

Министерство просвещения Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра энергетики и транспорта

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ДВ.02.01 «ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ В
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ»**

Направление подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль программы «Электроэнергетические системы»

Автор(ы): канд. техн. наук, доцент, В.И. Зеленцов
доцент

Одобрена на заседании кафедры энергетики и транспорта. Протокол от «10» ноября 2022 г. №4.

Рекомендована к использованию в образовательной деятельности научно-методической комиссией института ИПО РГППУ. Протокол от «14» ноября 2022 г. №3.

Екатеринбург
2022

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины «Электроэнергетические режимы в электроэнергетических системах»: подготовка специалистов, способных ставить и решать задачи по электроснабжению объектов промышленных предприятий и жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ); обучающиеся должны знать новейшие достижения в технике электроснабжения, владеть методами расчета электрических нагрузок, уметь выбирать оборудование для электроснабжения объектов предприятий и ЖКХ и определять эффективность их работы.

Задачи:

- изучить физические основы формирования режимов электропотребления, освоение основных методов расчета интегральных характеристик режимов и определения расчетных нагрузок, показателей качества электроснабжения, изучение методов достижения заданного уровня надежности оборудования и систем электроснабжения;
- сформировать у обучаемых готовность к конструированию содержания учебного материала по темам, связанным с электроснабжением потребителей и эффективностью их работы.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Электроэнергетические режимы в электроэнергетических системах» относится к дисциплинам по выбору учебного плана.

Для изучения учебной дисциплины необходимы знания, умения и владения, формируемые следующими дисциплинами:

1. Современные электроэнергетические системы.
2. Методы исследования электроэнергетических сетей и систем.

Перечень учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и владения, формируемые данной учебной дисциплиной:

1. Управление качеством электроэнергии.
2. Современные методы проектирования электроэнергетических и технологических объектов.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:

- ПК-2 Способен определять эффективные режимы работы объектов профессиональной деятельности, планировать и управлять режимами работы объектов профессиональной деятельности;



- ПК-3 Способен проектировать объекты профессиональной деятельности и организовывать работу по их проектированию;
- ПК-4 Способен осуществлять организацию, управлять деятельностью и выполнять работы по эксплуатации и ремонту объектов профессиональной деятельности.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

Знать:

31. Принципы отбора содержания обучения по общепрофессиональным дисциплинам и профессиональным модулям, связанным с электроснабжением объектов промышленных предприятий и жилищно-коммунального хозяйства;

32. Знать физические основы формирования режимов электропотребления, методы и практические приемы расчета электрических нагрузок отдельных элементов и систем электроснабжения в целом, методы выбора и расстановки компенсирующих и регулирующих устройств.

Уметь:

У1. Уметь рассчитывать интегральные характеристики режимов, показатели качества электроэнергии, показатели уровня надежности электроснабжения;

У2. Уметь составлять расчетные схемы замещения для расчета интегральных характеристик режимов, показателей качества электроэнергии, надежности;

У3. Конструировать содержание общепрофессиональных дисциплин и профессиональных модулей, связанных с электроснабжением потребителей разной категории надежности.

Владеть:

В1. Владеть навыками практического выбора параметров оборудования систем электроснабжения и выбора параметров регулирующих и компенсирующих устройств, схем электроснабжения объектов различного назначения.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Объем дисциплины и виды контактной и самостоятельной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 час.), семестр изучения – 2, распределение по видам работ представлено в табл. № 1.

Таблица 1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ

| | |
|------------|------------------|
| Вид работы | Форма обучения |
| | очная |
| | Семестр изучения |
| | 2 сем. |
| | Кол-во часов |



| | |
|---|--------|
| Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану | 108 |
| Контактная работа, в том числе: | 48 |
| Лекции | 16 |
| Практические занятия | 16 |
| Лабораторные работы | 16 |
| Самостоятельная работа студента | 60 |
| Промежуточная аттестация, в том числе: | |
| Зачет с оценкой | 2 сем. |

**Распределение трудоемкости по видам контактной работы для заочной формы обучения (при наличии) корректируется в соответствии с учебным планом заочной формы обучения.*

4.2 Содержание и тематическое планирование дисциплины

Таблица 2. Тематический план дисциплины

| Наименование разделов и тем дисциплины (модуля) | Сем. | Всего, час. | Вид контактной работы, час. | | | СРС |
|---|------|-------------|-----------------------------|----------------|-------------|-----|
| | | | Лекции | Практ. занятия | Лаб. работы | |
| 1. Электрические параметры электроэнергетических систем. | 2 | 6 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 2. Структура потребителей и понятие о графиках их электрических нагрузок. | 2 | 7 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| 3. Характеристики графиков нагрузки элементов систем электроснабжения. | 2 | 6 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 4. Показатели графиков электрических нагрузок. | 2 | 7 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| 5. Расчетные графики нагрузки промышленных электрических сетей. | 2 | 6 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 6. Расчетные графики нагрузки городских электрических сетей. | 2 | 7 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| 7. Параметры режимов электрических систем. | 2 | 6 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 8. Основные потребители реактивной мощности на промышленных предприятиях. | 2 | 7 | 1 | 1 | 1 | 4 |



| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 9. Размещение КУ в системах электроснабжения промышленных предприятий. | 2 | 6 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 10. Влияние КУ на параметры режимов электрических сетей. | 2 | 7 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| 11. Выбор и проверка выключателей, предохранителей, разъединителей, короткозамыкателей, отделителей и реакторов. | 2 | 6 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 12. Выбор и проверка трансформаторов тока и трансформаторов напряжения. | 2 | 7 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| 13. Режимы работы нейтрали в установках до 1кВ и выше 1кВ. | 2 | 6 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 14. Источники питания и пункты приема электроэнергии объектов на напряжении выше 1кВ. Требования к надежности электроснабжения. | 2 | 6 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 15. Схемы городских распределительных сетей напряжением до 1 кВ. | 2 | 3 | - | - | - | 3 |
| 16. Схемы электрических соединений подстанций и конструктивное выполнение ТП. | 2 | 6 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 17. Основные и дополнительные показатели качества электроэнергии. | 2 | 3 | - | - | - | 3 |
| 18. Влияние качества электроэнергии на работу электроприемников. | 2 | 6 | 1 | 1 | 1 | 3 |

**Распределение часов по разделам (темам) дисциплины для заочной формы обучения осуществляется научно-педагогическим работником, ведущим дисциплину.*

4.3 Содержание разделов (тем) дисциплин

Раздел 1. Электрические параметры электроэнергетических систем.

Общая характеристика систем электроснабжения городов и промышленных предприятий. Параметры элементов сети и параметры ее режимов. Возможные режимы работы электрических систем. Управление электроэнергетическими системами.

Раздел 2. Структура потребителей и понятие о графиках их электрических нагрузок.

Основные группы потребителей электроэнергии. Режимы работы групп потребителей. Преимущества объединения электроэнергетических систем. Применение устройств релейной защиты и автоматики. Принцип работы АВР.



Раздел 3. Характеристики графиков нагрузки элементов систем электроснабжения.

Определение электрических нагрузок на всех ступенях электрических сетей. Выбор средств компенсации реактивной мощности, устройств регулирования напряжения, релейной защиты и автоматики электрических сетей. Графики электрических нагрузок. Режимы работы электроприемников. Индивидуальные и групповые графики электроприемников.

Раздел 4. Показатели графиков электрических нагрузок.

Показатели индивидуальных и групповых графиков. Коэффициент использования по активной мощности, реактивной мощности и току. Коэффициент включения, коэффициент загрузки электроприемника. Коэффициент формы графика нагрузки. Коэффициент заполнения графика. Коэффициент энергоиспользования. Коэффициент одновременности максимумов нагрузки.

Раздел 5. Расчетные графики нагрузки промышленных электрических сетей.

Нагрузочная способность электрооборудования. Нагревание проводов и кабелей. Понятие электрической нагрузки. Расчет электрических нагрузок по коэффициенту расчетной активной мощности. Порядок определения расчетной нагрузки элемента сети, питающей группу электроприемников напряжением до 1 кВ. Определение пиковых нагрузок. Расчетная нагрузка электроприемников напряжением выше 1 кВ. Расчет электрической нагрузки предприятия.

Раздел 6. Расчетные графики нагрузки городских электрических сетей.

Расчетные электрические нагрузки общественных зданий. Расчетные электрические нагрузки городских сетей напряжением 6... 10 кВ и центров питания.

Раздел 7. Параметры режимов электрических систем.

Реактивная и полная мощность. Баланс активных и реактивных мощностей. Исходные положения по компенсации реактивной мощности в системах электроснабжения промышленных предприятий.

Раздел 8. Основные потребители реактивной мощности на промышленных предприятиях.

Основные виды электроприемников различного технологического назначения, электропотребители разных отраслей промышленности, характер их нагрузок и особенности режимов работы. Источники реактивной мощности (компенсирующие устройства). Силовые конденсаторы.

Раздел 9. Размещение КУ в системах электроснабжения промышленных предприятий.



Условие баланса реактивной мощности на шинах вторичного напряжения главной понижающей подстанции. Установка конденсаторных батарей. Регулирование мощности компенсирующих устройств.

Раздел 10. Влияние КУ на параметры режимов электрических сетей.

Уменьшение полных мощностей и токов. Снижение нагрузочных потерь мощности, напряжения

Раздел 11. Выбор и проверка выключателей, предохранителей, разъединителей, короткозамыкателей, отделителей и реакторов.

Выбор и проверка предохранителей напряжением выше 1кВ. Выбор и проверка разъединителей, отделителей, короткозамыкателей. Выбор и проверка реакторов.

Раздел 12. Выбор и проверка трансформаторов тока и трансформаторов напряжения.

Технические данные трансформаторов. Отличительные особенности трансформаторов тока и напряжения. Схемы включения трансформаторов.

Раздел 13. Режимы работы нейтрали в установках до 1кВ и выше 1кВ.

Заземление нейтралей. Электротехнические установки напряжением выше 1кВ разделяются на установки с большими токами замыкания на землю и установки с малыми токами замыкания на землю. Выбор режима нейтрали.

Раздел 14. Источники питания и пункты приема электроэнергии объектов на напряжении выше 1кВ. Требования к надежности электроснабжения.

Категории приемников электрической энергии в отношении обеспечения надежности электроснабжения. Типы электроподстанций. Принципы выбора схемы распределения электроэнергии. Схемы подключения источников питания.

Раздел 15. Схемы городских распределительных сетей напряжением до 1 кВ.

Схемы цеховых электрических сетей напряжением до 1кВ. Схемы осветительных сетей. Схемы питания освещения зданий. Питание от отдельностоящих подстанций. Питание аварийного и эвакуационного освещения.

Раздел 16. Схемы электрических соединений подстанций и конструктивное выполнение ТП.

Принципы выбора схем электроподстанций. Схемы с двумя системами шин. Схемы распределительных подстанций напряжением выше 1кВ. Схемы трансформаторных подстанций напряжением 6...10/0,4...0,66 кВ. Присоединение трансформаторных подстанций к линиям напряжением 6... 10кВ для питания



городских потребителей. Схемы распределительных подстанций на напряжении до 1кВ. Конструктивное выполнение трансформаторных подстанций.

Принципы компоновки и размещения трансформаторных и распределительных подстанций. Комплектные распределительные устройства напряжением выше 1кВ. Внутренние распределительные устройства. Открытые распределительные устройства напряжением до 220 кВ. Комплектные трансформаторные подстанции. Примеры выполнения подстанций напряжением 6... 10/0,4...0,66кВ.

Раздел 17. Основные и дополнительные показатели качества электроэнергии.

Отклонение частоты и причины его возникновения. Отклонение напряжения. Колебания напряжения. Несинусоидальность напряжения. Провал напряжения. Несимметрия напряжения. Импульсное напряжение. Временное перенапряжение.

Раздел 18. Влияние качества электроэнергии на работу электроприемников.

Влияние отклонения частоты в энергосистеме на работу электроприемников. Влияние отклонения напряжения на работу электроприемников. Влияние колебаний напряжения на работу электроприемников.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для изучения дисциплины используются различные образовательные технологии:

1. Традиционные образовательные технологии представлены комбинацией объяснительно-иллюстративного и репродуктивного методов обучения. Осуществляются с использованием информационных лекций, семинаров, практических занятий или лабораторных работ. При использовании данных методов деятельность учащегося направлена на получение теоретических знаний и формирования практических умений по дисциплине.

2. Для организации процесса обучения и самостоятельной работы используются информационно-коммуникационные образовательные технологии, представленные в виде педагогических программных средств и электронной информационно-образовательной среды (ЭИОС). Технологии расширяют возможности образовательной среды, как разнообразными программными средствами, так и методами развития креативности обучаемых. К числу таких программных средств относятся моделирующие программы, поисковые, интеллектуальные обучающие, экспертные системы, программы для проведения деловых игр.

3. Технология обучения в сотрудничестве применяются при проведении семинарских, практических и лабораторных занятий, нацелены на совместную



работу в командах или группах и достижение качественного образовательного результата.

4. При реализации образовательной программы с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения:

- состав видов контактной работы по дисциплине (модулю), при необходимости, может быть откорректирован в направлении снижения доли занятий лекционного типа и соответствующего увеличения доли консультаций (групповых или индивидуальных) или иных видов контактной работы;

- информационной основой проведения учебных занятий, а также организации самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) являются представленные в электронном виде методические, оценочные и иные материалы, размещенные в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) университета, в электронных библиотечных системах и открытых Интернет-ресурсах;

- взаимодействие обучающихся и педагогических работников осуществляется с применением ЭИОС университета и других информационно-коммуникационных технологий (видеоконференцсвязь, облачные технологии и сервисы, др.);

- соотношение контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю) может быть изменено в сторону увеличения последней, в том числе самостоятельного изучения теоретического материала.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1 Основная литература

1. Фролов, Ю.М. Основы электроснабжения [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю.М. Фролов, В.П. Шелякин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 432 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4544>. — Загл. с экрана.

2. Коробов, Г.В. Электроснабжение. Курсовое проектирование [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г.В. Коробов, В.В. Картавцев, Н.А. Черемисинова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 192 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/44759>. — Загл. с экрана.

3. Малафеев, С.И. Надежность электроснабжения [Электронный ресурс] : учеб. пособие / С.И. Малафеев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 368 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/91070>. — Загл. с экрана.

4. Данилов М. И., Романенко И. Г. Инженерные системы зданий и сооружений (электроснабжение с основами электротехники) : учебное пособие. - Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2015. - 223 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63087>.

5. Гордеев-Бургвиц М. А. Общая электротехника и электроснабжение : учебное пособие. - Москва : Московский государственный строительный университет, 2017. - 470 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65651>.



6. Семенова Н. Г., Раимова А. Т. Электроснабжение с основами электротехники. Часть 1 : учебное пособие. - Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2016. - 142 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69976>.

7. Абрамович Б. Н., Жуковский Ю. Л., Сычев Ю. А., Устинов Д. А. Электроснабжение предприятий : учебное пособие. - Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский горный университет, 2015. - 297 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71713>.

6.2 Дополнительная литература

1. Электроснабжение сельского хозяйства. Практикум [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Минск : Новое знание, 2013. — 516 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/49458>. — Загл. с экрана.

2. Щербаков, Е.Ф. Электроснабжение и электропотребление в строительстве [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Е.Ф. Щербаков, Д.С. Александров, А.Л. Дубов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 512 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/9469>. — Загл. с экрана.

3. Титков, В. В. Перенапряжения и молниезащита : учебное пособие / В. В. Титков, Ф. Х. Халилов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-5819-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/145845>

6.3 Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Интернет-ресурсы:

1. Публичная электронная библиотека. Режим доступа: <http://gpntb.ru>

2. Научная электронная библиотека. Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

3. Электронная библиотека. Режим доступа: <http://stratum.pstu.as.ru>

Программное обеспечение:

1. Офисная система Office Professional Plus.

2. Операционная система Windows.

Информационные системы и платформы:

1. Система дистанционного обучения «Moodle».

2. Информационная система «Таймлайн».

3. Платформа для организации и проведения вебинаров «Mirapolis Virtual Room».



7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Перечень материально-технического обеспечения для реализации образовательного процесса по дисциплине:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа.
2. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского (практического) типа, проведения групповых и индивидуальных консультаций, проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.
3. Лаборатория проектирования энергосистем
Учебная аудитория для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.
4. Помещения для самостоятельной работы.

