Подписано и утверждено в СЭД 11.10.2022 18:33:12ИД задачи 2834016

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
1160245	Электроэнергетические системы и сети

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	Стаймова Елена Дмитриевна	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	автоматизированных электрических систем
2	Тавлинцев Александр Сергеевич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	автоматизированных электрических систем

Согласовано:

Управление образовательных программ Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Электроэнергетические системы и сети

1.1. Аннотация содержания модуля

В модуль входят дисциплины: «Основы передачи и распределения электроэнергии»; «Режимы работы электроэнергетических систем», а также проект по модулю. Изучаются способы передачи и распределения электроэнергии. Изучаются элементы электроэнергетических систем, особенности их работы, схемы замещения для расчетов режимов электроэнергетических систем и сетей. Рассматриваются вопросы расчетов и анализа установившихся режимов электроэнергетических систем. Предусматривается теоретическое и практическое освоение современных программных комплексов расчета и анализа установившихся режимов. Рассматриваются методы проектирования электрических сетей. Изучаются параметры качества электроэнергии, способы их регулирования, методы поддержания качества электроэнергии в энергосистемах в соответствии с требованиями действующих стандартов.

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	Основы передачи и распределения электрической энергии	5
2	Режимы работы электроэнергетических систем	4
3	Проект по модулю Электроэнергетические системы и сети	1
	ИТОГО по модулю:	10

1.3.Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Теоретическая электротехника
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

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

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3

Основы передачи и распределения электрической энергии	ПК-39 - Способен осуществлять расчёт режимов электроэнергетических сетей и систем, их технический и экономический анализ	З-3 - Определять необходимый набор исходной информации для расчетов распределения потоков мощности в электрической сети З-4 - Объяснять особенности представления нагрузок и источников электрической энергии в задаче расчета установившегося режима электрической сети З-5 - Описывать методы расчетов и анализа параметров установившихся режимов и потерь электроэнергии в электроэнергетических системах З-6 - Описывать основные методы регулирования параметров качества электрической энергии У-3 - Определять численные значения параметры схем замещения электрических сетей У-4 - Выполнять расчеты параметров режимов электрических сетей и потерь электроэнергии У-5 - Анализировать и регулировать параметры установившихся режимов электроэнергетических систем вручную и с помощью программных комплексов П-2 - Осуществлять расчёты установившихся режимов электроэнергетических систем П-3 - Предлагать средства и способы регулирования режимов электроэнергетических систем
Проект по модулю Электроэнергетические системы и сети	ПК-39 - Способен осуществлять расчёт режимов электроэнергетических сетей и систем, их технический и экономический анализ	З-9 - Описывать принципы проектирования электрических сетей У-8 - Анализировать и оценивать варианты развития электрических сетей при проектировании П-4 - Разрабатывать для проектирования варианты развития электрических сетей и систем при соблюдении параметров качества электроэнергии и экономичности режимов П-5 - Предлагать оптимальный вариант развития электрической сети

Режимы работы электроэнергетических систем	ПК-39 - Способен осуществлять расчёт режимов электроэнергетических сетей и систем, их технический и экономический анализ	З-7 - Описывать методы расчетов и анализа параметров установившихся режимов сложнозамкнутых электрических сетей З-8 - Описывать основные методы регулирования частоты в электроэнергетических системах З-9 - Описывать принципы проектирования электрических сетей У-6 - Выполнять расчеты распределения потоков мощности в сложнозамкнутых электрических сетях У-7 - Устанавливать последовательность и степень воздействий для регулировки частоты в энергосистеме У-8 - Анализировать и оценивать варианты развития электрических сетей при проектировании П-4 - Разрабатывать для проектирования варианты развития электрических сетей и систем при соблюдении параметров качества электроэнергии и экономичности режимов П-5 - Предлагать оптимальный вариант развития электрической сети

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Основы передачи и распределения
электрической энергии

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Кирпикова Ирина Львовна	кандидат технических наук, доцент	Доцент	автоматизированных электрических систем
2	Стаймова Елена Дмитриевна	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	автоматизированных электрических систем
3	Тавлинцев Александр Сергеевич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	автоматизированных электрических систем

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № _3_ от _16.05.2022_ 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
Р1	Введение	История становления и развития. Задачи передачи и распределения электроэнергии.
Р2.Т1	Энергетическая и электрическая системы	Энергетическая и электрическая системы. Технико-экономические преимущества создания энергосистем и их объединений. Перспективы и основные проблемы развития и эксплуатации энергосистем. Понятие о распределённых электрических сетях. Передача и распределение электроэнергии. Электропередачи переменного и постоянного тока. Классификация электрических сетей. Виды электроустановок и их номинальные данные. Задачи расчётов сетей.
Р2.Т2	Воздушные линии электропередачи	Воздушные линии электропередачи (ВЛ). Классификация ВЛ. Конструкция ВЛ. Элементы опор. Провода и грозозащитные тросы. Стандарты на провода и тросы. Фундаменты, изоляторы и линейная арматура. Схемы замещения ВЛ. Определение параметров схем замещения. Зависимость параметров схем замещения от конструкции ВЛ. Линии с расщеплёнными проводами. Потери мощности на корону в ВЛ. Генерация реактивной мощности. Схемы замещения ВЛ различных классов номинальных напряжений.
Р2.Т3	Кабельные линии электропередачи	Кабельные линии электропередачи (КЛ). Классификация КЛ. Конструкция КЛ. Стандарты и маркировка КЛ. Схемы замещения кабельных линий и определение их параметров. Потери мощности в изоляции КЛ. Генерация реактивной

		мощности. Схемы замещения кабельных линий различных классов номинальных напряжений.
Р2.Т4	Трансформаторы и автотрансформаторы	Трансформаторы и автотрансформаторы. Элементы конструкции трансформаторов. Стандарты и маркировка трансформаторов. Схемы замещения трансформаторов. Особенности конструкции автотрансформаторов. Схемы замещения автотрансформаторов. Преимущества автотрансформаторов. Определение параметров схем замещения трансформаторов. Понятие схемы соединения обмоток трансформаторов.
Р2.Т5	Источники и потребители электроэнергии	Источники и потребители электроэнергии. Представление источников электроэнергии при расчётах установившихся режимов. Источники конечной и бесконечной мощности. Способы представления электрических нагрузок в электрических расчётах установившихся режимов. Статические характеристики нагрузок по напряжению. Способы аппроксимации статических характеристик нагрузок
Р3.Т1	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, использования установленной мощности, формы.
Р3.Т2	Потери мощности и энергии в элементах электрических сетей	Потери мощности и энергии в элементах электрических сетей. Потери мощности в линиях и трансформаторах при сосредоточенных нагрузках. Потери энергии в линиях и трансформаторах и их определение по графикам нагрузок. Понятие о принципах учёта электроэнергии. Себестоимость производства, передачи и потерь электроэнергии.
Р4.Т1	Анализ режимов работы линии с помощью векторных и круговых диаграмм	Векторные диаграммы токов и напряжений участка сети. Падение и потеря напряжения в элементах электрической сети. Электрический расчёт ЛЭП по току и мощности нагрузки. Анализ режимов работы линии с помощью векторных диаграмм. Приближенные методы определения потерь напряжения в ЛЭП с одной или несколькими нагрузками. Представление элементов электрических сетей в виде четырехполюсников. Круговые диаграммы линий электропередачи. Анализ режимов работы электропередачи с помощью круговых диаграмм.
Р4.Т2	Проблемы передачи электроэнергии на большие расстояния	Основные технические и экономические проблемы передачи электроэнергии на большие расстояния. Уравнение длинной линии. Исследование режимов дальних электропередач. Режимы электропередач длиной в четверть и в половину длины волны. Предел передаваемой мощности дальней электропередачи. Пути увеличения пропускной способности и экономичности работы дальних электропередач. Компенсация и настройка параметров дальних электропередач. Гибкие

		электропередачи, принципы выполнения и особенности расчётов режимов. Устройства FACTS.
P5.T1	Задачи расчётов параметров режимов электрических сетей	Задачи расчётов параметров режимов электрических сетей. Системообразующие, районные и местные сети, их место и роль в электрических системах. Схемы замещения местных и районных электрических сетей. Приведение параметров схем к одной ступени напряжения. Расчётные нагрузки потребителей.
P5.T2	Расчёт разомкнутой сети по мощностям и токам нагрузок	Расчёт разомкнутой сети по мощностям и токам нагрузок. Метод последовательных приближений. Критерий остановки итеративного процесса. Векторные диаграммы токов и напряжений разомкнутой разветвлённой сети. Частные случаи расчёта местных сетей.
P5.T3	Расчёт кольцевых электрических сетей и передач с двусторонним питанием	Принципы расчётов установившихся режимов кольцевых электрических сетей. Правило моментов в расчётах кольцевых электрических сетей. Последовательность расчёта кольцевых сетей в токах и мощностях. Метод точки потокораздела. Метод уравнительного потока. Особенности расчёта электропередачи с двусторонним питанием. Использование свойства однородности для упрощения электрических расчетов.
P6.T1	Задачи расчётов параметров режимов сложнозамкнутых электрических сетей	Задачи расчётов режимов сложных электрических сетей. Расчётные нагрузки потребителей. Учёт комплексных коэффициентов трансформации. Элементы топологии замкнутых электрических схем. Определение системы независимых контуров. Законы Ома и Кирхгофа в матричном виде. Обобщённое уравнение состояния электрической цепи.
P6.T2	Основные положения метода преобразования сложнозамкнутых электрических сетей	Основные положения метода преобразования сложнозамкнутых электрических сетей. Разнос нагрузок на магистральном участке сети и из центра звезды. Порядок расчётов методом преобразования.
P6.T3	Расчёт режима сети методом коэффициентов распределения	Коэффициенты токораспределения и потокораспределения. Расчёт электрических режимов сети методом коэффициентов распределения. Метод наложения и его применение для расчёта режима сети.
P6.T4	Метод контурных уравнений и его применение для расчёта сложнозамкнутых сетей	Уравнения контурных токов и контурных мощностей для сложнозамкнутых сетей в координатной и матричной форме. Канонические контурные уравнения и их запись по схеме сети.
P6.T5	Метод уравнений узловых напряжений и его применение для расчёта сложнозамкнутых сетей	Уравнения узловых напряжений. Алгебраическая и тригонометрическая формы записи уравнений узловых напряжений. Линеаризация уравнений узловых напряжений.
P6.T6	Современные методы расчета установившихся режимов электрических сетей	Современные алгоритмы расчёта установившегося режима сети. Особенности учёта трансформаторных связей и учет неуравновешенных коэффициентах трансформации. Разрезание системы на подсистемы. Выбор независимых переменных систем уравнений.
P7	Заключение	Обзор современных методов расчёта режимов электроэнергетических систем. Перспективные методы. Развитие программного обеспечения.

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 самостоятельной работы	ПК-39 - Способен осуществлять расчёт режимов электроэнергетических сетей и систем, их технический и экономический анализ	У-5 - Анализировать и регулировать параметры установившихся режимов электроэнергетических систем вручную и с помощью программных комплексов П-3 - Предлагать средства и способы регулирования режимов электроэнергетических систем

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основы передачи и распределения электрической энергии

Электронные ресурсы (издания)

1. Ананичева, , С. С.; Анализ электроэнергетических сетей и систем в примерах и задачах : учебное пособие.; Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, Екатеринбург; 2016; http://www.iprbookshop.ru/65910.html (Электронное издание)

Печатные издания

1. Ананичева, С. С., Бартоломей, С. И.; Электроэнергетические системы и сети : учебное пособие для студентов вуза, обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2019 (15 экз.)

2. , Ананичева, С. С., Мызин, А. Л., Шелюг, С. Н.; Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования : метод. пособие по дисциплине "Электроэнергет. системы и сети" для студентов специальностей 140205 - Электроэнергет. системы и сети, 140204 - Электр. станции, 140203 - Релейная защита и автоматизация электроэнергет. систем оч., заоч и заоч. в сокращ. сроки форм обучения. Ч. 1. Электроэнергетические системы и сети; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2006 (24 экз.)

3. Ананичева, С. С.; Анализ электроэнергетических сетей и систем в примерах и задачах : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки "Электроэнергетика и

электротехника".; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2016 (20 экз.)

4. Ананичева, С. С., Мызин, А. Л., Шелюг, С. Н.; Электрические сети и системы. Типовые задачи : учеб.-метод. пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2006 (24 экз.)

5. Идельчик, В. И.; Электрические системы и сети : Учеб. для студентов электроэнерг. спец..; Энергоатомиздат, Москва; 1989 (44 экз.)

6. Идельчик, В. И.; Электрические системы и сети : учеб. для студентов электроэнергет. специальностей.; Альянс, Москва; 2009 (30 экз.)

7. Карапетян, И. Г., Файбисович, Д. Л.; Справочник по проектированию электрических сетей; НЦ ЭНАС, Москва; 2005 (108 экз.)

8. Карапетян, И. Г., Файбисович, Д. Л., Шапиро, И. М.; Справочник по проектированию электрических сетей; ЭНАС, Москва; 2009 (3 экз.)

9. Карапетян, И. Г., Файбисович , Д. Л.; Справочник по проектированию электрических сетей; ЭНАС, Москва; 2012 (1 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. ЭБС "Лань". https://e.lanbook.com/

2. Wiley Journal Database. https://onlinelibrary.wiley.com/

3. eLibrary. https://elibrary.ru/

4. EndNote Web Web of Science. http://www.myendnoteweb.com

5. IEEE Xplore Institute of Electric and Electronic Engineers (IEEE). http://www.ieee.org/ieeexplore

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 Зональная научная библиотека УрФУ;

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

http://docs.cntd.ru Электронный фонд нормативно-технической документации Техэксперт;

http://www.jornals.cambridge.com Cambridge University Press.

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основы передачи и распределения электрической энергии

Сведения об оснащенности 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 Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Не требуется
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Не требуется
3	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	RastrWin Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Консультации	Рабочее место преподавателя Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного	Не требуется

		процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	RastrWin Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
6	Самостоятельная работа студентов	Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	RastrWin Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Режимы работы электроэнергетических систем

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Кирпикова Ирина Львовна	кандидат технических наук, доцент	Доцент	автоматизированных электрических систем
2	Стаймова Елена Дмитриевна	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	автоматизированных электрических систем
3	Тавлинцев Александр Сергеевич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	автоматизированных электрических систем

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № _3_ от _16.05.2022_ 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
Р1	Введение	Задачи анализа режимов работы и проектирования электроэнергетических систем.
Р2	Балансы мощности и энергии. Качество электроэнергии в электроэнергетических системах	Балансы мощности и энергии. Качество электроэнергии в электроэнергетических системах. Графики активных и реактивных нагрузок потребителей и электрических станций в энергосистемах. График нагрузки энергосистемы и его покрытие. Баланс реактивной мощности в энергосистемах. Коэффициент мощности потребителей и его контроль. Показатели качества электроэнергии. ГОСТ на качество электрической энергии.
Р3	Регулирование частоты в электроэнергетической системе	
Р3.Т1	Принципы регулирования частоты в электроэнергетической системе	Регулирование частоты в энергосистеме. Стати-ческие характеристики нагрузок в функции частоты. Регуляторы скорости турбин. Характеристики регуляторов скорости. Регулирующий эффект нагрузки. Первичное регулирование частоты. Ограниченность возможностей первичного регулирования. Вторичное регулирование частоты. Статические и астатические характеристики регуляторов частоты.
Р3.Т2	Методы регулирования частоты в	Организация регулирования частоты в энергосистеме. Выбор частотоведущих станций. Регулирование частоты в аварийных режимах по методу частотоведущих станций. Регулирование частоты и сохранение баланса мощности в

	электроэнергетической системе	электроэнергетической системе с помощью автоматической частотной разгрузки. Использование цифровых технологий для ведения режима на электростанциях.
Р4	Регулирование напряжений	
Р4.Т1	Методы и средства регулирования напряжений в электрических системах	Методы и средства централизованного и местного регулирования напряжения. Условия существования диапазона централизованного регулирования напряжения. Достоинства и недостатки этого способа. Необходимость местного регулирования напряжения. Средства регулирования напряжения. Трансформаторы и автотрансформаторы с РПН и ПБВ, вольтодобавочные трансформаторы, линейные регуляторы. Компенсирующие устройства, шунтирующие реакторы, батареи статических конденсаторов и синхронные компенсаторы. Экономическое обоснование применяемых методов регулирования напряжения в электрических системах. Выбор рациональных ответвлений на трансформаторах с регулированием коэффициента трансформации под нагрузкой. Сезонная перестановка ответвлений на нерегулируемых трансформаторах. Особенности выбора ответвлений на автотрансформаторах.
Р4.Т2	Регулирование напряжений в электрических системах силовыми трансформаторами	Трансформаторы и автотрансформаторы с регулированием коэффициента трансформации под нагрузкой. Выбор рациональных регулировочных ответвлений на трансформаторах с РПН. Особенности выбора ответвлений на автотрансформаторах.
Р4.Т3	Регулирование напряжений в электрических системах с помощью компенсирующих устройств	Регулирование напряжения компенсацией реактивных параметров ЛЭП и компенсацией реактивной мощности нагрузок. Компенсирующие устройства, шунтирующие реакторы, батареи статических конденсаторов и синхронные компенсаторы. Выбор мощности компенсирующих устройств из условия допустимых уровней напряжения.
Р4.Т4	Экономичные режимы работы электрической сети энергосистемы	Экономичные режимы работы электрической сети энергосистемы. Отклонения и колебания напряжения, причины их образования, возможные величины, влияние на работу электроприёмников. Технико-экономические показатели работы потребителей электроэнергии при номинальном напряжении и отклонениях от него. Допустимые отклонения и колебания напряжения. Контрольные точки в электрических системах по отклонениям напряжения. Основные сведения о вероятностной оценке качества напряжения. Интегральные вероятностные критерии качества напряжения.
Р5	Особые режимы работы электрических систем	Понятие особых режимов работы электрических систем. Режимы работы нейтралей электрических сетей. Характеристика особых режимов. Особенности расчёта несимметричных режимов. Неполнофазные режимы работы линий. Способы и средства симметрирования режима электрической системы. Режимы работы электрических сетей при распределённой генерации электроэнергии.

Р6	Расчёты режимов сложнозамкнутых электрических сетей	Законы Ома и Кирхгофа в матричном виде. Обобщённое уравнение состояния электрической цепи. Метод преобразования сложнозамкнутых электрических сетей. Расчёт электрических режимов сети методом коэффициентов распределения. Метод наложения и его применение для расчёта режима сети. Уравнения контурных токов и контурных мощностей. Уравнения узловых напряжений. Алгебраическая и тригонометрическая формы записи уравнений узловых напряжений. Особенности учёта трансформаторных связей. Линеаризация уравнений узловых напряжений.
Р7	Проектирование электрических сетей	
Р7.Т1	Критерии и принципы проектирования электрической сети	Критерии проектирования электрических сетей. Критерии экономической эффективности в статической и динамической постановке. Приведённые затраты. Основы технико-экономических расчётов электрических систем. Капиталовложения в элементы энергосистем. Расходы на эксплуатацию элементов электрической сети. Себестоимость потерь электроэнергии. Учёт разновремённости затрат при оптимизации развития электрической системы в динамике. Учёт критерия надёжности при проектировании электрической системы. Категории потребителей по надёжности. Повреждаемость элементов электрических сетей. Ущерб от аварийных нарушений электроснабжения потребителей. Критерий качества электроэнергии и его учёт при проектировании электрических сетей и систем. Экологический критерий и его учёт при проектировании электрических сетей и систем. Принципы проектирования электрических систем. Оптимизационные и оценочные методы проектирования. Принципы прогнозирования нагрузок. Балансы мощности энергосистем. Принципы построения схем электрических сетей. Выбор номинального напряжения. Требования к схемам электрических сетей. Надёжность схем. Выбор конфигурации электрических сетей по критериям экономичности, надёжности и экологичности.
Р7.Т2	Выбор сечений проводов линий электропередачи	Выбор сечений проводов линий электропередачи. Выбор сечений по методу экономической плотности тока. Определение нормативной экономической плотности тока. Метод экономических интервалов. Экономические интервалы стандартных сечений проводов воздушных ЛЭП. Правила выбора сечений проводов воздушных ЛЭП с помощью экономических интервалов мощности или тока. Принципы выбора сечений кабельных линий. Выбор сечений проводов ВЛ и жил КЛ в местных сетях по допустимым потерям напряжения. Допустимые длительные нагрузки на провода и

		кабели по условиям нагрева. Проверка сечений по условиям допустимого нагрева.
Р7.Т3	Анализ надёжности электроснабжения и качества электроэнергии в проектируемых сетях	Анализ качества электроэнергии в проектируемых сетях. Расчёты нормальных и послеаварийных установившихся режимов и анализ их допустимости. Ввод режимов в допустимую область. Выбор типов, мощности и мест расположения компенсирующих устройств, анализ их влияния на качество электроэнергии и экономичность режимов проектируемых сетей.
Р8	Заключение	Обзор современных методов прогнозирования, проектирования, функционирования и расчёта электроэнергетических сетей и систем. Перспективные методы. Развитие программного обеспечения.

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 самостоятельной работы	ПК-39 - Способен осуществлять расчёт режимов электроэнергетических сетей и систем, их технический и экономический анализ	У-8 - Анализировать и оценивать варианты развития электрических сетей при проектировании П-4 - Разрабатывать для проектирования варианты развития электрических сетей и систем при соблюдении параметров качества электроэнергии и экономичности режимов П-5 - Предлагать оптимальный вариант развития электрической сети

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Режимы работы электроэнергетических систем

Электронные ресурсы (издания)

1. Ананичева, , С. С.; Анализ электроэнергетических сетей и систем в примерах и задачах : учебное пособие.; Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, Екатеринбург; 2016; http://www.iprbookshop.ru/65910.html (Электронное издание)

2. Ананичева, , С. С., Шелюг, , С. Н.; Проектирование электрических сетей : учебное пособие.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2017; http://www.iprbookshop.ru/106771.html (Электронное издание)

Печатные издания

1. Ананичева, С. С.; Анализ электроэнергетических сетей и систем в примерах и задачах : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки "Электроэнергетика и электротехника".; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2016 (20 экз.)

2. Ананичева, С. С.; Проектирование электрических сетей : учебное пособие для студентов вуза, обучающихся по направлению подготовки бакалавриата 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника".; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2017 (10 экз.)

3. Ананичева, С. С., Мызин, А. Л., Шелюг, С. Н.; Электрические сети и системы. Типовые задачи : учеб.-метод. пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2006 (24 экз.)

4. Идельчик, В. И.; Электрические системы и сети : Учеб. для студентов электроэнерг. спец..; Энергоатомиздат, Москва; 1989 (44 экз.)

5. Идельчик, В. И.; Электрические системы и сети : учеб. для студентов электроэнергет. специальностей.; Альянс, Москва; 2009 (30 экз.)

6. Карапетян, И. Г., Файбисович, Д. Л.; Справочник по проектированию электрических сетей; НЦ ЭНАС, Москва; 2005 (108 экз.)

7. Карапетян, И. Г., Файбисович, Д. Л., Шапиро, И. М.; Справочник по проектированию электрических сетей; ЭНАС, Москва; 2009 (3 экз.)

8. Карапетян, И. Г., Файбисович , Д. Л.; Справочник по проектированию электрических сетей; ЭНАС, Москва; 2012 (1 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. ЭБС "Лань". https://e.lanbook.com/

2. Wiley Journal Database. https://onlinelibrary.wiley.com/

3. eLibrary. https://elibrary.ru/

4. EndNote Web Web of Science. http://www.myendnoteweb.com

5. IEEE Xplore Institute of Electric and Electronic Engineers (IEEE). http://www.ieee.org/ieeexplore

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 Зональная научная библиотека УрФУ;

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

http://docs.cntd.ru Электронный фонд нормативно-технической документации Техэксперт;

http://www.jornals.cambridge.com Cambridge University Press.

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Режимы работы электроэнергетических систем

Сведения об оснащенности 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 Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Не требуется
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного	Не требуется

		процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	
3	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	RastrWin Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Консультации	Рабочее место преподавателя Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Не требуется
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	RastrWin Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
6	Самостоятельная работа студентов	Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	RastrWin Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES