

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Распределительные электрические сети

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

| | |
|---|---|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.Ч.08 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 6 семестр - 3; |
| Часов (всего) по учебному плану: | 108 часов |
| Лекции | 6 семестр - 26 часа; |
| Практические занятия | 6 семестр - 26 часа; |
| Лабораторные работы | не предусмотрено учебным планом |
| Консультации | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| Самостоятельная работа | 6 семестр - 55,7 часа; |
| в том числе на КП/КР | не предусмотрено учебным планом |
| Иная контактная работа | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| включая: Тестирование Контрольная работа | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Зачет с оценкой | 6 семестр - 0,3 часа; |

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

| | | |
|--|---|----------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Ванин А.С. |
| | Идентификатор | Rd4f34a31-VaninAS-037682a9 |

(подпись)

А.С. Ванин

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

| | | |
|--|---|--------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Валянский А.В. |
| | Идентификатор | R98c29a50-ValianskyAV-a927df5b |

(подпись)

А.В. Валянский

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

| | | |
|--|---|-------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Шаров Ю.В. |
| | Идентификатор | R324da3b6-SharovYurV-0bb905b1 |

(подпись)

Ю.В. Шаров

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: ознакомление с различными аспектами проектирования и эксплуатации систем электроснабжения разных видов

Задачи дисциплины

- Изучение способов расчета и моделирования электрической нагрузки на разных уровнях электроснабжения;
- Освоение методов выбора и анализа электрических схем, применяемых в системах электроснабжения;
- Изучение показателей качества электрической энергии и причин возникновения кондуктивных помех;
- Освоение организационных, технических и методические мероприятия обеспечения качества электрической энергии.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения |
|---|---|---|
| ПК-2 Способен применять знание способов производства, транспорта и использования электроэнергии | ИД-1ПК-2 Демонстрирует знание способов производства, передачи, распределения электроэнергии и электроснабжения потребителей | знать: - Показатели качества электрической энергии и причины возникновения кондуктивных помех; - Виды систем электроснабжения и принципы их построения; - Особенности и область применения различных схем электроснабжения. уметь: - Выбирать оптимальные мероприятия для обеспечения качества электрической энергии; - Определять расчетные нагрузки элементов системы электроснабжения. |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Распределительные электрические сети (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

| № п/п | Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации | Всего часов на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы | | | | | | | | | | Содержание самостоятельной работы/ методические указания |
|-------|--|-----------------------|---------|--|-----|----|--------------|---|-----|----|----|-------------------|-----------------------------------|---|
| | | | | Контактная работа | | | | | | | СР | | | |
| | | | | Лек | Лаб | Пр | Консультация | | ИКР | | ПА | Работа в семестре | Подготовка к аттестации /контроль | |
| КПР | ГК | ИККП | ТК | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 1 | Системы электроснабжения. Виды, требования, принципы построения | 14 | 6 | 4 | - | 4 | - | - | - | - | - | 6 | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Классификация систем электроснабжения. Особенности проектирования и эксплуатации городских, промышленных, поселковых и сельских электрических сетей |
| 1.1 | Системы электроснабжения. Виды, требования, принципы построения | 14 | | 4 | - | 4 | - | - | - | - | - | 6 | - | |
| 2 | Характеристики электрической нагрузки. Виды, графики, расчетные значения | 16 | | 4 | - | 4 | - | - | - | - | - | 8 | - | |
| 2.1 | Характеристики электрической нагрузки. Виды, графики, расчетные значения | 16 | | 4 | - | 4 | - | - | - | - | - | 8 | - | |
| 3 | Схемы систем электроснабжения. Виды, характеристики, принципы выбора. | 20 | | 6 | - | 6 | - | - | - | - | - | 8 | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Составление схем сети для потребителей различных категорий. Определение последовательности событий при отказах элементов систем электроснабжения. Выбор основного оборудования для систем электроснабжения. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 23-28, стр. 50-87 |
| 3.1 | Схемы систем электроснабжения. Виды, характеристики, принципы выбора. | 20 | | 6 | - | 6 | - | - | - | - | - | 8 | - | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|--------------|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|------------|-------------|-------------|--|
| | | | | | | | | | | | | | [3], 222-234, 244 - 253 |
| 4 | Качество электроэнергии. Показатели и характеристики. | 20 | 6 | - | 6 | - | - | - | - | - | 8 | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Расчет показателей качества электроэнергии в системах электроснабжения: отклонение напряжения, коэффициенты обратной и нулевой последовательности, коэффициенты гармонических составляющих <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 23-28, стр. 50-87 |
| 4.1 | Качество электроэнергии. Показатели и характеристики. | 20 | 6 | - | 6 | - | - | - | - | - | 8 | - | |
| 5 | Управление качеством электроэнергии. Средства обеспечения качества электроэнергии. | 20 | 6 | - | 6 | - | - | - | - | - | 8 | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Определение настроек регулирующего оборудования в распределительных сетях при отсутствии и наличии распределенной возобновляемой генерации |
| 5.1 | Управление качеством электроэнергии. Средства обеспечения качества электроэнергии. | 20 | 6 | - | 6 | - | - | - | - | - | 8 | - | |
| | Зачет с оценкой | 18.0 | - | - | - | - | - | - | - | 0.3 | - | 17.7 | |
| | Всего за семестр | 108.0 | 26 | - | 26 | - | - | - | - | 0.3 | 38 | 17.7 | |
| | Итого за семестр | 108.0 | 26 | - | 26 | - | - | - | - | 0.3 | 55.7 | | |

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Системы электроснабжения. Виды, требования, принципы построения

1.1. Системы электроснабжения. Виды, требования, принципы построения

Классификация систем электроснабжения. Городские, промышленные, поселковые и сельские электрические сети. Принципы построения систем электроснабжения. Требования, предъявляемые к системам электроснабжения..

2. Характеристики электрической нагрузки. Виды, графики, расчетные значения

2.1. Характеристики электрической нагрузки. Виды, графики, расчетные значения

Классификация электроприемников и их основные характеристики. Графики электрических нагрузок. Типы графиков, их характеристики. Понятие расчетной нагрузки элементов систем электроснабжения. Коэффициенты, используемые при определении расчетных нагрузок потребителей. Определение расчетных нагрузок на шинах вводных распределительных устройств зданий. Определение расчетных нагрузок на шинах трансформаторных подстанций 10/0,4 кВ..

3. Схемы систем электроснабжения. Виды, характеристики, принципы выбора.

3.1. Схемы систем электроснабжения. Виды, характеристики, принципы выбора.

Надежность систем электроснабжения. Показатели SAIDI, SAIFI. Требования, предъявляемые к схемам электрических сетей с точки зрения надежности. Категории надежности электроприемников. Радиально-магистральная нерезервированная схема сети. Петлевая неавтоматизированная схема сети. Петлевая автоматизированная схема сети. Многолучевые автоматизированные схемы сети. Принципы построения. Область применения. Потери электроэнергии. Классификация потерь электроэнергии. Мероприятия по снижению потерь электроэнергии..

4. Качество электроэнергии. Показатели и характеристики.

4.1. Качество электроэнергии. Показатели и характеристики.

Электромагнитная обстановка. Понятие. Влияющие факторы. Понятие электромагнитной помехи. Нормирование помех. Понятия помехоустойчивость, помеховосприимчивость. Их взаимосвязь с заключением о соответствии требованиям ГОСТ. Показатели качества электроэнергии. Состав. Причины снижения. Медленные изменения напряжения. Нормирование. Оценка соответствия. Несимметрия напряжения. Нормирование. Причины возникновения и средства компенсации. Искажение формы кривой напряжения. Нормирование. Причины возникновения и средства компенсации. Медленные изменения напряжения и фликер. Принципы возникновения. Различия. Трансформатор тока и напряжения. Схемы их включения в сетях различных классов напряжения..

5. Управление качеством электроэнергии. Средства обеспечения качества электроэнергии.

5.1. Управление качеством электроэнергии. Средства обеспечения качества электроэнергии.

Управление качеством электроэнергии. Состав мероприятий. Средства обеспечения требуемого уровня напряжения. Принципы их работы. Устройство регулирования под нагрузкой. Структурная схема. Последовательность действий при переключении на одно ответвление. Средства компенсации колебаний напряжения. Принцип компенсации.

Принципы построения схемы замещения для расчета электрической сети на высших гармониках: источники, ЛЭП, трансформаторы, нагрузка. Пассивное фильтрокомпенсирующее устройство. Схема. Принцип работы..

3.3. Темы практических занятий

1. Определение показателей качества электроэнергии, характеризующих несимметрию напряжения;
2. Определение размаха напряжения в сети;
3. Определение регулировочных ответвлений ПБВ трансформаторов 10/0,4 кВ и закона регулирования РПН питающего трансформатора;
4. Моделирование переключений в различных схемах сети. Расчет показателей надежности SAIDI, SAIFI;
5. Определение расчетной нагрузки на вводах жилых и общественных зданий, на вводах 10 кВ трансформаторных подстанций 10/0,4 кВ;
6. Определение основных параметров суточного графика нагрузки.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Системы электроснабжения. Виды, требования, принципы построения"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Характеристики электрической нагрузки. Виды, графики, расчетные значения"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Схемы систем электроснабжения. Виды, характеристики, принципы выбора."
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Качество электроэнергии. Показатели и характеристики."
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Управление качеством электроэнергии. Средства обеспечения качества электроэнергии."

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

| Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1) | Коды индикаторов | Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1) | | | | | Оценочное средство (тип и наименование) |
|--|------------------|---|---|---|---|---|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Знать: | | | | | | | |
| Особенности и область применения различных схем электроснабжения | ИД-1ПК-2 | | | + | | | Контрольная работа/Схемы систем электроснабжения. Виды, характеристики, принципы выбора |
| Виды систем электроснабжения и принципы их построения | ИД-1ПК-2 | + | | + | | | Тестирование/Системы электроснабжения. Виды, требования, принципы построения |
| Показатели качества электрической энергии и причины возникновения кондуктивных помех | ИД-1ПК-2 | | | | + | | Тестирование/Качество электроэнергии |
| Уметь: | | | | | | | |
| Определять расчетные нагрузки элементов системы электроснабжения | ИД-1ПК-2 | | + | | | | Контрольная работа/Характеристики электрической нагрузки. Виды, графики, расчетные значения |
| Выбирать оптимальные мероприятия для обеспечения качества электрической энергии | ИД-1ПК-2 | | | | | + | Контрольная работа/Управление качеством электроэнергии. Средства обеспечения качества электроэнергии |

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

6 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Качество электроэнергии (Тестирование)
2. Системы электроснабжения. Виды, требования, принципы построения (Тестирование)
3. Схемы систем электроснабжения. Виды, характеристики, принципы выбора (Контрольная работа)
4. Управление качеством электроэнергии. Средства обеспечения качества электроэнергии (Контрольная работа)
5. Характеристики электрической нагрузки. Виды, графики, расчетные значения (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №6)

В соответствии с ЛНПА МЭИ

В диплом выставляется оценка за 6 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Управление качеством электроэнергии : учебное пособие для вузов по направлению 140200 "Электроэнергетика" / И. И. Карташев, и др. ; ред. Ю. В. Шаров . – 3-е изд., перераб. и доп . – М. : Издательский дом МЭИ, 2017 . – 347 с. - ISBN 978-5-383-01074-7 .;
2. Шведов Г.В.- "Городские распределительные электрические сети", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011034.html>;
3. Шведов Г.В.- "Электроснабжение городов: электропотребление, расчетные нагрузки, распределительные сети", Издательство: "МЭИ", Москва, 2012 - (268 с.)
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383007433.html>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. Майнд Видеоконференции.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>

2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения | Номер аудитории, наименование | Оснащение |
|---|---|---|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | Г-200, Учебная аудитория | парта со скамьей, стол преподавателя, стул, трибуна, мультимедийный проектор, экран |
| | Д-400, Учебная аудитория | парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП | Д-26, Учебная аудитория каф. "ЭЭС" | кресло рабочее, стол преподавателя, стол учебный, стул, шкаф для хранения инвентаря, вешалка для одежды, экран интерактивный, мультимедийный проектор, доска маркерная, ноутбук, кондиционер, инвентарь специализированный, инвентарь учебный, учебно-наглядное пособие, канцелярский принадлежности, мел, маркер, стилус |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации | Д-26, Учебная аудитория каф. "ЭЭС" | кресло рабочее, стол преподавателя, стол учебный, стул, шкаф для хранения инвентаря, вешалка для одежды, экран интерактивный, мультимедийный проектор, доска маркерная, ноутбук, кондиционер, инвентарь специализированный, инвентарь учебный, учебно-наглядное пособие, канцелярский принадлежности, мел, маркер, стилус |
| Помещения для самостоятельной работы | НТБ-303, Компьютерный читальный зал | стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер |
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря | Д-2/9, Помещение учебно-вспомогательного персонала каф. "ЭЭС" | кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стул, шкаф, шкаф для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, многофункциональный центр, кондиционер, телевизор, книги, учебники, пособия, канцелярский принадлежности, зеркала |

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Системы электроснабжения

(название дисциплины)

6 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Системы электроснабжения. Виды, требования, принципы построения (Тестирование)
- КМ-2 Характеристики электрической нагрузки. Виды, графики, расчетные значения (Контрольная работа)
- КМ-3 Схемы систем электроснабжения. Виды, характеристики, принципы выбора (Контрольная работа)
- КМ-4 Качество электроэнергии (Тестирование)
- КМ-5 Управление качеством электроэнергии. Средства обеспечения качества электроэнергии (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 |
|---------------|--|------------|------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 3 | 4 | 5 | 7 | 8 |
| 1 | Системы электроснабжения. Виды, требования, принципы построения | | | | | | |
| 1.1 | Системы электроснабжения. Виды, требования, принципы построения | | + | | | | |
| 2 | Характеристики электрической нагрузки. Виды, графики, расчетные значения | | | | | | |
| 2.1 | Характеристики электрической нагрузки. Виды, графики, расчетные значения | | | + | | | |
| 3 | Схемы систем электроснабжения. Виды, характеристики, принципы выбора. | | | | | | |
| 3.1 | Схемы систем электроснабжения. Виды, характеристики, принципы выбора. | | + | | + | | |
| 4 | Качество электроэнергии. Показатели и характеристики. | | | | | | |
| 4.1 | Качество электроэнергии. Показатели и характеристики. | | | | | + | |
| 5 | Управление качеством электроэнергии. Средства обеспечения качества электроэнергии. | | | | | | |
| 5.1 | Управление качеством электроэнергии. Средства обеспечения качества электроэнергии. | | | | | | + |
| Вес КМ, %: | | | 10 | 25 | 25 | 10 | 30 |