

# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Политехнический институт

ЮУрГУ	Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП	
Кому выдан: Ваулин С. Д.	
Пользователь: vaulinsd	
Дата подписания: 30.12.2021	

С. Д. Ваулин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины 1.Ф.П1.15 Техника высоких напряжений  
для направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
уровень Бакалавриат  
профиль подготовки Электропривод и автоматизация промышленных установок и  
технологических комплексов  
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,  
д.техн.н., проф.

И. М. Кирпичникова

ЮУрГУ	Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП	
Кому выдан: Кирпичникова И. М.	
Пользователь: kirpichnikovaim	
Дата подписания: 29.12.2021	

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

Ю. В. Коровин

ЮУрГУ	Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП	
Кому выдан: Коровин Ю. В.	
Пользователь: korovinu	
Дата подписания: 29.12.2021	

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной  
программы  
к.техн.н.

А. Е. Бычков

ЮУрГУ	Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП	
Кому выдан: Бычков А. Е.	
Пользователь: bychkova	
Дата подписания: 29.12.2021	

Челябинск

## **1. Цели и задачи дисциплины**

Целью освоения учебной дисциплины «Техника высоких напряжений» является формировании у обучающихся комплексного представления о принципах выполнения, условиях работы, испытаний и защиты изоляционных конструкций высоковольтных электроустановок, а также условиях их рационального применения. Студенты должны: - знать особенности внешней и внутренней изоляции высоковольтных электроустановок; - знать основные электрофизические процессы, происходящие в изоляционных конструкциях при воздействии высоких напряжений; - знать условия рационального выполнения изоляции электроустановок; - знать виды воздействующих на изоляцию при эксплуатации напряжений и перенапряжений и основные способы и средства защиты от них; - уметь проводить измерения высокого напряжения; - уметь использовать защитные средства при работе на высоковольтных электроустановках; - уметь анализировать влияние различных факторов на электрическую прочность и устройство изоляционных конструкций; - владеть начальными навыками проведения высоковольтных испытаний; - владеть основами безопасной работы на высоковольтных электроустановках.

## **Краткое содержание дисциплины**

Предмет и задачи дисциплины. Роль высоких напряжений в электроэнергетике. Внешняя и внутренняя изоляции. Рабочие напряжения и перенапряжения, их особенности и разновидности. Общее представление об уровнях изоляции и координации изоляции электрооборудования. Атмосферный воздух как диэлектрик. Электрический разряд в газе. Вольт-амперная характеристика газового промежутка в однородном поле и понятие самостоятельности разряда. Развитие разряда в воздушных промежутках с однородным полем. Лавина электронов. Закон Пашена. Элементы стримерной теории разряда. Понятие неоднородного электрического поля и особенности развития разряда в промежутках с таким полем. Эффект полярности. Особенности разряда в длинных воздушных промежутках. Разряды в воздушных промежутках при импульсных напряжениях. Время разряда и его составляющие. Полный (стандартный) и срезанный грозовые испытательные импульсы. Разряд в воздухе вдоль поверхности твёрдого диэлектрика. Понятие скользящего разряда. Способы повышения разрядного напряжения вдоль поверхности изолятора. Влияние загрязнения и увлажнения поверхности изолятора на развитие разряда. Общие свойства внутренней изоляции и её разновидности. Вольт-временная зависимость внутренней изоляции. Длительная электрическая прочность внутренней изоляции. Частичные разряды. Регулирование электрических полей во внутренней изоляции. Средства защиты от перенапряжений: искровые промежутки, трубчатые разрядники, вентильные разрядники, ограничители перенапряжения нелинейные, длинно-искровые разрядники и изоляторы-разрядники. Их устройство, принцип действия, характеристики и области применения. Молния как источник грозовых перенапряжений и способы защиты от прямых ударов молнии. Молниепроводы и их зоны защиты. Рациональное размещение молниепроводов на подстанции. Активная молниезащита.

## **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: Условия рационального выполнения изоляции электроустановок Умеет: Анализировать влияние различных факторов на электрическую прочность и устройство изоляционных конструкций Имеет практический опыт: Применения навыков проведения высоковольтных испытаний
ПК-2 Способен участвовать в эксплуатации объектов профессиональной деятельности	Знает: Виды воздействующих на изоляцию при эксплуатации напряжений и перенапряжений и основные способы и средства защиты от них; особенности внешней и внутренней изоляции высоковольтных электроустановок Умеет: Проводить измерения высокого напряжения Имеет практический опыт: Безопасной работы на высоковольтных электроустановках

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Электрические и электронные аппараты, Моделирование электронных устройств, Физические основы электроники, Электрический привод, Элементы систем автоматики, Автоматизация типовых технологических процессов, Микропроцессорные средства в электроприводах и технологических комплексах, Автономные инверторы напряжения и тока, Электрические машины, Силовая полупроводниковая техника в энергетике и электротехнике, Силовая электроника, Электроснабжение, Электроэнергетические системы и сети, Электрические станции и подстанции, Общая энергетика, Прикладное программирование, Теория электропривода, Проектирование электрических сетей, Производственная практика, эксплуатационная практика (6 семестр), Учебная практика, ознакомительная практика (2 семестр)	Микропроцессорные системы управления электроприводов, Моделирование электропривода, Методы автоматизированного проектирования электроприводов, Производственная практика, преддипломная практика (10 семестр)

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

Дисциплина	Требования
------------	------------

Микропроцессорные средства в электроприводах и технологических комплексах	<p>Знает: Устройство, принцип действия электронного осциллографа и других измерительных приборов (мультиметр, генератор, приставка-осциллограф), Принципы действия, схемы исполнения и характеристики микропроцессорных средств, систем электропривода и технологических объектов автоматизации, последовательность расчета электромеханических систем Умеет: Измерять параметры и снимать характеристики микропроцессорных устройств и микроконтроллеров с применением электронных осциллографов и других измерительных приборов, Проектировать микропроцессорные средства ввода и вывода данных, индикации и коррекции информации в дискретной форме для построения отдельных узлов и элементов электропривода и систем автоматизации Имеет практический опыт: Выполнять экспериментальные исследования микропроцессорных устройств и микроконтроллеров по заданной методике, Синтеза элементов и устройств микропроцессорных средств для электропривода и систем автоматизации в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией</p>
Электроэнергетические системы и сети	<p>Знает: Основные методы анализа режимов электрической сети, Способы расчёта режима работы трансформатора Умеет: Рассчитывать параметры режимов электрических сетей, Выбирать отпайки РПН Имеет практический опыт: Оценки режимов работы электроэнергетических сетей, Навыков регулирования напряжения на подстанции</p>
Моделирование электронных устройств	<p>Знает: Принципы работы основных электронных устройств, обеспечивающих функционирование объектов профессиональной деятельности Умеет: Разрабатывать основные допущения при моделировании электронных устройств Имеет практический опыт: Создания математических и физических моделей электронных устройств</p>
Элементы систем автоматики	<p>Знает: Назначение и характеристики типовых технологических установок, отдельных элементов автоматики и их совокупности в составе функциональных блоков, а также ключевые базы данных, где можно найти информацию для решения поставленных задач, Принципы работы и основные режимы функционирования элементов систем автоматического управления: аналоговых и цифровых схемотехнических элементов, датчиков электрических и неэлектрических величин. Умеет: Квалифицированно формулировать запросы по поиску необходимой информации в различных базах данных</p>

	<p>электротехнического профиля, а также эффективно осуществлять критический анализ и синтез полученной информации. Уметь мыслить широко, применяя системный подход и ранее полученные навыки, для решения новых задач в области элементов и систем автоматики, Делать выводы о качестве функционирования элементов автоматики с применением информационных технологий, формированием отчетов о действующих элементах промышленной автоматики и предложений по разработке новых проектов по дальнейшей автоматизации технологических процессов. Имеет практический опыт: Работы с основными электротехническими базами данных и различными элементами систем автоматики и электроизмерительной аппаратуры, Создания простейших схем автоматического управления и анализа сигналов в них.</p>
Силовая электроника	<p>Знает: Основы расчета схем вентильных преобразователей, Принципы работы, основные понятия, определения, технические характеристики и классификацию силовых полупроводниковых преобразователей постоянного и переменного тока. Умеет: Выполнять экспериментальные исследования по заданной методике, обрабатывать результаты экспериментов и оформлять отчет, Рассчитывать параметры элементов силовых схем вентильных преобразователей Имеет практический опыт: Исследования объектов силовой электроники, Разработки простых силовых схем вентильных преобразователей</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>
Теория электропривода	<p>Знает: Основные режимы работы общепромышленных электроприводов и пути их обеспечения, Функциональные схемы типовых производственных электроприводов, их достоинства и недостатки Умеет: Обеспечивать</p>

	<p>работу регулируемого электропривода и входящих в его состав составных частей для максимальной производительности либо максимальной эффективности эксплуатируемого объекта, Рассчитывать режимы работы электрических машин, полупроводниковых преобразователей, а также дополнительного электрооборудования, входящего в состав электрического привода. Имеет практический опыт: Настройки и регулирования скорости типовых разомкнутых систем общепромышленных электроприводов, Выбора элементов силовой части электрического привода для обеспечения функционирования с заданными характеристиками по производительности и энергоэффективности.</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>
Проектирование электрических сетей	<p>Знает: Методы расчета установившихся и переходных режимов электрических сетей Умеет: Рассчитывать режимы электрической сети с применением ЭВМ Имеет практический опыт: Алгоритмизации решения математических задач, связанных с проектированием электрических сетей</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 Умеет: Использовать методы анализа линейных и нелинейных электрических цепей для расчета простейших схем силовых преобразователей на основе полупроводниковых приборов Имеет практический опыт: Моделирования простейших схем силовых преобразователей и аналоговых электронных усилителей</p>
Электрические станции и подстанции	<p>Знает: Нормативные документы, определяющие требования к выбору электрических схем электроэнергетических объектов, - "ПУЭ", "НТП подстанций напряжением 35-750 кВ.", "Схемы принципиальные электрические распределительных устройств подстанций 35-750 кВ.", Параметры основного оборудования электроэнергетики - генераторов, трансформаторов, выключателей, разъединителей, измерительных трансформаторов. Умеет: Пользоваться нормативными документами, Находить и определять параметры основного оборудования</p>

	<p>электроэнергетики по справочным, каталожным, нормативным и др. документам. Имеет практический опыт: Проектирования электроэнергетических объектов, Выбора основного оборудования электроэнергетики</p>
Прикладное программирование	<p>Знает: Устройство, структуру и основные характеристики и возможности современных микропроцессоров и микроконтроллеров различного типа, различного исполнения и возможности их программирования, принципиальные схемы реализации и области применения микропроцессоров и микроконтроллеров., Математические основы информатики: системы счисления, формы записи данных (целых и вещественных, со знаком и без него) в персональном компьютере, алгебру логики, ее основные операции и законы, принцип действия, схемы исполнения, характеристики и области применения микропроцессоров и микроконтроллеров Умеет: Выполнять поиск, обработку и анализ информации по современным микропроцессорам, микроконтроллерам, их характеристикам и архитектуре, программному обеспечению для решения конкретных задач проектирования простейших электромеханических систем; выполнять ввод данных в дискретной форме в микроконтроллеры и микропроцессоры, хранить и обрабатывать их, а также выполнять вывод информации для управления простейшими объектами регулирования и индикации., Использовать математические основы информатики, использовать микропроцессоры и микроконтроллеры для решения простейших задач управления электромеханическими объектами и индикацией их состояния Имеет практический опыт: Поиска, хранения и обработки данных по современным микроконтроллерам и микропроцессорам, используя программное обеспечение на языке высокого уровня; способностью представлять информацию в требуемой форме (дискретной, широтно-импульсной) для управления простейшими объектами, Решения задач анализа работы простейших схем микропроцессорной и микроконтроллерной техники, моделирования устройств микропроцессорной техники для решения конкретных задач управления простейшими электромеханическими объектами</p>
Общая энергетика	<p>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</p>

	<p>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</p>
Электрический привод	<p>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</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 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</p>

	<p>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, 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</p>
<p>Автономные инверторы напряжения и тока</p>	<p>Знает: Основы расчета схем автономных инверторов, Принципы работы, основные понятия, определения, технические характеристики и классификацию силовых полупроводниковых преобразователей, ориентированных на преобразование постоянного тока в переменный. Умеет: Выполнять экспериментальные исследования по заданной методике, обрабатывать результаты экспериментов и оформлять отчет, Рассчитывать параметры элементов силовых схем автономных инверторов Имеет практический опыт: Исследования объектов силовой электроники, Способностью разрабатывать простые силовые схемы автономных инверторов</p>
<p>Силовая полупроводниковая техника в энергетике и электротехнике</p>	<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 вентиляй, трансформатора, фильтра в зависимости от номинальных параметров нагрузки Умеет: Составить схему замещения преобразователя для определения выходного напряжения, напряжения на вентилях, на сглаживающем фильтре, Выбрать вентиля, 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>
<p>Автоматизация типовых технологических процессов</p>	<p>Знает: Принципы построения систем автоматики на различной элементной базе, номенклатуру программируемых логических контроллеров различных производителей, Методы синтеза систем программного управления, реализацию синтезированной системы на различной элементной базе Умеет: Читать функциональные</p>

	<p>схемы, принципиальные электрические схемы, а также схемы соединений, ориентироваться в разнообразии оборудования для систем автоматики и выбирать нужные элементы для замены, Составлять алгоритм автоматизации управления объектом Имеет практический опыт: Синтез систем автоматики, диагностики систем автоматики, Практический опыт: построения систем автоматики на современной элементной базе</p>
<p>Производственная практика, эксплуатационная практика (6 семестр)</p>	<p>Знает: Основные параметры технологических процессов, электротехнических комплексов и требования, предъявляемые к ним, Современные методы организации командной работы Умеет: Применять заданную методику, обеспечивающую требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса, Применять стратегию сотрудничества для достижения поставленной цели Имеет практический опыт: Оценки требуемых режимов работы и работоспособности электротехнических комплексов при заданных параметрах технологического процесса, Взаимодействия с другими членами команды для достижения поставленной задачи</p>
<p>Учебная практика, ознакомительная практика (2 семестр)</p>	<p>Знает: Основные приемы и нормы социального взаимодействия; основные понятия и методы конфликтологии, технологии межличностной и групповой коммуникации в деловом взаимодействии, Основные параметры технологических процессов, электротехнических комплексов и требования, предъявляемые к ним, Методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа Умеет: Устанавливать и поддерживать контакты, обеспечивающие успешную работу в коллективе; применять основные методы и нормы социального взаимодействия для реализации своей роли и взаимодействия внутри команды, Применять заданную методику, обеспечивающую требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса, Применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; применять системный подход для решения поставленных задач Имеет практический опыт: Работы с простейшими методами и приемами социального взаимодействия и работы в команде, Оценки требуемых режимов работы и работоспособности электротехнических комплексов при заданных параметрах технологического процесса, Работы с методами</p>

	поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; работы с методикой системного подхода для решения поставленных задач
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 18,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам	
		в часах	
		Номер семестра	9
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	12	12	
Лекции (Л)	6	6	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0	
Лабораторные работы (ЛР)	6	6	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	89,75	89,75	
с применением дистанционных образовательных технологий	0		
Подготовка реферата	26	26	
Подготовка к коллоквиумам и лабораторным работам, оформление отчётов	50	50	
Подготовка к зачёту	13,75	13.75	
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	Введение. Предмет, задачи и общая структура курса	1	1	0	0
2	Внешняя изоляция, её основные свойства и характеристики	6	3	0	3
3	Источники высоких напряжений и измерения на высоких напряжениях	2	0	0	2
4	Защитные аппараты и устройства от перенапряжений. Координация изоляции	1	1	0	0
5	Молния как источник грозовых перенапряжений. Защита от прямых ударов молнии	2	1	0	1

##### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов

1	1	Предмет и задачи дисциплины. Роль высоких напряжений в электроэнергетике. Внешняя и внутренняя изоляции, их характерные особенности. Рабочие напряжения и перенапряжения. Причины появления перенапряжений на изоляции. Общее представление об уровнях изоляции и координации изоляции электрооборудования.	1
2	2	Атмосферный воздух как диэлектрик. Электрический разряд в газе. Вольт-амперная характеристика газового промежутка в однородном поле и понятие самостоятельности разряда. Формы самостоятельного газового разряда. Развитие разряда в воздушных промежутках с однородным полем. Лавина электронов и условие самостоятельности разряда. Закон Пашена. Элементы стримерной теории разряда. Понятие неоднородного электрического поля и особенности развития разряда в промежутках с таким полем. Эффект полярности. Особенности разряда в длинных воздушных промежутках.	2
3	2	Разряды в воздушных промежутках при импульсных напряжениях. Время разряда и его составляющие. Вольт-секундная характеристика изоляции. Полный (стандартный) и срезанный грозовые испытательные импульсы.	1
4	4	Общий принцип действия защитных устройств от перенапряжений. Координация изоляции. Разновидности защитных аппаратов. Длинно-искровые разрядники (РДИ) и изоляторы-разрядники мультикамерные (ИРМ): устройство и принцип действия, область применения. Вентильные разрядники (РВ): устройство, принцип действия, основные характеристики, область применения. Ограничители перенапряжений нелинейные (ОПН): устройство, принцип действия, основные характеристики, область применения. места размещения, особенности выбора.	1
5	5	Молния как источник грозовых перенапряжений: формирование и развитие молнии; параметры тока молнии; характеристики грозовой активности; перенапряжения при прямом попадании молнии в объект. Защита от прямых ударов молнии: молниепроводы, их устройство и принцип действия; зоны защиты молниепроводов; рациональное размещение молниепроводов на подстанции. Активная молниезащита.	1

## 5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

## 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	2	Исследование электрической прочности воздушного промежутка при длительном воздействии напряжения	2
2	2	Исследование распределения напряжения по гирлянде изоляторов	1
3	3	Источники высоких напряжений и измерения на высоких напряжениях. Импульсная прочность изоляции	2
4	5	Молниезащита ОРУ подстанции от прямых ударов молнии	1

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов

Подготовка реферата	[1, 2, 1 эл., 2 эл.], периодическая литература, интернет	9	26
Подготовка к коллоквиумам и лабораторным работам, оформление отчётов	Работа 1 (занятие 1): [1, пп. 5.1-5.12], [2, гл. 1, 4-6], [1 эл., пп. 1.1-1.4, 1.8], [2 эл., стр. 5-18]. Работа 3 (занятие 2) : [2, гл. 9.1], [1 эл., п. 1.12], [2 эл., стр. 29-35]. Работа 4 (занятие 3): [1, п. 2.3], [2, гл. 6, 25], [1 эл., пп. 1.7-1.9, 5.3, 6.3, 6.4], [2 эл. , стр. 35-49, 65-74]. Работа 5 (занятие 4): [2, гл. 23, 24], [2 эл., стр. 49-54, 75-82]	9	50
Подготовка к зачёту	[1, 2, 1 эл., 2 эл.], периодическая литература, интернет	9	13,75

## 6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

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-мestr	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи-тыва-ется в ПА
1	9	Текущий контроль	Коллоквиум 1	0,314	11	<p>Процедура проведения и оценивания. 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 материала, 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 вопросы</p>	зачет
2	9	Проме-	Выполнение	-	4	Процедура проведения и оценивания.	зачет

		журнальная аттестация	лабораторной работы №1 и защита отчёта			<p>Контролируются соблюдение правил техники безопасности и методики проведения экспериментов, оценивается правдоподобность полученных результатов, подписывает протокол испытаний.</p> <p>Отчёт может оформляться один на бригаду, но защита осуществляется индивидуально. Отчет должен быть оформлен согласно требованиям стандарта ЮУрГУ и включать:</p> <p>титульный лист, цель работы, схему электроустановки, чертежи и/или эскизы испытуемого оборудования, протокол испытаний; таблицы и графики с экспериментальными и расчетными данными, краткие выводы по полученным результатам.</p> <p>При защите отчёта проверяется:</p> <p>правильность его оформления;</p> <p>соответствие между представленными данными и протоколом испытаний;</p> <p>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>Отчет должен быть оформлен согласно требованиям стандарта ЮУрГУ и включать: титульный лист, цель работы, схему электроустановки, чертежи и/или эскизы испытуемого оборудования, протокол испытаний; таблицы и графики с экспериментальными и расчетными данными, краткие выводы по полученным результатам.</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	9	Текущий контроль	Реферат	0,286	10	<p>Процедура проведения и оценивания. Оформленный реферат проверяется преподавателем и при необходимости дорабатывается.</p> <p>Критерии оценивания. 6–10 баллов</p>	зачет

						(зачтено): материал реферата соответствует заявленной теме; оформление соответствует требованиям стандарта ЮУрГУ; сформулирована цель и/или задачи реферата; ссылки на источники правильно оформлены; во введении обоснована актуальность выбранной темы, кратко освещена история вопроса и используемая литература; в основной части раскрыта тема реферата, изложение было ясным и точным, представленные рассуждения аргументированы; в заключении представлены основные выводы в сжатой форме; объем – 15...30 страниц. Не зачтено (0 баллов): материал реферата не соответствует теме; оформление не соответствует требованиям стандарта ЮУрГУ; недостаточный объем; отсутствуют выводы по разделам основной части.	
4	9	Текущий контроль	Тест	0,286	10	Тест проводится в системе "Электронный ЮУрГУ" в режиме online.  Тест содержит 10 вопросов, за каждый правильный ответ начисляется 1 балл. Возможны две попытки с ограничением по времени. Засчитывается последняя попытка.	зачет
5	9	Бонус	Составление конспекта лекций и посещаемость	-	4	Бонус - поощрение студента за усердие в изучении дисциплины. Выставляется в виде добавки в % к текущему рейтингу.  4 % - студент присутствовал на ВСЕХ аудиторных занятиях (6 пар, 12 учебных часов) и предоставил свой полный конспект. 2 % - студент пропустил одну лекцию и предоставил свой полный конспект.	зачет
6	9	Промежуточная аттестация	Зачёт	-	20	НЕ является ОБЯЗАТЕЛЬНЫМ мероприятием, если рейтинг, набранный студентом за текущие контрольные мероприятия ( $Rd = R_{тек} + R_b$ (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	зачет

					переводит его в шкалу "зачёт" или "незачёт". Студен имеет право сдавать зачёт непосредственно.	
					Процедура 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.	

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	<p>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. 9–10 баллов: исчерпывающий и правильный ответ на поставленный вопрос, материал логично структурирован и изложен, выводы обоснованы; на уточняющие вопросы даны полные ответы. 8 баллов: 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: частичные знания, ошибки и неточности при ответе на вопрос, неумение логически выстроить материал ответа, при этом хотя бы часть материала раскрыта без принципиальных ошибок. 6 баллов и менее: не дан или неверен ответ на поставленный вопрос; не даны правильные ответы на дополнительные и уточняющие вопросы.</p> <p><b>ОКОНЧАТЕЛЬНЫЙ РЕЙТИНГ</b> (при непосредственной сдаче зачёта по билету) рассчитывается на основании формулы <math>Rd = 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 усердие в изучении дисциплины, олимпиады, конкурсы, конференции, публикации; его суммарное максимальное значение 15 %). Итоговая оценка: "зачёт", если <math>Rd</math> не менее 60 %; "незачёт", если <math>Rd</math> менее 60 %.</p>	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Оценочные материалы

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ					
		1	2	3	4	5	6
ПК-1	Знает: Условия рационального выполнения изоляции электроустановок	+	+	+++			
ПК-1	Умеет: Анализировать влияние различных факторов на электрическую прочность и устройство изоляционных конструкций	+++	+	+			
ПК-1	Имеет практический опыт: Применения навыков проведения высоковольтных испытаний			+			

ПК-2	Знает: Виды воздействующих на изоляцию при эксплуатации напряжений и перенапряжений и основные способы и средства защиты от них; особенности внешней и внутренней изоляции высоковольтных электроустановок	+	+	+++			
ПК-2	Умеет: Проводить измерения высокого напряжения	+			+		
ПК-2	Имеет практический опыт: Безопасной работы на высоковольтных электроустановках	+					

Фонды оценочных средств по каждому контрольному мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Куффель, Е. Техника и электрофизика высоких напряжений [Текст] учеб.- справ. руководство Е. Куффель, В. Цаенгль, Дж. Куффель ; пер. с англ. С. М. Смольского ; под ред. И. П. Кужекина. - Долгопрудный: Интеллект, 2011. - 517 с. ил., табл. 25 см
2. 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. "Электротехника"
3. "Энергетик"
4. "Энергетика за рубежом"
5. "Электрические станции"
6. Новости электротехники

#### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Техника высоких напряжений: Программа и методические указания / составитель Ю.В. Коровин. – Челябинск, ЮУрГУ, 2019. – 24 с.
2. Список вопросов для зачёта по ТВН
3. Программный модуль FlashProt для рационального размещения и расчёта зоны защиты молниевыводов на подстанции
4. Техника высоких напряжений: Программа и методические указания / составитель Ю.В. Коровин. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2019. – 24 с.

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

1. Техника высоких напряжений: Программа и методические указания / составитель Ю.В. Коровин. – Челябинск, ЮУрГУ, 2019. – 24 с.
2. Список вопросов для зачёта по ТВН

3. Программный модуль FlashProt для рационального размещения и расчёта зоны защиты молниевводов на подстанции

4. Техника высоких напряжений: Программа и методические указания / составитель Ю.В. Коровин. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2019. – 24 с.

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Бочаров, Ю.Н. Техника высоких напряжений. [Электронный ресурс] / Ю.Н. Бочаров, С.М. Дудкин, В.В. Титков. — Электрон. дан. — СПб. : СПбГПУ, 2013. — 265 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/50601">http://e.lanbook.com/book/50601</a>
2	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. Режим доступа: <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
Лабораторные занятия	141а (1)	Лабораторные стенды и макеты
Лекции		Мультимедийное оборудование и компьютер