электромагнитные поля и их защиты от воздействий ЭМП Имеет практический опыт: Оценки параметров электромагнитной обстановки на объектах электроэнергетической системы</p>
Электроснабжение	<p>Знает: Основные источники информации по направлению профессиональной деятельности, Основные принципы построения электрических сетей систем электроснабжения, типовые схемы и приоритетные области их использования, достоинства и недостатки типовых схем Умеет: Анализировать и систематизировать информацию, извлечённую из различных источников, необходимую для решения конкретных задач в области проектирования систем электроснабжения с учётом требований нормативных документов, Пользоваться при эксплуатации СЭС справочной литературой и нормативными материалами Имеет практический опыт: Проведения простейших расчётов, связанных с проектированием систем электроснабжения, Составления схем замещения СЭС и определения параметров их элементов</p>
Программные средства в электроэнергетике	<p>Знает: Программные средства и компьютерные технологии, предназначенные для выполнения</p>

	инженерных расчетов, компьютерной обработки данных, построения векторных изображений электрических схем, а также программирования в электроэнергетике Умеет: Применять программные средства и ЭВМ при решении задач разработки, анализа режимов и эксплуатации электроэнергетических систем Имеет практический опыт: Выполнения инженерных расчетов на ЭВМ, подготовки и составления технической документации в электронной форме, программирования на языке высокого уровня
Теория релейной защиты и автоматики	Знает: Принципы построения релейной защиты и автоматизации электроэнергетических систем, а также методы и технические средства Умеет: Анализировать логику работы устройств релейной защиты и автоматики Имеет практический опыт: Анализа работы устройств релейной защиты и автоматики на объектах электроэнергетики и расчета их параметров
Математические задачи электроэнергетики	Знает: Об установившихся и переходных режимах электроэнергетических систем и методах их расчета. Вероятностно-статистические методы решения задач электроэнергетики Умеет: Применять математические модели и программы для анализа режимов электроэнергетических систем. Оценивать надежность объектов профессиональной деятельности Имеет практический опыт: Алгоритмизации и решения задач эксплуатации электрооборудования в электроэнергетических системах, а также задач из теории надежности и математической статистики
Электрооборудование высоковольтных подстанций	Знает: Теорию коммутации электрических цепей, устройства и принципа работы высоковольтных коммутационных аппаратов, измерительных трансформаторов тока и трансформаторов напряжения Умеет: Осуществлять контроль режимов работы высоковольтного электротехнического силового и коммутационного электрооборудования Имеет практический опыт: Изучения конструкции и принципов работы основного высоковольтного электротехнического оборудования и нормативно-технической документации
Общая энергетика	Знает: Методы и средства для получения информации об электростанциях различных видов, принципах работы и устройства энергетических установок, основных видах энергетических ресурсов Умеет: Выполнять расчет и анализ основных параметров электростанций Имеет практический опыт: Расчёта основных характеристик и показателей работы различных электростанций, навыками использования источников информации по

	дисциплине и компьютера как средства работы с ней
Эксплуатация электрических сетей	<p>Знает: Основные устройства, методы и способы управления параметрами установившихся режимов электроэнергетических систем</p> <p>Умеет: Обеспечивать на этапе разработки и в ходе эксплуатации электрических сетей заданные параметры качества электроэнергии</p> <p>Имеет практический опыт: Расчета и оптимизации режимов электроэнергетических систем с применением ЭВМ</p>
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>
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</p>

	<p> 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>
<p>Производственная практика (эксплуатационная) (6 семестр)</p>	<p>Знает: Принципы классификации основного электрооборудования в электроэнергетических системах и его технические характеристики и экономические показатели. Способы проведения измерений электрических и неэлектрических величин на объектах электроэнергетики Умеет: Пользоваться стандартами и нормативными документами по организации технического обслуживания электрооборудования в электроэнергетических системах, вести отчетную документацию и оформлять основные документы. Проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах электроэнергетики Имеет практический опыт: Безопасного использования технических средств в профессиональной деятельности, а также работы с нормативными документами и правовыми актами</p>
<p>Учебная практика (ознакомительная) (2 семестр)</p>	<p>Знает: Виды и особенности профессиональной деятельности, профессиональную терминологию Умеет: Организовать себя и организовать работу малых коллективов для решения профессиональных задач. Формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах в виде научно-технического отчета Имеет практический опыт: Постановки и решения профессиональных задач</p>

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 66,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		8
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	60	60

Лекции (Л)	36	36
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	24	24
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	41,75	41,75
Подготовка к коллоквиумам перед лабораторными работами и выполнению расчётных заданий	30	30
Подготовка к зачёту	11,75	11,75
Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Предмет и задачи дисциплины. Рабочие напряжения и перенапряжения. Общее представление о координации изоляции электрооборудования.	2	2	0	0
2	Защитные аппараты и устройства.	2	2	0	0
3	Молния как источник грозовых перенапряжений. Молниеотводы и их применение для защиты от прямых ударов молнии.	6	4	0	2
4	Волновые процессы в линиях электропередачи.	10	4	0	6
5	Защита подстанций от грозовых перенапряжений.	10	4	0	6
6	Молниезащита воздушных линий электропередачи.	6	6	0	0
7	Перенапряжения в обмотках трансформаторов при воздействии импульсных волн.	8	4	0	4
8	Внутренние перенапряжения и защита от них.	14	8	0	6
9	Испытания и координация изоляции высоковольтного оборудования по уровням грозовых и внутренних перенапряжений.	2	2	0	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Предмет и задачи дисциплины. Рабочие напряжения и перенапряжения, кратность перенапряжений. Атмосферные (грозовые) и внутренние перенапряжения, их причины появления на изоляции и отличительные особенности. Общее представление о координации изоляции электрооборудования.	2
2	2	Общий принцип действия и разновидности защитных аппаратов и устройств: искровой промежуток, разрядники, ограничители перенапряжений нелинейные (ОПН). Устройство, принцип действия, характеристики, область применения разрядников вентильных (РВ). Устройство, принцип действия, характеристики, область применения ОПН. Преимущества ОПН перед РВ.	2
3, 4	3	Молния и этапы её развития. Электрические характеристики молнии и её воздействие на электрооборудование. Характеристики грозовой активности. Молниеотводы: устройство и разновидности, принцип действия, зоны защиты. Размещение молниеотводов на открытых распределительных устройствах и условия безопасного прохождения тока молнии по ним.	4

5	4	Волновые процессы в линиях электропередач. Возникновение и распространение волн перенапряжений в линиях без потерь, волновые уравнения и их решение. Суть волнового метода, понятие падающих, отражённых и преломлённых волн, коэффициенты отражения и преломления и их взаимосвязь. Схема замещения (правило) Петерсена и её применение для расчёта перенапряжения в узловой точке.	2
6	4	Перенапряжения на шинах подстанции при воздействии волны перенапряжения. Влияние сосредоточенных ёмкости и индуктивности на волновые процессы в линиях. Влияние воздействующей волны ограниченной длительности на перенапряжения в узловой точке. Многократные отражения волн от концов короткой вставки.	2
7	5	Защита подстанций от прямых ударов молнии и от набегающих волн перенапряжения. Понятие защищённого подхода к подстанции при напряжении 35 кВ и выше и особенности его выполнения. Параметры набегающей на подстанцию волны перенапряжения при наличии защищённого подхода. Деформация волны перенапряжения под действием импульсной короны.	2
8	5	Принципы защита подстанций 35 кВ и выше от набегающих волн перенапряжения. Построение и анализ зависимостей напряжения от времени в точках на ошиновке подстанции, удалённых от защитного аппарата. Факторы, влияющие на величины этих напряжений и меры по их снижению. Понятие зоны защиты защитного аппарата. Определение необходимой длины защищённого подхода. Особенности выполнения защищённого подхода к подстанциям напряжением 6-10 кВ и защиты таких подстанций от набегающих волн.	2
9	6	Грозоупорность воздушных ЛЭП и её показатели: критический ток молнии, число грозовых отключений ЛЭП. Формула для расчёта числа длительных грозовых отключений. Расчёт числа ударов молнии в ЛЭП. Средства грозозащиты воздушных ЛЭП.	2
10	6	Грозоупорность ЛЭП 110 кВ и выше без тросов на металлических и железобетонных опорах. Использование ОПН для повышения грозоупорность воздушных ЛЭП 110 кВ и выше без тросов на металлических и железобетонных опорах. Изоляторы-разрядники и их применение.	2
11	6	Грозоупорность ЛЭП 35 кВ без тросов на металлических и железобетонных опорах. Грозоупорность ЛЭП без тросов на деревянных опорах. Грозоупорность ЛЭП 110 кВ и выше с тросами на металлических и железобетонных опорах. Особенности грозозащиты воздушных ЛЭП 6-10 кВ.	2
12	7	Перенапряжения в обмотках трансформаторов при воздействии импульсных волн. Особенности схем замещения обмотки трансформатора в зависимости от режима нейтрали в начальный момент времени и в установившемся режиме. Влияние исполнения обмотки (цилиндрическая или катушечная) на соотношение параметров в схеме замещения. Анализ переходного процесса в обмотке трансформатора при воздействии импульса перенапряжения при заземлённой нейтрали (начальный момент, установившийся режим, распределение максимальных потенциалов вдоль обмотки).	2
13	7	Анализ переходного процесса в обмотке трансформатора при воздействии импульса перенапряжения при изолированной нейтрали (начальный момент, установившийся режим, распределение максимальных потенциалов вдоль обмотки). Способы и средства уменьшения перенапряжений на изоляции обмоток трансформаторов и защиты от них, учёт особенности исполнения обмотки (цилиндрическая или катушечная).	2
14	8	Внутренние перенапряжения, их особенности и разновидности: длительные, коммутационные, дуговые. Перенапряжения из-за ёмкостного эффекта и способы их снижения.	2
15	8	Перенапряжения при включении ненагруженной ЛЭП (плановое включение и	2

		в цикле АПВ), способы и средства их снижения.	
16	8	Перенапряжения при отключении конденсаторной батареи и ненагруженной ЛЭП, способы и средства их снижения.	2
17	8	Перенапряжения при отключении малых индуктивных токов и меры по их снижению.	2
18	9	Испытания и координация изоляции высоковольтного оборудования по уровням грозových и внутренних перенапряжений.	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

## 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	3	Расчёт защиты ОРУ от прямого удара молнии с помощью программы Flashprot	2
2, 3, 4	4	Исследование на физической модели волновых процессов в линиях электропередачи при различных видах нагрузки.	6
5, 6, 7	5	Исследование на физической модели грозозащиты подстанции от набегающих по линиям электропередачи волн перенапряжений.	6
8, 9	7	Исследование импульсных перенапряжений на изоляции обмоток трансформаторов на физической модели.	4
10	8	Исследование перенапряжений при включении разомкнутых линий с помощью программы Line.	2
11	8	Исследование перенапряжений при отключении ненагруженных линий и конденсаторных батарей с помощью программы Line .	2
12	8	Исследование перенапряжений при отключении малых индуктивных токов с помощью программы Line.	2

## 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 коллоквиумам перед лабораторными работами и выполнению расчётных заданий	[1, Гл. 20-25, 26-30], [1д., Гл. 8-10, 18-19], [1э., пп. 2-9], [2э., С. 54-63, 75-82], [3э., пп. 1-4, 7], [4э.].	8	30
Подготовка к зачёту	[1, Гл. 20-25, 26-30], [1д., Гл. 8-22], [1э.], [2э., С. 54-63, 75-82], [3э.], [4э.].	8	11,75

## 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	8	Текущий контроль	Коллоквиум 1	0,1375	11	<p>Процедура проведения и оценивания. До коллоквиума допускаются студенты, представившие материалы домашней предварительной подготовки. Коллоквиум проводится в форме беседы для проверки знания теории. На подготовку ответа студенту предоставляется время до 20 минут.</p> <p>Критерии оценивания. 10–11 баллов (отлично): полный ответ на поставленный вопрос, материал логично изложен, выводы обоснованы; на уточняющие вопросы даны правильные ответы. 8–9 баллов (хорошо): правильный ответ на вопрос, но допущены отдельные непринципиальные неточности; на уточняющие и дополнительные вопросы даны правильные, но нечёткие ответы. 6–7 баллов (удовлетворительно): частичные знания, ошибки и неточности при ответе, отсутствует логика в изложении материал, при этом хотя бы часть материала раскрыта без принципиальных ошибок. Неудовлетворительно (0 баллов): не дан или ошибочен ответ на заданный вопрос; не смог ответить на дополнительные и уточняющие вопросы</p>	зачет
2	8	Текущий контроль	Выполнение лабораторной работы №1 и защита отчёта	0,05	4	<p>Процедура проведения и оценивания. Контролируются соблюдение правил техники безопасности и методики проведения экспериментов, оценивается правдоподобность полученных результатов.</p> <p>Отчёт может оформляться один на бригаду, но защита осуществляется индивидуально. Отчет должен быть оформлен согласно требованиям стандарта ЮУрГУ и включать: титульный лист, цель работы, схемы замещения исследуемых объектов; расчёты и другие материалы предварительной подготовки; таблицы и графики с экспериментальными и расчетными данными; краткие выводы по полученным результатам.</p>	зачет

					<p>При защите отчёта проверяется: правильность его оформления; соответствие между представленными и экспериментальными данными; способность студентов анализировать полученные результаты и делать краткие выводы.</p> <p>Критерии оценивания. 3–4 балла (зачтено): правильно выполненная лабораторная работа (1 б.) и грамотно составленный отчет (1 б.); в ходе защиты показано умение оценивать полученные результаты на соответствие с теорией и их правдоподобность (1 б.), способность анализировать и объяснять полученные результаты (1 б.).</p> <p>Не зачтено (2 балла и менее): неправильно оформленный отчет; отсутствие протокола испытаний; отсутствие выводов; непонимание смысла исследованных явлений и процессов; неспособность объяснить полученные результаты.</p>	
3	8	Текущий контроль	Коллоквиум 2	0,1375	<p>Процедура проведения и оценивания. До коллоквиума допускаются студенты, представившие материалы домашней предварительной подготовки. Коллоквиум проводится в форме беседы для проверки знания теории. На подготовку ответа студенту предоставляется время до 20 минут.</p> <p>Критерии оценивания. 10–11 баллов (отлично): полный ответ на поставленный вопрос, материал логично изложен, выводы обоснованы; на уточняющие вопросы даны правильные ответы.</p> <p>8–9 баллов (хорошо): правильный ответ на вопрос, но допущены отдельные не принципиальные неточности; на уточняющие и дополнительные вопросы даны правильные, но нечёткие ответы.</p> <p>6–7 баллов (удовлетворительно): частичные знания, ошибки и неточности при ответе, отсутствует логика в изложении материал, при этом хотя бы часть материала раскрыта без принципиальных ошибок.</p> <p>Неудовлетворительно (0 баллов): не дан или ошибочен ответ на заданный вопрос; не смог ответить на дополнительные и уточняющие</p>	зачет

						вопросы	
4	8	Текущий контроль	Выполнение лабораторной работы №2 и защита отчёта	0,05	4	<p>Процедура проведения и оценивания. Контролируются соблюдение правил техники безопасности и методики проведения экспериментов, оценивается правдоподобность полученных результатов.</p> <p>Отчёт может оформляться один на бригаду, но защита осуществляется индивидуально. Отчет должен быть оформлен согласно требованиям стандарта ЮУрГУ и включать: титульный лист, цель работы, схемы замещения исследуемых объектов; расчёты и другие материалы предварительной подготовки; таблицы и графики с экспериментальными и расчетными данными; краткие выводы по полученным результатам.</p> <p>При защите отчёта проверяется: правильность его оформления; соответствие между представленными и экспериментальными данными; способность студентов анализировать полученные результаты и делать краткие выводы.</p> <p>Критерии оценивания. 3–4 балла (зачтено): правильно выполненная лабораторная работа (1 б.) и грамотно составленный отчет (1 б.); в ходе защиты показано умение оценивать полученные результаты на соответствие с теорией и их правдоподобность (1 б.), способность анализировать и объяснять полученные результаты (1 б.). Не зачтено (2 балла и менее): неправильно оформленный отчет; отсутствие протокола испытаний; отсутствие выводов; непонимание смысла исследованных явлений и процессов; неспособность объяснить полученные результаты.</p>	зачет
5	8	Текущий контроль	Расчётное задание 1	0,375	30	Оценка за расчётное задание учитывает следующее: своевременность и качество оформления (17 % - не более 5 б.); содержательную часть (50 % - не более 15 б.); защиту (33 % - не более 10 б.).	зачет
6	8	Промежуточная аттестация	Расчётное задание 2	-	20	Оценка за расчётное задание учитывает следующее: своевременность и качество оформления (15 % - не более 3 б.); содержательную часть (50 % - не более 10 б.); защиту (35 % - не более 7	зачет

						б.).	
7	8	Бонус	Посещаемость, конспект лекций. Участие в профильных олимпиадах, конференциях и т. п.	-	15	Бонус - поощрение студента за усердие в изучении дисциплины. Выставляется в виде добавки в % к текущему рейтингу. 10 % - студент присутствовал на ВСЕХ аудиторных занятиях (30 пар, 60 учебных часов) и предоставил свой полный конспект лекций. При пропуске занятий и предоставлении СВОЕГО ПОЛНОГО конспекта лекций - 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. (до 10 %).	зачет
8	8	Промежуточная аттестация	Зачёт	-	20	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.  Критерии оценивания представлены в Процедуру проведения.	зачет

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	НЕ является ОБЯЗАТЕЛЬНЫМ мероприятием, если рейтинг, набранный студентом за текущие контрольные мероприятия ( $R_d = R_{тек} + R_b$ (здесь $R_{тек}$ - рейтинг по текущему контролю (процент набранной суммы баллов по мероприятиям текущего контроля от максимально возможной); $R_b$ - 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,	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	<p>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. 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 непринципиальные 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_b</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_b</math> - бонус-рейтинг обучающегося (начисляется за посещаемость, олимпиады, конкурсы, конференции, публикации; его суммарное максимальное значение 15 %). Итоговая оценка: "зачёт", если <math>R_d</math> не менее 60 %; "незачёт", если <math>R_d</math> менее 60 %.</p>	
--	---	--

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ							
		1	2	3	4	5	6	7	8
ПК-2	Знает: Сущность физических процессов, вызывающих грозовые и внутренние перенапряжения в электроэнергетических системах, особенности их моделирования и анализа. Особенности исполнения грозозащиты воздушных линий электропередачи и подстанций	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-2	Умеет: Использовать программные средства для анализа коммутационных перенапряжений. Обосновывать выбор и размещение средств защиты от перенапряжений		+		+	+	+		+
ПК-2	Имеет практический опыт: Анализа условий появления и ограничения перенапряжений в электроэнергетических системах. Расчета зон защиты молниеотводов согласно действующей методике					+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

## Печатная учебно-методическая документация

### а) основная литература:

1. Базуткин, В. В. Техника высоких напряжений. Изоляция и перенапряжения в электрических системах Учебник Под общ. ред. Ларионова В. П. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1986. - 464 с. ил.

### б) дополнительная литература:

1. Тиняков, Н. А. Техника высоких напряжений Учеб. пособие для электротехн. специальностей вузов Н. А. Тиняков, К. Ф. Степанчук. - Минск: Вышэйшая школа, 1971. - 327 с. ил.

### 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. Гольдштейн, М.Е. Техника высоких напряжений: учебное пособие к лабораторным работам / М.Е. Гольдштейн, Ю.В. Коровин, А.В. Прокудин.- Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2014.-90 с.

2. Гольдштейн, М.Е. Атмосферные и коммутационные перенапряжения в электрических системах: учебное пособие к лабораторным работам / М.Е. Гольдштейн, Ю.В. Коровин, А.В. Прокудин. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 75 с. - URL:  
[http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU\\_METHOD&key=000436642](http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000436642)

### из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Гольдштейн, М.Е. Техника высоких напряжений: учебное пособие к лабораторным работам / М.Е. Гольдштейн, Ю.В. Коровин, А.В. Прокудин.- Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2014.-90 с.

2. Гольдштейн, М.Е. Атмосферные и коммутационные перенапряжения в электрических системах: учебное пособие к лабораторным работам / М.Е. Гольдштейн, Ю.В. Коровин, А.В. Прокудин. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 75 с. - URL:  
[http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU\\_METHOD&key=000436642](http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000436642)

## Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства	Титков, В. В. Перенапряжения и молниезащита : учебное пособие / В. В. Титков, Ф. Х. Халилов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-5819-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:

		Лань	<a href="https://e.lanbook.com/book/145845">https://e.lanbook.com/book/145845</a>
2	Основная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Гольдштейн, М.Е. Атмосферные и коммутационные перенапряжения в электрических системах: учебное пособие к лабораторным работам / М.Е. Гольдштейн, Ю.В. Коровин, А.В. Прокудин. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 75 с. - URL: <a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000436642">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000436642</a>
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Савина, Н. В. Техника высоких напряжений. Перенапряжения и защита от них : учебное пособие / Н. В. Савина. — Благовещенск : АмГУ, 2015. — 191 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/156473">https://e.lanbook.com/book/156473</a>
4	Основная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Гольдштейн, М.Е. Техника высоких напряжений: учебное пособие к лабораторным работам / М.Е. Гольдштейн, Ю.В. Коровин, А.В. Прокудин.- Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2014.-90 с. URL: <a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000548365">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000548365</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		Мультимедийное оборудование и компьютер
Лабораторные занятия	141а (1)	Специализированные лабораторные установки