

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1156625	Основы техники высоких напряжений

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Электроэнергетика и электротехника	Код ОП 1. 13.03.02/33.01
Направление подготовки 1. Электроэнергетика и электротехника	Код направления и уровня подготовки 1. 13.03.02

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Кривцова Елена Валентиновна	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	электротехники

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Основы техники высоких напряжений

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль включает в себя дисциплины «Основы электроэнергетики», «Молниезащита объектов энергетики», «Перенапряжения и координация изоляции», «Перенапряжения и координация изоляции». Модуль посвящен изучению физических и схемных факторов, обуславливающих возникновение перенапряжений в электроэнергетических системах и методов ограничения их величины. Рассматриваются внутренние перенапряжения в переходных режимах при плановых и аварийных включениях отключении КЗ, ненагруженных линий, трансформаторов, конденсаторных батарей и фильтров высших гармоник при дуговых замыканиях в системах с изолированной нейтралью при срезе тока в коммутационном аппарате. Рассматриваются методы диагностирования и методы контроля состояния устройств и оборудования молниезащиты.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Электрофизические основы техники высоких напряжений	4
2	Основы электроэнергетики	3
3	Перенапряжения и координация изоляции	3
4	Молниезащита объектов энергетики	3
ИТОГО по модулю:		13

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Материаловедение
Постреквизиты и кореквизиты модуля	1. Технология проектирования электрических аппаратов 2. Основы электротехники 3. Электротехнологические процессы в высоковольтном оборудовании 4. Силовая электроника и устройства защиты в энергетических системах 5. Диагностика силового оборудования

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Молниезащита объектов энергетики	ПК-24 - Способен применять знание технологии, аппаратуры, приборов и приспособлений для диагностики, испытаний и измерений высоковольтного оборудования	<p>З-1 - Характеризовать грозозащиту воздушных линий электропередач и подстанций</p> <p>У-1 - Оценивать грозоупорность объектов</p> <p>П-1 - Осуществлять обоснованный выбор защит на объектах энергетики</p>
	ПК-25 - Способен применять знание устройства и принципы трансформаторов, разъединителей, выключателей, реакторов, заземляющих устройств, устройств молниезащиты, релейной защиты и автоматики, кабельных и воздушных линий электропередачи, газовых защит	<p>З-1 - Перечислить устройства молниезащиты на объектах энергетики</p> <p>У-1 - Анализировать основные методы и средства защиты от грозовых разрядов</p> <p>П-1 - Осуществлять обоснованный выбор молниезащиты объектов энергетики</p>
Основы электроэнергетики	ПК-24 - Способен применять знание технологии, аппаратуры, приборов и приспособлений для диагностики, испытаний и измерений высоковольтного оборудования	<p>З-2 - Различать основное оборудование на объектах энергетики</p> <p>У-2 - Оценивать основные приборы для диагностики основного высоковольтного оборудования</p> <p>П-2 - Разрабатывать технологическую модель измерений высоковольтного оборудования</p>
	ПК-25 - Способен применять знание устройства и принципы трансформаторов, разъединителей, выключателей, реакторов, заземляющих устройств, устройств молниезащиты, релейной защиты и автоматики,	<p>З-2 - Привести примеры схем объектов энергетики, и высоковольтное оборудование</p> <p>У-2 - Обосновывать и читать схемы, применяемые на объектах энергетики</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт оперативных переключений на энерго-объектах</p>

	кабельных и воздушных линий электропередачи, газовых защит	
Перенапряжения и координация изоляции	ПК-24 - Способен применять знание технологии, аппаратуры, приборов и приспособлений для диагностики, испытаний и измерений высоковольтного оборудования	З-3 - Объяснять применение дугогасящих аппаратов У-3 - Оценивать возможность отключения батареи конденсаторов П-3 - Иметь практический метод отключения ненагруженных ЛЭП
	ПК-25 - Способен применять знание устройства и принципы трансформаторов, разъединителей, выключателей, реакторов, заземляющих устройств, устройств молниезащиты, релейной защиты и автоматики, кабельных и воздушных линий электропередачи, газовых защит	З-3 - Объяснять технологии моделирования развития процессов в электротехническом оборудовании У-3 - Обобщать и правильно анализировать и оценивать результаты расчетов в зависимости от значений режимных параметров П-3 - Сделать вывод о навыках физического и компьютерного моделирования при исследовании координации изоляции
Электрофизические основы техники высоких напряжений	ПК-24 - Способен применять знание технологии, аппаратуры, приборов и приспособлений для диагностики, испытаний и измерений высоковольтного оборудования	З-4 - Обосновывать контроль влажности изоляции У-4 - Обосновывать методы измерения сопротивления изоляции, составлять конфигурацию электрических полей П-3 - Иметь практический метод отключения ненагруженных ЛЭП
	ПК-25 - Способен применять знание устройства и принципы трансформаторов, разъединителей, выключателей, реакторов, заземляющих устройств, устройств молниезащиты, релейной защиты и автоматики, кабельных и воздушных линий электропередачи, газовых защит	З-4 - Объяснять основы теории материаловедения и технологии электротехнических материалов У-4 - Применять, эксплуатировать и производить выбор материалов для оборудования станций и подстанций П-4 - Осуществлять обоснованный выбор методик определения частичных разрядов

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Электрофизические основы техники
высоких напряжений

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Кривцова Елена Валентиновна	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	электротехники

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	
P2	Электрические разряды в газах, жидких и твердых диэлектриках	
P2 T1	Процессы в газах	Конфигурация электрических полей. Ионизационные процессы в газе. Виды ионизации. Лавина электронов. Условие самостоятельности разряда. Закон Пашена. Аналитическое и опытное нахождение разрядного напряжения в газах в однородных и неоднородных полях. Влияние времени приложения напряжения на электрическую прочность газовой изоляции. Вольт-секундная характеристика.
P2 T2	Типы разрядов	Коронный разряд. Потери энергии на коронирование. Разряд в воздухе вдоль поверхности изоляторов. Разряд вдоль проводящей и загрязненной поверхности изолятора. Скользящий разряд и его зависимость от конструкции: геометрии электродов, взаимного расположения электродов, расстояния между электродами, материала изоляционной конструкции. Частичные разряды и ионизационный пробой твердой изоляции
P2 T3	Электрофизические процессы в твердых диэлектриках	Основные виды поляризации в твердых диэлектриках. Угол диэлектрических потерь. Электропроводимость твердых диэлектриков пробой твердых диэлектриков.
P2	Электрофизические процессы в жидких диэлектриках	Электрофизические процессы в жидких диэлектриках. Пробой жидких диэлектриков.

T4		
P3 T1	Волновые процессы в линиях электропередач	Волновые уравнения, электрофизические процессы в линиях, волновое сопротивление, основные режимы работы линии: режим согласованной нагрузки, режим короткого замыкания, режим холостого хода

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	профориентационная деятельность целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности Технология самостоятельной работы	ПК-25 - Способен применять знание устройства и принципы трансформаторов, разъединителей, выключателей, реакторов, заземляющих устройств, устройств молниезащиты, релейной защиты и автоматики, кабельных и воздушных линий электропередачи, газовых защит	З-4 - Объяснять основы теории материаловедения и технологии электротехнических материалов У-4 - Применять, эксплуатировать и производить выбор материалов для оборудования станций и подстанций П-4 - Осуществлять обоснованный выбор методик определения частичных разрядов

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электрофизические основы техники высоких напряжений

Электронные ресурсы (издания)

1. Бочаров, Ю. Н.; Техника высоких напряжений : учебное пособие.; Издательство Политехнического университета, Санкт-Петербург; 2013; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=363032> (Электронное издание)

2. ; Библия электрика: ПУЭ, МПОТ, ПТЭ : практическое руководство.; Сибирское университетское издательство, Новосибирск; 2011; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=57229> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Базуткин, В. В., Ларионов, В. П., Пинталь, Ю. С.; Техника высоких напряжений: Изоляция и перенапряжения в электрических системах : Учебник для вузов.; Энергоатомиздат, Москва; 1986 (21 экз.)
2. , Кужекин, И. П., Ларионов, В. П., Меллер, К., Цаенгль, В.; Техника высоких напряжений: теоретические и практические основы применения; Энергоатомиздат, Москва; 1989 (14 экз.)
3. , Разевиг, Д. В.; Техника высоких напряжений : [учеб. для студентов электротехн. и электроэнергет. специальностей вузов].; Энергия, Москва; 1976 (30 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

<https://digital-library.theiet.org/>

<https://onlinelibrary.wiley.com/>

<https://link.springer.com/>

<https://www.sciencedirect.com/>

<https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>

<https://www.scopus.com>

<https://www.tstu.ru/r.php?r=obuch.book.elib1>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://lib.urfu.ru> Библиотека УрФУ

<http://ldjvu-inf.narod.ru/telib.htm> Библиотека электротехника и электроэнергетика

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электрофизические основы техники высоких напряжений

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		<p>соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p>	
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
3	Лабораторные занятия	Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Не требуется
4	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	GoogleChrome MozillaFirefox
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	GoogleChrome MozillaFirefox
6	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	GoogleChrome MozillaFirefox

		Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	
--	--	--	--

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Основы электроэнергетики

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Шалина Елена Павловна	к.пед.н., без ученого звания	Доцент	Кафедра электротехники

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Передача и распределение электрической энергии. Электроэнергетическая система
P2	Электрические сети и их элементы	
P2 T1	Элементы электрических сетей	Электропередачи переменного и постоянного тока. Электрические сети. Классификация электрических сетей. Виды электроустановок и их номинальные данные. Основные задачи расчётов электрических сетей.
P2 T2	Воздушные линии электропередачи	Воздушные линии электропередачи (ВЛ). Классификация ВЛ. Конструкция ВЛ. Схемы замещения ВЛ. Определение параметров схем замещения. Зависимость параметров схем замещения от конструкции ВЛ.
P2 T3	Кабельные линии электропередачи	Кабельные линии электропередачи (КЛ). Классификация КЛ. Конструкция КЛ. Стандарты и маркировка КЛ. Схемы замещения кабельных линий и определение их параметров.
P2 T4	Трансформаторы и автотрансформаторы	Трансформаторы и автотрансформаторы. Элементы конструкции трансформаторов. Стандарты и маркировка трансформаторов. Схемы замещения трансформаторов. Схемы замещения автотрансформаторов. Особенности автотрансформаторов.
P3	Графики электрических нагрузок. Потери мощности и энергии	

P3 T1	Графики электрических нагрузок сети	Графики электрических нагрузок сети. Виды графиков нагрузок. Основные группы потребителей электроэнергии и их типовые графики нагрузки. Расчётные нагрузки и их характеристики. Число часов использования максимальной и установленной мощности. Коэффициенты участия в максимуме нагрузки, коэффициент использования установленной мощности, формы. Выражение нагрузок в токах и мощностях.
P3 T2	Потери мощности и энергии в элементах электрических сетей	Потери мощности и энергии в элементах электрических сетей. Потери мощности в линиях при сосредоточенных нагрузках. Потери мощности в трансформаторах различных типов. Потери энергии в линиях и трансформаторах и их определение по графикам нагрузок и времени наибольших потерь. Число часов максимальных потерь. Учёт электроэнергии.
P4	Короткие замыкания в системах электроснабжения	
P4 T1	Симметричные короткие замыкания в электрической системе	Трёхфазные КЗ в простейшей электрической цепи. Основные допущения расчетов токов КЗ в сетях напряжением выше и ниже 1 кВ. Математические модели электрической системы и ее элементов. Преобразование схемы замещения.
P4 T2	Электродинамическое действие ТКЗ	Проверка аппаратов на электродинамическую стойкость к токам короткого замыкания
P4 T3	Термическое действие токов короткого замыкания	Определение температуры нагрева проводника. Интеграл Джоуля. Импульс квадратичного тока КЗ
P5	Главные схемы энергообъектов	
P5 T1	Общие сведения о схемах электроустановок	Схемы электрических соединений на стороне 6-10-20 кВ. Схемы электрических соединений на стороне 35 кВ и выше. Главные схемы КЭС, АЭС, ТЭЦ, ТЭС. Главные схемы подстанций. Схемы собственных нужд.
P5 T2	Конструкции распределительных устройств	Закрытые распределительные устройства (ЗРУ). Комплектные устройства высокого напряжения. Открытые распределительные устройства (ОРУ). Размещение распределительных устройств на территории электростанций и подстанций.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	профориентационная деятельность	Технология формирования уверенности и готовности к	ПК-25 - Способен применять знание устройства и принципы	З-2 - Привести примеры схем объектов энергетики, и

	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	самостоятельной успешной профессиональной деятельности Технология самостоятельной работы	трансформаторов, разъединителей, выключателей, реакторов, заземляющих устройств, устройств молниезащиты, релейной защиты и автоматики, кабельных и воздушных линий электропередачи, газовых защит	высоковольтное оборудование У-2 - Обосновывать и читать схемы, применяемые на объектах энергетики П-2 - Иметь практический опыт оперативных переключений на энерго-объектах
--	--	---	---	---

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основы электроэнергетики

Электронные ресурсы (издания)

1. , Веников, В. А.; Электрические системы; Высшая школа, Москва; 1974; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450006> (Электронное издание)
2. Веников, В. А., Оводова, С. М.; Режимы работы электрических систем и сетей; Высшая школа, Москва; 1975; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=447957> (Электронное издание)
3. , Веников, В. А.; Электрические системы; Высшая школа, Москва; 1974; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450006> (Электронное издание)
4. , Веников, В. А.; Электрические системы; Высшая школа, Москва; 1974; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450006> (Электронное издание)
5. Немировский, А. Е.; Электрооборудование электрических сетей, станций и подстанций : учебное пособие.; Инфра-Инженерия, Москва|Вологда; 2018; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493858> (Электронное издание)
6. ; Диагностика электрооборудования электрических станций и подстанций : учебное пособие.; Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, Екатеринбург; 2015; <http://www.iprbookshop.ru/68237.html> (Электронное издание)
7. Кокин, , С. Е.; Схемы электрических соединений подстанций : учебное пособие.; Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, Екатеринбург; 2015; <http://www.iprbookshop.ru/68483.html> (Электронное издание)
8. Кокин, , С. Е., Суворова, , А. А.; Проектирование подстанций распределительного электросетевого комплекса : учебное пособие для спо.; Профобразование, Уральский федеральный университет, Саратов, Екатеринбург; 2020; <http://www.iprbookshop.ru/92368.html> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Идельчик, В. И.; Расчеты и оптимизация режимов электрических сетей и систем; Энергоатомиздат, Москва; 1988 (10 экз.)

2. Идельчик, В. И.; Электрические системы и сети : Учеб. для студентов электроэнерг. спец.; Энергоатомиздат, Москва; 1989 (44 экз.)
3. Рожкова, Л. Д., Карнеева, Л. К., Чиркова, Т. В.; Электрооборудование электрических станций и подстанций : учеб. для студентов сред. проф. образования, обучающихся по специальностям 140206 "Электр. станции, сети и системы", 140203 "Релейная защита и автоматизация электроэнергет. систем" .; Академия, Москва; 2009 (74 экз.)
4. Кокин, С. Е., Суворов, А. А.; Проектирование подстанций распределительного электросетевого комплекса : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2018 (10 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

<https://www.sciencedirect.com>

<https://ieeexplore.ieee.org>

<https://link.springer.com>

<https://www.scopus.com>

<https://www.webofknowledge.com>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<https://lib.urfu.ru>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основы электроэнергетики

Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Периферийное устройство	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Не требуется
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Подключение к сети Интернет	GoogleChrome MozillaFirefox
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	GoogleChrome MozillaFirefox

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Перенапряжения и координация изоляции

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Кривцова Елена Валентиновна	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподават ель	электротехники

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Роль перенапряжений в электроустановках высокого и сверхвысокого напряжения (ВН и СВН). История развития теории и практики исследования перенапряжений и координации изоляции. Краткая характеристика дисциплины, ее цели, задачи, объем, содержание, порядок изучения материала, связь с другими дисциплинами учебного плана. Формы контроля самостоятельной работы. Характеристика учебной литературы.
P2	Общая характеристика перенапряжений	Роль перенапряжений в электрических установках высокого напряжения. Номинальное и рабочее напряжение. Перенапряжения в переходных режимах при плановых и аварийных коммутациях, их классификация. Основные количественные и качественные характеристики перенапряжений – величина (кратность), форма импульсов, продолжительность, статистические функции распределения, допустимые и расчетные кратности. Проблемы ограничения перенапряжений. Координация изоляции линий и подстанций при внутренних перенапряжениях.
P3	Заземление в сетях высокого и сверхвысокого напряжения	Режимы заземления нейтрали энергосистем. Сеть с изолированной нейтралью – токи замыкания на землю, напряжения в нейтрали и на здоровых фазах. Резонансное заземление нейтрали. Сеть с глухим и эффективным заземлением нейтрали. Преимущества, недостатки и область применения разных видов заземления нейтрали.

<p>P4</p>	<p>Квазистационарные перенапряжения промышленной частоты</p>	<p>Эквивалентирование линий электропередач и сложной электрической системы. Удельные и волновые параметры линий электропередач. Система относительных единиц. Параметры генераторов, трансформаторов, реакторов и конденсаторных установок. Эквивалентирование сложной системы. Входные сопротивления участков линий, их характер, методы расчета. Роль поперечной компенсации. Допустимая степень поперечной компенсации.</p> <p>Емкостный эффект и повышение напряжения в симметричном режиме ненагруженной линии; метод расчета, распределение напряжения по длине линии, передаточные коэффициенты. Влияние поперечной и продольной компенсации, мощности питающей системы, насыщения стали трансформаторов и короны на проводах.</p> <p>Перенапряжения при несимметричных коротких замыканиях (КЗ). Методика расчета напряжения в точке повреждения и в удаленных точках ЛЭП. Влияние параметров схемы на перенапряжения при КЗ.</p> <p>Перенапряжения в неполнофазных режимах. Метод расчета, резонанс напряжения в линиях с реакто-ром. Режим бестоковой паузы ОАПВ. Применение компенсационных реакторов в нейтрали.</p> <p>Регулирование и ограничение квазистационарных перенапряжений. Допустимые величины квазистационарных перенапряжений. Статистические характеристики квазистационарных перенапряжений.</p>
<p>P5</p>	<p>Резонансные перенапряжения и защита от них</p>	<p>Феррорезонанс, автопараметрический и переходный резонанс. Феррорезонансные перенапряжения на четных и нечетных гармониках при насыщении трансформаторов. Условия возникновения автопараметрического резонанса. Переходный резонанс. Самовозбуждение генераторов, работающих на емкостную нагрузку.</p> <p>Способы ограничения высших гармоник.</p>
<p>P6</p>	<p>Коммутационные перенапряжения при включении и АВР линий</p>	<p>Методы исследования и анализа коммутационных перенапряжений. Связь коммутационных перенапряжений с квазистационарными. Ударный коэффициент. Методы бегущих волн (характеристик) и стоячих волн для расчета переходных процессов в схемах с распределенными параметрами. Алгоритмы расчета перенапряжений на ЭВМ.</p> <p>Включение участка линий к источнику напряжения промышленной частоты. Определение собственных частот и амплитуд свободных составляющих переходного процесса.</p> <p>Факторы, определяющие величину ударного коэффициента, его статистические характеристики, влияние поперечной компенсации.</p>

		<p>Автоматическое повторное включение, значение и характеристики. Процессы на отключенной фазе при ТАПВ и ОАПВ. Перенапряжения на стадии повторного включения. Влияние реакторов поперечной компенсации.</p> <p>Активные методы ограничения перенапряжений при включении линий. Предвключаемые резисторы в выключателях, синхронное и синхронизированное включение; использование электромагнитных трансформаторов напряжения и демпфирующих сопротивлений в цепи реактора для разряда линии.</p>
P7	Коммутационные перенапряжения, вызываемые отключением	<p>Перенапряжения при отключении емкостной нагрузки: конденсаторных батарей, ненагруженных линий и фильтров высших гармоник. Физическая картина процесса, повторные зажигания и пробой в выключателе, как фактор жесткости отключения.</p> <p>Перенапряжения при отключении коротких замыканий. Разрыв передачи вследствие асинхронного хода.</p> <p>Перенапряжения при отключении шунтирующих реакторов и ненагруженных трансформаторов. Физическая картина процесса, роль среза тока выключателем. Эскалация напряжения и виртуальный срез тока.</p> <p>Методы и способы ограничений перенапряжений при отключении ЛЭП</p> <p>Активные методы ограничения перенапряжений при отключении ЛЭП. Эффективность искрового и предварительного подключения реакторов. Применение резисторов в выключателях и программирования коммутаций.</p> <p>Снижение перенапряжений разрядниками, ограничителями перенапряжений и RC-цепочками</p>
P8	Внутренние перенапряжения в сетях с изолированной нейтралью	<p>Перенапряжения при замыкании фазы на землю в сети с изолированной нейтралью</p> <p>Перебегающая дуга, влияние характера погасания дуги на перенапряжения.</p> <p>Эффективность резонансного заземления нейтрали.</p>
P9	Оборудование и устройства защиты от перенапряжений. Координация изоляции	<p>Принцип действия и характеристики разрядников и нелинейных ограничителей перенапряжений (ОПН) в функции защиты от внутренних перенапряжений.</p> <p>Методы координации изоляции оборудования высокого напряжения; детерминистский и статический подходы к координации изоляции. Статистические характеристики внутренних перенапряжений.</p>

P10	Заключение	Инновации и тенденции развития теории перенапряжений в электроэнергетических системах и координация изоляции. Возможные направления в область перенапряжений и координации изоляции.
------------	------------	--

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	профориентационная деятельность целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности Технология самостоятельной работы	ПК-24 - Способен применять знание технологии, аппаратуры, приборов и приспособлений для диагностики, испытаний и измерений высоковольтного оборудования	З-3 - Объяснять применение дугогасящих аппаратов У-3 - Оценивать возможность отключения батареи конденсаторов П-3 - Иметь практический метод отключения ненагруженных ЛЭП

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Перенапряжения и координация изоляции

Электронные ресурсы (издания)

1. Бочаров, Ю. Н.; Техника высоких напряжений : учебное пособие.; Издательство Политехнического университета, Санкт-Петербург; 2013; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=363032> (Электронное издание)
2. Титков, В. В.; Перенапряжения и молниезащита : учебное пособие.; Издательство Политехнического университета, Санкт-Петербург; 2011; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=363061> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Александров, Г. Н., Козлов, В. Н.; Молния и молниезащита; Наука, Москва; 2008 (20 экз.)
2. Базелян, Э. М.; Физика молнии и молниезащиты; ФИЗМАТЛИТ, Москва; 2001 (2 экз.)
3. Карякин, Р. Н.; Справочник по молниезащите; Энергосервис, Москва; 2005 (2 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

<https://digital-library.theiet.org/>
<https://onlinelibrary.wiley.com/>
<https://link.springer.com/>
<https://www.sciencedirect.com/>
<https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>
<https://www.scopus.com>
<https://www.tstu.ru/r.phpr=obuch.book.elib1>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://lib.urfu.ru>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Перенапряжения и координация изоляции

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Лабораторные занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Не требуется
4	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	GoogleChrome MozillaFirefox
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	GoogleChrome MozillaFirefox
6	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p>	GoogleChrome MozillaFirefox

		Подключение к сети Интернет	
--	--	-----------------------------	--

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Молниезащита объектов энергетики

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Черных Илья Викторович	д.т.н., доцент	Профессор	Кафедра электротехники

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Черных Илья Викторович, Профессор, Кафедра электротехники

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение, история исследования атмосферного электричества	Основные понятия. Виды электрических разрядов, атмосферные электрические разряды, история изучения и исследования атмосферного электричества.
P2	Грозовые разряды, молния. Формирование перенапряжений.	Характеристики грозовой деятельности, поражаемость наземных объектов и формирование грозовых перенапряжений. Карты грозовой деятельности. Поражаемость электроустановок грозовыми разрядами. Перенапряжения прямого удара и индуктированные перенапряжения. Распространение и деформация электромагнитных волн по линиям и в узловых точках. Схемы замещения для расчета и анализа перенапряжений в электроустановках. Перенапряжения при многократных отражениях в узловых точках и формирование резонансных перенапряжений. Переходные процессы и перенапряжения в обмотках трансформаторов, реакторов, электрических машин при воздействии импульсов напряжений от грозовых разрядов.
P3	Молниеотводы, виды, элементы конструкций. Электрофизические основы их действия	Принципы действия и устройства тросовых и отдельно стоящих молниеотводов. Основные элементы конструкции, зоны защиты, определение и расчеты зон защиты, надежность защиты. Заземлители, устройства и характеристики. Расчеты заземлителей. Характеристики грунтов, импульсные

		<p>коэффициенты различных типов заземлителей, допустимые расстояния, безопасность персонала. Молниезащита зданий и сооружений.</p> <p>Молниезащита энергетических объектов, показатели грозоупорности. Принципы и методы расчета молниезащиты. Показатели грозоупорности линий электропередачи и трубопроводов, надежность грозозащиты гражданских, промышленных и электроэнергетических объектов.</p>
P4	Молниезащита энергетических объектов	<p>Защита электроустановок от воздействия грозových разрядов и коммутационных перенапряжений. Устройство и принципы действия разрядников, ОПН и других защитных устройств. Методы расчетов и анализа перенапряжений и действия защитных устройств, применение ЭВМ.</p>
P5	Заключение	<p>Современные направления исследований в области молниезащиты, перспективы совершенствования молниезащиты.</p>

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	<p>профориентационная деятельность</p> <p>целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях</p>	<p>Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности</p> <p>Технология самостоятельной работы</p>	<p>ПК-25 - Способен применять знание устройства и принципы трансформаторов, разъединителей, выключателей, реакторов, заземляющих устройств, устройств молниезащиты, релейной защиты и автоматики, кабельных и воздушных линий электропередачи, газовых защит</p>	<p>З-1 - Перечислить устройства молниезащиты на объектах энергетики</p> <p>У-1 - Анализировать основные методы и средства защиты от грозových разрядов</p> <p>П-1 - Осуществлять обоснованный выбор молниезащиты объектов энергетики</p>

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Молниезащита объектов энергетики

Электронные ресурсы (издания)

1. Титков, В. В.; Перенапряжения и молниезащита : учебное пособие.; Издательство Политехнического университета, Санкт-Петербург; 2011; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=363061> (Электронное издание)
2. , Горелов, В. П., Горелов, С. В.; Перенапряжения и молниезащита: водный транспорт : учебное пособие.; Директ-Медиа, Москва|Берлин; 2015; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364598> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Александров, Г. Н., Козлов, В. Н.; Молния и молниезащита; Наука, Москва; 2008 (20 экз.)
2. Титков, В. В.; Перенапряжения и молниезащита : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки магистров "Техническая физика"; Лань, Санкт-Петербург; 2016 (1 экз.)
3. Базелян, Э. М., Райзер, Ю. П.; Физика молнии и молниезащиты; ФИЗМАТЛИТ, Москва; 2001 (1 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

<https://digital-library.theiet.org/>
<https://onlinelibrary.wiley.com/>
<https://link.springer.com/>
<https://www.sciencedirect.com/>
<https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>
<https://www.scopus.com>
<https://www.tstu.ru/r.php?r=obuch.book.elib1>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://lib.urfu.ru> Библиотека

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Молниезащита объектов энергетики

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Доска аудиторная	Не требуется
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Доска аудиторная	Не требуется
3	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Matlab R2008a
4	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Не требуется
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Подключение к сети Интернет	GoogleChrome MozillaFirefox
6	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Matlab R2008a GoogleChrome MozillaFirefox