

Компонент ОПОП 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

наименование ОПОП

Б1.В.03

шифр дисциплины

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины
(модуля)

Электроэнергетические системы и сети

Разработчики:
Васильева Е.В.
доцент
кафедры С,Э и Т

Утверждено на заседании кафедры
строительства, энергетики и транспорта
наименование кафедры
протокол № 07 от 07. 03. 2024 г.

Заведующий кафедрой СЭ и Т



подпись

Челтыбашев А.А.

ФИО

Мурманск
2024

Пояснительная записка

Объем дисциплины 7 з.е.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», утвержденного приказом Минобрнауки РФ 28.02.2018г., № 144, учебного плана в составе ОПОП по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленности (профилю) «Электроснабжение».

1. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с индикаторами достижения компетенций, установленными образовательной программой

№ п/п	Компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
1	ПК-1. Способен участвовать в проектировании систем электроснабжения объектов	Компетенция реализуется в части способности участвовать в проектировании систем электроснабжения объектов	ИПК-1.2 Выбирает типовые проектные решения систем электроснабжения объектов
			ИПК-1.3 Обосновывает выбор параметров электрооборудования систем электроснабжения объектов, учитывая технические ограничения
			ИПК-1.4 Участвует в разработке частей документации для отдельных разделов проекта системы электроснабжения объекта
2	ПК-2. Способен анализировать режимы работы систем электроснабжения объектов	Компетенция реализуется в части способности анализировать режимы работы систем электроснабжения объектов	ИПК-2.1 Рассчитывает параметры электрооборудования системы электроснабжения объекта
			ИПК-2.2 Рассчитывает режимы работы системы электроснабжения объекта
			ИПК-2.3 Обеспечивает заданные параметры режима системы электроснабжения объекта

2. Содержание дисциплины (модуля).

Тема 1. Основные понятия курса. Требования, предъявляемые к электрическим сетям и системам.

Основные определения курса. Объединение электрических станций на параллельную работу. Основные требования, предъявляемые к электрическим сетям. Классификация электрических сетей.

Основные типы электростанций. Преимущества, недостатки, технологические схемы. Технические и технико-экономические характеристики электрических станций различных типов. Условия формирования состава электростанций и режимов их работы в объединенных ЭЭС. Основные сведения об экономическом распределении нагрузок между электростанциями в составе системы

Тема 2. Схемы замещения и расчет параметров схем замещения.

Схемы замещения и расчет параметров линий электропередачи, двух – и трехобмоточных трансформаторов. Конструктивные особенности АТ. Схема замещения и расчет

параметров схемы АТ. Трансформаторы с расщепленной обмоткой, схема замещения и расчет параметров. Представление синхронных машин и нагрузок в расчетных схемах

Тема 3. Потери мощности, энергии и напряжения.

Потери мощности и энергии в линиях и трансформаторах. Векторная диаграмма ЛЭП. Понятия потери и падения напряжения.

Тема 4. Схемы электрических сетей.

Схемы местных, районных и системообразующих сетей. Линии электропередачи (ЛЭП) сверхвысоких и ультравысоких напряжений переменного тока, их назначение в составе ЭЭС, особенности схемных решений, режимов работы и конструктивного выполнения. ЛЭП сверхвысоких напряжений постоянного тока; основные характеристики их выполнения и применения в ЭЭС.

Тема 5. Расчет установившихся режимов электрических сетей.

Постановка задачи расчета установившихся режимов ЭЭС. Расчетные нагрузки узлов районной электрической сети. Расчет режима разомкнутой сети по напряжению, заданному в конце сети. Расчет режима разомкнутой сети по напряжению, заданному в начале сети. Определение напряжения на вторичной обмотке трансформатора. Особенности расчета местных электрических сетей. Расчет режима замкнутой сети.

Тема 6. Расчет установившихся режимов сложных электрических сетей.

Характеристика сложных электрических сетей. Составление линейных и нелинейных уравнений узловых напряжений. Методы решения линейных и нелинейных уравнений узловых напряжений.

Тема 7. Режимы работы электроэнергетических систем.

Баланс активной мощности. Регулирование частоты в электроэнергетической системе. Основы оптимального распределения активной мощности в электроэнергетической системе. Баланс реактивной мощности. Средства компенсации реактивной мощности. Размещение компенсирующих устройств

Тема 8. Регулирование напряжения в электрических сетях.

Понятие встречного регулирования напряжения. Способы регулирования напряжения. Регулирование напряжения с помощью генератора и трансформаторов с ПБВ. Регулирование напряжения с помощью трансформаторов с РПН. Конструкция РПН. Определение номера ступени РПН для получения желаемого уровня напряжения для различных видов трансформаторов. Регулирование напряжения с помощью линейного регулятора. Конструкция ЛР. Способы включения питающего трансформатора ЛР. Регулирование напряжения за счет изменения потерь напряжения в элементах сети. Изменение сопротивлений сети за счет сечения и продольной компенсации. Влияние передаваемой реактивной мощности на потери напряжения. Поперечная компенсация. Задачи регулирования напряжения в местных, районных и системообразующих сетях.

Тема 9. Вопросы снижения потерь мощности (энергии) в электрических сетях.

Технические мероприятия по снижению потерь мощности (энергии). Организационные мероприятия по снижению потерь мощности (энергии).

Тема 10. Проектирование электрических сетей.

Общая характеристика целей, задач и состава основных вопросов проектирования электрических сетей электроэнергетических систем (ЭЭС). Выбор экономических сечений проводов воздушных линий (ВЛ) и токоведущих жил кабельных линий (КЛ) (экономическая плотность тока, экономические интервалы и др.) Технические ограничения выбора проводов ВЛ и кабелей. Выбор количества и номинальной мощности трансформаторов и автотрансформаторов понижающих подстанций с учетом допустимых перегрузок (в нормальных и послеаварийных режимах) и обеспечения обоснованной надежности электроснабжения. Основные экономические характеристики сооружения и эксплуатации линий и подстанций. Приведенные затраты - комплексный технико-экономический критерий выбора экономических параметров, схем и режимов ЭЭС. Иные варианты оценки технико-экономических характеристик электрических сетей. Общая

характеристика целей, задач и состава основных вопросов проектирования электрических сетей электроэнергетических систем (ЭЭС). Выбор экономических сечений проводов воздушных линий (ВЛ) и токоведущих жил кабельных линий (КЛ) (экономическая плотность тока, экономические интервалы и др.) Технические ограничения выбора проводов ВЛ и кабелей. Выбор количества и номинальной мощности трансформаторов и автотрансформаторов понижающих подстанций с учетом допустимых перегрузок (в нормальных и послеаварийных режимах) и обеспечения обоснованной надежности электроснабжения. Основные экономические характеристики сооружения и эксплуатации линий и подстанций. Приведенные затраты - комплексный технико-экономический критерий выбора экономических параметров, схем и режимов ЭЭС. Иные варианты оценки технико-экономических характеристик электрических сетей.

Тема 11. Конструкции систем электроснабжения и механический расчет.

Конструкции воздушных и кабельных линий, токопроводов, электропроводок. Основные сведения о трансформаторных подстанциях. Расчет конструктивной части воздушных линий. Расчет шинных конструкций.

3. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины (модуля)

- мультимедийные презентационные материалы по дисциплине (модулю) представлены в электронном курсе в ЭИОС МГТУ;
- методические указания к выполнению лабораторных/практических/расчетно-графических работ представлены в электронном курсе в ЭИОС МГТУ;
- методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) представлены на официальном сайте МГТУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным».

4. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Является отдельным компонентом образовательной программы, разработан в форме отдельного документа, представлен на официальном сайте МГТУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным». ФОС включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины (модуля);
- задания текущего контроля;
- задания промежуточной аттестации;
- задания внутренней оценки качества образования.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы (печатные издания, электронные учебные издания и (или) ресурсы электронно-библиотечных систем)

Основная литература

1. Неклепаев Б. Н. **Электрическая часть электростанций и подстанций** : справ. материалы для курсового и дипломного проектирования : учеб. пособие для вузов / Б. Н. Неклепаев, И. П. Крючков. - 5-е изд., стер. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2013. - 607 с. : ил. - Библиогр.: с. 604-605. - ISBN 978-5-9775-0833-9 : 623-00.

2. Поспелов, Г. Е. **Электрические системы и сети** : учебник для вузов / Г. Е. Поспелов, В. Т. Федина, П. В. Лычев; под ред. В. Т. Федина. - Минск : Технопринт, 2004. - 710 с. - Загл. обл. и корешка пер. : **Электрические системы и цепи.** - ISBN 985-464-352-2 : 298-38; 298-38.

Дополнительная литература

3. Шеховцов, В. П. Расчет и проектирование схем электроснабжения. Методическое пособие для курсового проектирования : учеб. пособие / В. П. Шеховцов. - Москва : Форум : Инфра-М, 2005. - 213 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 5-8199-0092-8. - ISBN 5-16-001526-4 : 108-00.

4. Рожкова, Л. Д. Электрооборудование **электрических** станций и подстанций : учебник / Л. Д. Рожкова, Л. К. Карнеева, Т. В. Чиркова. - 2-е изд., стер. - Москва : Academia, 2005. - 446, [1] с. - (Среднее профессиональное образование. Энергетика). - ISBN 5-7695-2328-X : 306-25.

6. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- 1) Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»_- URL: <http://window.edu.ru>
- 2) Справочно-правовая система. Консультант Плюс - URL: <http://www.consultant.ru/>
- 3) Электронный каталог библиотеки МГТУ - <http://lib.mstu.edu.ru/MegaPro/Web/>.

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

- 1) *Офисный пакет Microsoft Office 2007*
- 2) *Операционная система Microsoft Windows Vista*
- 3) *Система оптического распознавания текста ABBYY FineReader*

8. Обеспечение освоения дисциплины лиц с инвалидностью и ОВЗ

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) представлено в приложении к ОПОП «Материально-технические условия реализации образовательной программы» и включает:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде МГТУ.

Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

10. Распределение трудоемкости по видам учебной деятельности

Таблица 1 - Распределение трудоемкости

Вид учебной деятельности	Распределение трудоемкости дисциплины (модуля) по формам обучения										
	Очная							Заочная			
	Семестр						Всего часов	Семестр/Курс			Всего часов
	1	2	3	4	5	6		5/ 3	6/ 3		
Лекции	-	-			12	18	30	6	6	-	12
Практические занятия					12	18	30	6	6	-	12
Лабораторные работы						18	18	6	6		12
Самостоятельная работа					84	54	138	86	117		203

Подготовка к промежуточной аттестации ¹	-	-	-	-	-	36	36	4	9		13
Всего часов по дисциплине / из них в форме практической подготовки					108	144	252	108	144		252
					13	36		12	12	-	

Формы промежуточной аттестации и текущего контроля

Экзамен	-	-	-	-	-	1	1	-	1	-	1
Зачет/зачет с оценкой	-	-	1/-	-	1/-	-	1/-	1/-	-	-	1/-
Количество расчетно-графических работ	-	-	-	-	1	1	2	1	1	-	2
Количество рефератов	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Перечень лабораторных работ по формам обучения

№ п/п	Темы лабораторных работ
1	2
	Очная форма
1	Моделирование параметров схем замещения воздушных линий электропередачи, наземных и подземных кабельных линий
2	Исследование режимов работы ЛЭП
3	Моделирование потерь энергии и напряжения в линиях электропередачи и трансформаторах
4	Регулирование напряжения в электрической сети 110/10 кВ
5	Регулирование напряжения в передающих и системообразующих электрических сетях
6	Оптимизация режима неоднородной электрической сети
	Заочная форма
1	Исследование режимов работы ЛЭП
2	Моделирование потерь энергии и напряжения в линиях электропередачи и трансформаторах
3	Оптимизация режима неоднородной электрической сети

Перечень практических занятий по формам обучения

№ п/п	Темы практических занятий
1	2
	Очная форма
1	Параметры схем замещения линий электропередачи, трансформаторов и электрических нагрузок

¹ Для экзамена очной и очно-заочной формы обучения - 36 часов, для экзамена заочной формы обучения - 9 часов, для зачета заочной формы обучения - 4 часа.

2	Потери мощности и энергии
3	Нагревание проводов и кабелей
4	Расчеты режимов электрических сетей
5	Потери напряжения в электрических сетях
6	Регулирование напряжения в электрических сетях
7	Компенсация реактивной мощности в электрических сетях
8	Элементы проектирования электрических сетей
9	Механический расчет проводов и тросов
	Заочная форма
1	Параметры схем замещения линий электропередачи, трансформаторов и электрических нагрузок
2	Потери мощности и энергии
3	Расчеты режимов электрических сетей
4	Потери напряжения в электрических сетях
5	Регулирование напряжения в электрических сетях
6	Компенсация реактивной мощности в электрических сетях