

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
1156653	Функционирование электроэнергетических систем

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

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ **Функционирование электроэнергетических систем**

1.1. Аннотация содержания модуля

В модуль входят дисциплины «Электрические системы, сети и их режимы», «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» и проект по модулю. Изучаются вопросы передачи и распределения электрической энергии. Рассматриваются схемы замещения элементов электрических сетей, способы расчетов и анализа электрических режимов, математические основы методов расчета этих режимов. Рассматриваются физические процессы в электрической сети в нормальных и аварийных переходных режимах. Изучаются способы расчетов токов при коротких замыканиях в электрических сетях. Предусмотрено знакомство с вопросами статической и динамической устойчивости электроэнергетических систем. Изучаются принципы выполнения, способы технической реализации, методы расчета параметров устройств защиты электроэнергетических систем, применению их как для отдельных элементов, так и системы в целом.

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	Проект по модулю Функционирование электроэнергетических систем	1
2	Энергетические системы, сети и их режимы	8
3	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем	3
ИТОГО по модулю:		12

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
<p>Проект по модулю Функционирование электроэнергетических систем</p>	<p>ПК-13 - Способен выполнять проектные работы по созданию энергетических установок, электростанций и комплексов на базе возобновляемых источников энергии в соответствии с техническими заданиями</p>	<p>З-19 - Объяснять принципы и правила построения схем электрических соединений энергообъектов</p> <p>З-23 - Описывать требования к параметрам качества электрической энергии для снабжения потребителей</p> <p>З-25 - Объяснять способы и методы расчетов параметров симметричных и несимметричных коротких замыканий</p> <p>З-27 - Характеризовать область применения конкретных устройств релейной защиты</p> <p>З-29 - Описывать назначение, принципы выполнения устройств сетевой противоаварийной автоматики для различных элементов электроэнергетических систем</p> <p>У-13 - Осуществлять выбор и проверку аппаратов и токоведущих частей объектов электросетевого комплекса</p> <p>У-15 - Выбирать рациональный вариант схемы электрических соединений энергообъекта</p> <p>У-21 - Определять токи и напряжения, возникающие при коротких замыканиях в электрической сети, используя методы расчетов параметров симметричных и несимметричных коротких замыканий</p> <p>У-22 - Выбирать устройства релейной защиты для различных элементов электроэнергетических систем</p> <p>У-24 - Выбирать устройства сетевой противоаварийной автоматики для различных элементов электроэнергетических систем</p> <p>П-12 - Выполнять разработку проектов элементов объектов электросетевого комплекса</p>

		<p>П-13 - Выбирать параметры регулирующих и компенсирующих устройств</p> <p>П-15 - Предлагать рациональный вариант схемы электрических соединений энергообъекта</p> <p>П-17 - Предлагать средства и способы регулирования напряжения в режимах электроэнергетических систем</p> <p>П-19 - Осуществлять обоснованный выбор устройств релейной защиты и сетевой противоаварийной автоматики электроэнергетических систем</p>
<p>Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем</p>	<p>ПК-13 - Способен выполнять проектные работы по созданию энергетических установок, электростанций и комплексов на базе возобновляемых источников энергии в соответствии с техническими заданиями</p>	<p>З-26 - Описывать назначение, принципы выполнения устройств релейной защиты для различных элементов электроэнергетических систем</p> <p>З-27 - Характеризовать область применения конкретных устройств релейной защиты</p> <p>З-28 - Описывать современные элементные базы устройств релейной защиты</p> <p>З-29 - Описывать назначение, принципы выполнения устройств сетевой противоаварийной автоматики для различных элементов электроэнергетических систем</p> <p>У-22 - Выбирать устройства релейной защиты для различных элементов электроэнергетических систем</p> <p>У-23 - Осуществлять расчёт установок для различных типов релейной защиты</p> <p>У-24 - Выбирать устройства сетевой противоаварийной автоматики для различных элементов электроэнергетических систем</p> <p>П-19 - Осуществлять обоснованный выбор устройств релейной защиты и сетевой противоаварийной автоматики электроэнергетических систем</p> <p>П-20 - Настраивать устройства релейной на расчётные значения рабочих параметров</p>

<p>Электроэнергетические системы, сети и их режимы</p>	<p>ПК-13 - Способен выполнять проектные работы по созданию энергетических установок, электростанций и комплексов на базе возобновляемых источников энергии в соответствии с техническими заданиями</p>	<p>З-21 - Описывать способы составления схем замещения электрических сетей и расчётов их параметров</p> <p>З-22 - Объяснять способы и методы расчётов установившихся режимов электроэнергетических сетей и систем</p> <p>З-23 - Описывать требования к параметрам качества электрической энергии для снабжения потребителей</p> <p>З-24 - Описывать физические процессы, происходящие в электроэнергетических системах в переходных режимах</p> <p>З-25 - Объяснять способы и методы расчетов параметров симметричных и несимметричных коротких замыканий</p> <p>У-17 - Составлять схемы замещения электрических сетей и определять их параметры</p> <p>У-18 - Выполнять расчеты установившиеся режимы работы электрических сетей и систем</p> <p>У-19 - Определять потери мощности, напряжения, электроэнергии в связи с режимами электрических сетей</p> <p>У-20 - Оценивать качество электрической энергии в рассчитанных режимах</p> <p>У-21 - Определять токи и напряжения, возникающие при коротких замыканиях в электрической сети, используя методы расчетов параметров симметричных и несимметричных коротких замыканий</p> <p>П-16 - Осуществлять расчёты установившихся режимов электроэнергетических систем</p> <p>П-17 - Предлагать средства и способы регулирования напряжения в режимах электроэнергетических систем</p> <p>П-18 - Выполнить для электрической сети расчет токов и напряжений при симметричных и несимметричных коротких замыканиях</p>
--	--	--

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Электроэнергетические системы, сети и их
режимы

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Стаймова Елена Дмитриевна	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподавате ль	автоматизированн ых электрических систем

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	Задача передачи и распределения электроэнергии. Перспективы и основные проблемы развития и эксплуатации энергосистем.
P2	Электроэнергетическая система, ее элементы и их параметры	Воздушные линии электропередачи (ВЛ). Схемы замещения. Кабельные линии электропередачи (КЛ). Схемы замещения. Трансформаторы и автотрансформаторы. Схемы замещения. Потребители и источники электроэнергии. Способы представления.
P3	Электрические нагрузки, потери мощности и напряжения. Потери энергии	Графики электрических нагрузок. Их интегральные характеристики. Потери мощности и энергии в элементах электрических сетей. Падение и потеря напряжения в элементах электрической сети.
P4	Установившиеся режимы электрической сети и расчет их параметров	Расчёт режимов разомкнутых электрических сетей. Расчёт режимов замкнутых и сложнзамкнутых электрических сетей. Методы расчётов. Расчёты с помощью программных комплексов.
P5	Показатели качества электрической энергии и регулирование напряжения	Требования потребителей к качеству электроэнергии. ГОСТ на качество электроэнергии. Регулирование частоты в энергосистеме. Регулирование напряжения. Средства регулирования напряжения.
P6	Развитие электрической сети. Техничко-экономические показатели.	Целесообразные ступени напряжения электропередач в зависимости от длины электропередачи и передаваемой мощности. Техничко-экономические показатели развития электрической сети. Выбор сечений по экономическим

		<p>критериям. Проверка по техническим ограничениям. Проверка сечений по допустимым падениям напряжения.</p> <p>Обеспечение качества напряжения в режимах электрических сетей. Определение оптимального варианта развития электрической сети.</p>
P7	Виды переходных режимов в энергосистемах	<p>Общая характеристика переходных режимов в энергосистемах. Нормальные и аварийные. Виды аварийных режимов, замыкания, обрывы фаз. Возникновение продольной и поперечной несимметрии режима. Виды коротких замыканий (КЗ). Причины. Негативные явления при КЗ. Допущения при расчете КЗ.</p>
P8	Физический процесс при возникновении симметричного КЗ.	<p>Физический процесс при симметричном КЗ в неразветвленной цепи, питаемой от мощного источника. Вынужденная и свободная составляющая. Максимальное значение полного тока трехфазного КЗ. Момент его возникновения. Зависимость величины тока от момента возникновения КЗ. Действующие значения полных величин и отдельных составляющих токов КЗ для произвольного момента времени. Процесс КЗ в цепи синхронного генератора ограниченной мощности с отключённой и с включённой автоматической регулировкой напряжения (АРВ).</p>
P9	Расчеты токов и напряжений при возникновении симметричного КЗ	<p>Определение сопротивлений различных элементов. Электрическая схема замещения. Преобразования схемы. Определение токов КЗ для любого момента времени ПП (периодической и аperiodической составляющих). Типовые кривые. Учет нагрузки при КЗ в электрической сети. Токи КЗ от электродвигателей.</p>
P10	Несимметричные аварийные режимы. Продольная и поперечная несимметрия режимов	<p>Метод симметричных составляющих при расчете несимметричной системы. Схемы замещения различных последовательностей при расчете несимметричной системы. Параметры 2-х и 3-х обмоточных трансформаторов в схемах нулевой последовательности в зависимости от вариантов соединения их обмоток. Параметры линий электропередачи в схемах нулевой последовательности. Токи и напряжения в месте двухфазного КЗ. Векторные диаграммы. Токи и напряжения в месте однофазного КЗ. Векторные диаграммы. Токи и напряжения в месте двухфазного КЗ на землю. Векторные диаграммы. Сравнение токов различных видов КЗ. Особенности замыканий в распределительных сетях. Простые замыкания на землю. Токи и напряжения в месте обрыва одной фазы. Векторные диаграммы. Токи и напряжения в месте обрыва двух фаз. Векторные диаграммы. Учет комплексного коэффициента трансформации при несимметричном режиме в электрической сети</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	профориентационная деятельность	Технология самостоятельной работы	ПК-13 - Способен выполнять проектные работы по созданию энергетических установок, электростанций и комплексов на базе возобновляемых источников энергии в соответствии с техническими заданиями	<p>П-16 - Осуществлять расчёты установившихся режимов электроэнергетических систем</p> <p>П-17 - Предлагать средства и способы регулирования напряжения в режимах электроэнергетических систем</p> <p>П-18 - Выполнить для электрической сети расчет токов и напряжений при симметричных и несимметричных коротких замыканиях</p>

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электроэнергетические системы, сети и их режимы

Электронные ресурсы (издания)

1. Веников, В. А., Оводова, С. М.; Режимы работы электрических систем и сетей; Высшая школа, Москва; 1975; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=447957> (Электронное издание)
2. , Веников, В. А.; Электрические системы; Высшая школа, Москва; 1971; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450000> (Электронное издание)
3. Веников, В. А., Веников, В. А.; Электрические системы; Высшая школа, Москва; 1972; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450003> (Электронное издание)
4. , Веников, В. А.; Электрические системы; Высшая школа, Москва; 1973; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450005> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Герасименко, А. А.; Передача и распределение электрической энергии : учеб. пособие для студентов

вузов, обучающихся по направлению подгот. "Электроэнергетика".; Феникс : Издательские проекты, Ростов-на-Дону ; Красноярск; 2006 (25 экз.)

2. Герасименко, А. А.; Передача и распределение электрической энергии : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. "Электроэнергетика".; КНОРУС, Москва; 2012 (5 экз.)

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

4. , Идельчик, В. И.; Расчеты устоявшихся режимов электрических систем; Энергия, М; 1977 (3 экз.)

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

6. Веников; Регулирование напряжения в электроэнергетических системах; Энергоатомиздат, Москва; 1985 (6 экз.)

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

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

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

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

11. , Герасимов, В. Г., Попов, А. И., Дьяков, А. Ф., Лабунцов, В. А., Морозкин, В. П.; Электротехнический справочник : в 4 т. Т. 3. Производство, передача и распределение электрической энергии; МЭИ, Москва; 2004 (65 экз.)

12. Ульянов, С. А.; Электромагнитные переходные процессы в электрических системах : учеб. для электротехн. и энергет. вузов и фак.; АРИС, Москва; 2010 (10 экз.)

13. Ульянов, С. А.; Сборник задач по электромагнитным переходным процессам в электрических системах : [для электротехн. и энергет. вузов и фил.]; Энергия, Москва; 1968 (23 экз.)

14. Ульянов, С. А.; Электромагнитные переходные процессы в электрических системах : [учеб. для электротехн. и энергет. вузов и фак.]; Энергия, Москва; 1970 (22 экз.)

15. , Неклепаев, Б. Н., Крючков, И. П., Жуков, В. В., Кудрявцев, Е. П., Кузнецов, Ю. П.; Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования : РД 153-34.0-20.527-98.; ЭНАС, Москва; 2008 (1 экз.)

16. , Неклепаев, Б. Н.; Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования : РД 153-34.0-20.527-98.; НЦ ЭНАС, Москва; 2006 (25 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Не используются

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

Не используются

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электроэнергетические системы, сети и их режимы

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 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	RastrWin Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Mathcad 14

		Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	
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 Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Не требуется
6	Самостоятельная работа студентов	Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	RastrWin Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Mathcad 14

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Релейная защита и автоматизация
электроэнергетических систем

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Суворов Антон Алексеевич	кандидат технических наук, доцент	Доцент	автоматизированн ых электрических систем

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	Общие сведения о релейной защите и автоматике электроэнергетических систем (ЭЭС)	<p>Общие сведения об автоматическом управлении в технических системах. Иерархия систем управления в энергетике. Целевые функции управления. Структура устройств автоматического управления в электроэнергетических системах (ЭЭС): устройства технологической, системной и противоаварийной автоматики.</p> <p>Основные состояния ЭЭС. Повреждения и ненормальные режимы в ЭЭС: междуфазные короткие замыкания, короткие замыкания на землю и замыкания на землю, режимы качаний. Векторные диаграммы токов и напряжений при повреждениях. Электрические величины, используемые в качестве информации о состоянии энергообъектов; характер изменения их в нормальных режимах и при повреждениях.</p> <p>Назначение устройств релейной защиты и автоматики ЭЭС. Основные требования, предъявляемые к релейной защите и автоматике. Общие принципы построения, информационная и логическая часть устройств, их функции.</p> <p>Элементы релейной защиты и автоматики, типы реле и способы их технической реализации. Схемы устройств релейной защиты и автоматики и способы отображения на них основных элементов. Оперативный ток, виды источников.</p>
P2	Измерительные преобразователи токов и	

	напряжений	
Р2. Т1	Первичные измерительные преобразователи	<p>Первичные измерительные преобразователи –трансформаторы тока (ТТ) и напряжения (ТН): назначение, принципы измерения и конструктивные особенности.</p> <p>Погрешности измерительных трансформаторов, факторы, влияющие на их величину. Классы точности измерительных трансформаторов тока и напряжения.</p> <p>Схемы соединения измерительных трансформаторов и подключения реле защиты.</p> <p>Трансформаторные фильтры симметричных составляющих токов и напряжений.</p>
Р2. Т2	Вторичные измерительные преобразователи	<p>Вторичные измерительные преобразователи тока и напряжения: назначение, принципы измерения и конструктивные особенности.</p> <p>Построение вторичных фильтровых устройств симметричных составляющих токов и напряжений на примере фильтр-реле тока и напряжения обратной последовательности.</p>
Р3	Основные принципы действия и типы устройств релейной защиты, их применение в ЭЭС	
Р3. Т1	Основные принципы действия устройств релейной защиты	<p>Защиты максимального и минимального действия. Защиты на основе контроля одного физического параметра. Защиты на основе контроля двух и более физических параметров. Защиты на основе косвенного сравнения электрических величин. Дифференциальные токовые защиты. Высокочастотные защиты.</p>
Р3. Т2	Токовые защиты от междуфазных коротких замыканий	<p>Токовые отсечки (ТО) мгновенного действия и с выдержкой времени. Селективные и неселективные ТО. ТО на линиях с двухсторонним питанием. Максимальная токовая защита (МТЗ) от междуфазных коротких замыканий. МТЗ с пуском (блокировкой) по минимальному напряжению. Ступенчатые токовые защиты.</p> <p>Направленные максимальные токовые защиты (НМТЗ), принцип действия. Схемы подключения реле направления мощности. Блокировка НМТЗ при замыканиях на землю.</p> <p>Область применения, схемы защит, расчёт параметров срабатывания и согласование токовых защит смежных элементов электрической сети.</p>
Р3. Т3	Токовые защиты от замыканий на землю в сетях с	<p>Токовые защиты от замыканий на землю в сетях с большим током повреждения – токовые защиты нулевой последовательности (ТЗНП). Ступенчатые направленные</p>

	большим и малым током повреждения	<p>ТЗНП для сетей с эффективно- и глухозаземленной нейтралью. Область применения, схемы ТЗНП, расчёт параметров срабатывания и согласование ТЗНП смежных элементов электрической сети.</p> <p>Защиты от замыканий в сетях с малым током замыкания на землю. Селективные и неселективные защиты, направленные защиты от замыканий на землю: особенности применения и расчёта параметров срабатывания.</p>
Р3. Т4	Дистанционные защиты	<p>Дистанционные защиты (ДЗ): назначение и область применения в энергосистемах. Пусковые и дистанционные органы ДЗ – реле сопротивления, схемы их подключения. Принципы действия и характеристики срабатывания реле сопротивления. Причины, искажающие замеры дистанционных органов. Определение параметров срабатывания ДЗ. Согласование характеристик различных ступеней ДЗ смежных элементов электрической сети. Схемы ДЗ.</p> <p>Предотвращение неправильных действий ДЗ при нарушениях в цепях переменного напряжения и при качаниях в энергосистеме: Реализация устройств блокировки ДЗ при качаниях по абсолютным приращениям и скорости изменения режимных параметров.</p>
Р3. Т5	Дифференциальные токовые защиты	<p>Дифференциальные защиты: назначение, типы дифференциальных защит и область их применения. Продольные дифференциальные токовые защиты. Поперечные дифференциальные защиты. Направленные поперечные дифференциальные защиты. Мертвая зона и зона каскадного действия поперечной дифференциальной защиты. Расчёт параметров срабатывания продольных и поперечных дифференциальных защит. Схемы дифференциальных защит.</p>
Р3. Т6	Высокочастотные защиты	<p>Высокочастотные защиты: назначение и область применения. Высокочастотные каналы связи. Основные алгоритмы работы высокочастотных защит. Направленная фильтровая защита с высокочастотной блокировкой. Дифференциально-фазная высокочастотная защита. Выбор параметров срабатывания пусковых органов высокочастотных защит. Схемы высокочастотных защит.</p>
Р4	Резервирование действия защит и отказов выключателей	<p>Ближнее и дальнее резервирование. Назначение, принцип действия устройства резервирования отказа выключателей (УРОВ). Схемы УРОВ.</p>
Р5	Основные типы и принципы действия устройств автоматики ЭЭС	
Р5. Т1	Автоматическое повторное включение оборудования	<p>Устройства автоматического повторного включения (АПВ) оборудования: назначение и основные требования к АПВ. Схемы устройств АПВ. Ускорение действия релейной защиты в циклах АПВ. Особенности реализации АПВ на линиях с</p>

		двухсторонним питанием. АПВ шин, трансформаторов, двигателей. Расчёт параметров срабатывания АПВ.
P5. T2	Автоматический ввод резерва	Устройства автоматического ввода резерва (АВР). Требования к устройствам АВР и принцип их действия. Пусковые органы АВР. Расчёт параметров срабатывания АВР. АВР трансформаторов, секционных выключателей, линий. АВР двигателей
P5. T3	Автоматическая частотная разгрузка	Принцип действия устройств автоматической частотной разгрузки (АЧР). Регулирующий эффект нагрузки. Типы устройств АЧР. Требования к АЧР-I, АЧР-II. Реле частоты, принципы работы. Схемы устройств АЧР. АПВ после АЧР.
P5. T4	Автоматическое регулирование напряжения и реактивной мощности	Задачи регулирования напряжения и реактивной мощности в ЭЭС. Автоматическое регулирование возбуждения (АРВ) синхронных машин. Виды и назначение автоматических регуляторов возбуждения. Автоматические регуляторы возбуждения сильного действия. Регулирование напряжения в электрических сетях. Автоматический регулятор напряжения трансформатора, его структурная схема и принцип действия.
P5. T5	Автоматическое регулирование частоты и активной мощности	Принципы регулирования частоты и мощности в ЭЭС. Первичные и вторичные регуляторы частоты. Статические характеристики регуляторов и принципы их работы. Устройства распределения мощности между станциями. Структурная схема автоматического регулятора мощности тепловой электростанции. Комплексное регулирование частоты и перетоков мощности в объединенной ЭЭС
P6	Современные направления развития релейной защиты и автоматики ЭЭС	Микропроцессорные устройства защиты и автоматики: основные реализуемые функции, узлы, связь с внешними цифровыми устройствами. Преимущества и недостатки микропроцессорных устройств защиты и автоматики. Современные направления автоматизации диспетчерского, технологического и противоаварийного управления и принципы построения автоматизированных систем в ЭЭС. Сбор и обработка информации для задач управления и контроля. Интегрированная система управления подстанциями и сетями на базе микропроцессорных устройств и технологии Smart Grid.

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-13 - Способен выполнять проектные работы по созданию	П-19 - Осуществлять обоснованный выбор устройств

			энергетических установок, электростанций и комплексов на базе возобновляемых источников энергии в соответствии с техническими заданиями	релейной защиты и сетевой противоаварийной автоматики электроэнергетических систем
--	--	--	---	--

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем

Электронные ресурсы (издания)

1. Чернобровов, Н. В.; Релейная защита : учебное пособие.; Энергия, Москва; 1971; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=599593> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Андреев, В. А.; Релейная защита и автоматика систем электроснабжения : Учеб. по специальности "Электроснабжение".; Высшая школа, Москва; 1991 (10 экз.)
2. Андреев, В. А.; Релейная защита систем электроснабжения в примерах и задачах : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Электроснабжение".; Высшая школа, Москва; 2008 (5 экз.)
3. Чернобровов, Н. В.; Релейная защита : Учеб. пособие для энерг. и энергостроит. техникумов.; Энергия, Москва; 1974 (24 экз.)
4. Чернобровов, Н. В., Семенов, В. А.; Релейная защита энергетических систем : Учеб. пособие для энерг. специальностей сред. проф. учеб. заведений.; Энергоатомиздат, Москва; 1998 (4 экз.)
5. Чернобровов, Н. В.; Релейная защита : учеб. пособие для учащихся энергет. и энергостроит. техникумов.; Энергия, Москва; 1971 (52 экз.)
6. Федосеев, А. М.; Релейная защита электроэнергетических систем. Релейная защита сетей : Учеб. пособие для вузов.; Энергоатомиздат, Москва; 1984 (21 экз.)
7. Федосеев, А. М.; Релейная защита электрических систем : Учебник для вузов.; Энергия, Москва; 1976 (3 экз.)
8. Федосеев, А. М., Федосеев, М. В.; Релейная защита электроэнергетических систем : Учебник для вузов.; Энергоатомиздат, Москва; 1992 (7 экз.)
9. Федосеев, А. М., Федосеев, М. В.; Релейная защита электроэнергетических систем : Учебник для вузов.; Энергоатомиздат, Москва; 1992 (7 экз.)
10. Овчаренко, Н. И., Дьяков, А. Ф.; Автоматика энергосистем : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. "Электроэнергетика".; МЭИ, Москва; 2007 (1 экз.)
11. Шабад, М. А.; Защита трансформаторов 10 кВ; Энергоатомиздат, Москва; 1989 (12 экз.)
12. Шабад, М. А.; Расчеты релейной защиты и автоматики распределительных сетей; Энергия,

Ленинград; 1985 (21 экз.)

13. Шабад, М. А.; Максимальная токовая защита; Энергоатомиздат. Ленинградское отделение, Ленинград; 1991 (3 экз.)

14. Киреева, Э. А., Цырук, С. А.; Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем : учеб. для использования в учеб. процессе образоват. учреждений, реализующих программы сред. проф. образования по специальности "Электр. станции, сети и системы".; Академия, Москва; 2010 (15 экз.)

15. Беркович, М. А., Гладышев, В. А., Семенов, В. А.; Автоматика энергосистем : Учеб. для энерг. и энергостроит. техникумов.; Энергоатомиздат, Москва; 1991 (15 экз.)

16. Беркович, М. А., Комаров, А. Н., Семенов, В. А.; Основы автоматики энергосистем; Энергоиздат, Москва; 1981 (35 экз.)

17. Беркович, М. А.; Автоматика энергосистем : Учеб. для энерг. и энергостроит. техникумов.; Энергоатомиздат, Москва; 1985 (3 экз.)

18. Беркович, М. А.; Основы техники релейной защиты; Энергоатомиздат, Москва; 1984 (6 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Не используются

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

Не используются

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем

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 Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного	Не требуется

		процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	
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	Рабочее место преподавателя Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Не требуется
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	Не требуется
6	Самостоятельная работа студентов	Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	
--	--	--	--