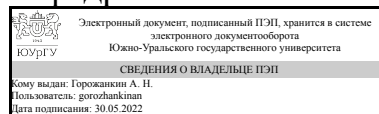


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



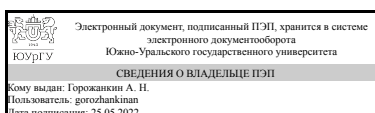
А. Н. Горожанкин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П2.10 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

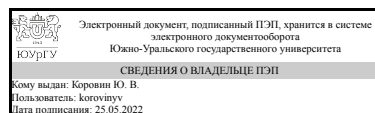
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 144

Зав.кафедрой разработчика,
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 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
Электрический привод, Автоматизация электроэнергетических систем, Электроэнергетические системы и сети, Элементы микропроцессорных систем, Модели прогнозирования электропотребления, Силовая полупроводниковая техника в энергетике и электротехнике, Электрические станции и подстанции, Математические задачи электроэнергетики, Электромагнитная совместимость в электрических системах, Эксплуатация электрических сетей, Практикум по виду профессиональной деятельности, Общая энергетика, Электроснабжение, Программные средства в электроэнергетике, Силовая электроника, Техника высоких напряжений, Электрические машины, Теория релейной защиты и автоматики, Производственная практика, эксплуатационная практика (6 семестр), Учебная практика, ознакомительная практика (2 семестр)	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
Автоматизация электроэнергетических систем	Знает: Назначение и классификацию автоматических устройств в электроэнергетике. Основные задачи и виды устройств противоаварийной автоматики Умеет: Анализировать логику работы устройств противоаварийной автоматики Имеет практический опыт: Анализа работы устройств противоаварийной автоматики на объектах электроэнергетики и расчета их параметров
Электроснабжение	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 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 Имеет практический опыт: Составления схем замещения СЭС и определения параметров их элементов, Проведения простейших расчётов, связанных с проектированием систем электроснабжения
Силовая электроника	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
Практикум по виду профессиональной деятельности	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 работы основного электротехнического оборудования электроэнергетических систем 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 Имеет практический опыт: Решения задач проектирования объектов электроэнергетической системы, Измерения, контроля и оценки эксплуатационных параметров электротехнического оборудования
Электрические станции и подстанции	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 практический опыт: Выбора основного высоковольтного электрооборудования и расчета его параметров, Работы с нормативно-техническими документами
Электромагнитная совместимость в электрических системах	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
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
Модели прогнозирования электропотребления	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
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
Силовая полупроводниковая техника в энергетике и электротехнике	Знает: Соотношение для токов и напряжений вентилях, трансформатора, фильтра в зависимости от номинальных параметров нагрузки, Физико-математический аппарат и методы анализа электромагнитных процессов в схемах выпрямителей, инверторов, преобразователей частоты и др. преобразователей; методы экспериментального исследования управляемых выпрямителей, автономных инверторов Умеет: Выбрать вентили, фильтр, трансформатор и прочие элементы силовой полупроводниковой техники по справочным данным, Составить схему

	замещения преобразователя для определения выходного напряжения, напряжения на вентиле, на сглаживающем фильтре Имеет практический опыт: Компьютерных расчетов характеристик выбранного преобразователя, Экспериментального исследования при помощи осциллографа, измерительных приборов, автономных датчиков тока и напряжения
Элементы микропроцессорных систем	Знает: Виды и типы микроконтроллеров, основные принципы аналого-цифрового и цифро-аналого преобразований Умеет: Программировать микроконтроллеры и отлаживать работу микропрограмм Имеет практический опыт: Разработки микропрограмм
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
Электроэнергетические системы и сети	Знает: Физико-математический аппарат для моделирования режимов работы электрической сети. Методы расчета звена электропередачи. Методы проведения экспериментов для оценки режимов работы электрической сети, 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 Умеет: 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. Обращивать результаты измерений и экспериментов, 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 Имеет практический опыт: Экспериментального исследования режимов работы элементов электрической сети и анализа условий и

	параметров их работы, Расчёта режимов электроэнергетических систем общеизвестными методами
Техника высоких напряжений	Знает: Основные электрофизические процессы, происходящие в изоляционных конструкциях при воздействии высоких напряжений. Особенности внешней и внутренней изоляции высоковольтных электроустановок, Виды воздействующих на изоляцию при эксплуатации напряжений и перенапряжений и основные способы и средства защиты от них Умеет: Анализировать влияние различных факторов на электрическую прочность и устройство изоляционных конструкций, Проводить измерения высокого напряжения. Применять защитные средства при работе на высоковольтных электроустановках Имеет практический опыт: Выбора и рационального использования средств защиты изоляции электроустановок, Проведения высоковольтных испытаний
Электрический привод	Знает: Назначение, элементную базу, характеристики и регулировочные свойства электроприводов с двигателями постоянного и переменного тока, Математическое описание, схемы включения, основные параметры и элементы проектирования электроприводов Умеет: 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, Использовать приближенные методы расчета и выбора основных элементов электрических приводов; разрабатывать и анализировать простые модели электроприводов и их элементов Имеет практический опыт: Проведения стандартных испытаний электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем; навыками анализа простых моделей электроприводов, Расчета, проектирования и конструирования электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем
Программные средства в электроэнергетике	Знает: Программные средства и компьютерные технологии, предназначенные для выполнения 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
Электрические машины	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, Теоретические предпосылки проектирования электрических машин и методы их расчета, Способы обеспечения требуемых выходных характеристик электрических машин Умеет: 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, 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 Имеет практический опыт: 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, 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
Эксплуатация электрических сетей	Знает: Основные устройства, методы и способы управления параметрами установившихся режимов электроэнергетических систем Умеет: Обеспечивать на этапе разработки и в ходе эксплуатации электрических сетей заданные параметры качества электроэнергии Имеет практический опыт: Расчета и оптимизации режимов электроэнергетических систем с применением ЭВМ
Учебная практика, ознакомительная практика (2 семестр)	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
Производственная практика, эксплуатационная практика (6 семестр)	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

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 зачёту	11,75	11.75
Подготовка к коллоквиумам перед лабораторными работами и выполнению расчётных заданий	30	30
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 промежутки, 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	2

		импульсной короны.	
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 грозоупорности 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 в цикле АПВ), способы и средства их снижения.	2
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 грозовых и внутренних перенапряжений.	2

5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

5.3. Лабораторные работы

№	№	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-
---	---	---	------

занятия	раздела		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 зачёту	[1, Гл. 20-25, 26-30], [1д., Гл. 8-22], [1э.], [2э., С. 54-63, 75-82], [3э.], [4э.].	8	11,75
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

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	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. Критерии оценивания. 10–11 баллов	зачет

					(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 не принципиальные 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 материала, 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		
2	8	Текущий контроль	Выполнение лабораторной работы №1 и защита отчёта	0,05	4	Процедура проведения и оценивания. Контролируются соблюдение правил техники безопасности и методики проведения экспериментов, оценивается правдоподобность полученных результатов. 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. При защите отчёта проверяется: правильность его оформления; соответствие между представленными и экспериментальными данными; способность студентов анализировать полученные результаты и делать краткие выводы. 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	зачет

						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.	
3	8	Текущий контроль	Коллоквиум 2	0,1375	11	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. 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 не принципиальные 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 материала, 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	зачет
4	8	Текущий контроль	Выполнение лабораторной работы №2 и защита отчёта	0,05	4	Процедура проведения и оценивания. Контролируются соблюдение правил техники безопасности и методики проведения экспериментов, оценивается правдоподобность полученных результатов. 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	зачет

						предварительной подготовки; таблицы и графики с экспериментальными и расчетными данными; краткие выводы по полученным результатам. При защите отчёта проверяется: правильность его оформления; соответствие между представленными и экспериментальными данными; способность студентов анализировать полученные результаты и делать краткие выводы. 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.	
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 б.).	зачет
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	зачет

						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 %).	
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 Procedure 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, 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 не принципиальные неточности; на уточняющие и дополнительные вопросы даны правильные, но нечёткие ответы. 7–6 баллов (удовлетворительно): частичные знания,	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	ошибки и неточности при ответе на вопрос, неумение логически выстроить материал ответа, при этом хотя бы часть материала раскрыта без принципиальных ошибок. 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 $R_{па} = (СУММА \text{ баллов за ответ}) / (\text{максимальная сумма баллов} = 20) * 100\%$. Окончательный рейтинг (при непосредственной сдаче зачёта по билету) выставляется на основании формулы $R_d = 0,6 \times R_{тек} + 0,4 \times R_{па} + R_b$ (здесь $R_{тек}$ - рейтинг по текущему контролю (процент от максимальной суммы баллов по мероприятиям текущего контроля); $R_{па}$ - рейтинг по промежуточной аттестации (процент от максимального балла за зачёт); R_b - бонус-рейтинг обучающегося (начисляется за посещаемость, олимпиады, конкурсы, конференции, публикации; его суммарное максимальное значение 15 %). Итоговая оценка: "зачёт", если R_d не менее 60 %; "незачёт", если R_d менее 60 %.	
--	--	--

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. 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
2. 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.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. 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
2. 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.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	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: https://e.lanbook.com/book/145845
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: http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000436642
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: https://e.lanbook.com/book/156473
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:

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
Лабораторные занятия	141a (1)	Специализированные лабораторные установки
Лекции		Мультимедийное оборудование и компьютер