Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 18.09.2025 14:22:21
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
**(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Факультет Урбанистики и городского хозяйства

УТВЕРЖДЕНО
Декан Факультета урбанистики и
городского хозяйства
_____ К.И. Лушин
27 февраля 2025 года

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# «Электроэнергетические системы и сети»

Направление подготовки
**13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»**

Профиль
**«Электроснабжение»**

Квалификация
**бакалавр**

Формы обучения
**заочная**

Москва, 2025 г.

**Разработчик(и):**
Заведующий кафедрой «Электрооборудование
и промышленная электроника»,
к.т.н., доцент  /А.Н. Шишков/

**Согласовано:**
Заведующий кафедрой «Электрооборудование
и промышленная электроника»,
к.т.н., доцент  /А.Н. Шишков/

Руководитель образовательной программы,
к.т.н., доцент  /А.Н. Шишков/

# Содержание

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети»....4
2 Место дисциплины в структуре образовательной программы....4
3 Структура и содержание дисциплины....4
3.1 Виды учебной работы и трудоемкость....4
3.2 Тематический план изучения дисциплины....5
3.3 Содержание дисциплины....5
3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий....6
3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)....6
4 Учебно-методическое и информационное обеспечение....6
4.1 Нормативные документы и ГОСТы....6
4.2 Основная литература....6
4.3 Дополнительная литература....7
4.4 Электронные образовательные ресурсы....7
4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение....7
4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы....7
5 Материально-техническое обеспечение....8
6 Методические рекомендации....8
6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения....8
6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины....8
7 Фонд оценочных средств....9
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения....9
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения....9
7.3 Оценочные средства....10

# 1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети»

**Целью изучения** дисциплины является формирование у студентов знаний в области передачи и распределения электрической энергии и расчёта режимов электроэнергетических сетей

**Задачи изучения** дисциплины:

ознакомление с конструкциями линий электрических сетей; основные источники питания электроэнергией; изучение схем замещения воздушных и кабельных линий, трансформаторов и автотрансформаторов; знакомство с характеристиками нагрузок потребителей; балансы активной и реактивной мощности электроэнергетических систем; изучение методов расчёта режимов электрических сетей для нормальных и послеаварийных ситуаций; регулирование и оптимизация параметров режимов сети; регулирование частоты; основы компенсации реактивных нагрузок; проектирование элементов электрических сетей питающих энергосистем, включая выбор схемных решений, параметров основного электрооборудования; изучение практических возможностей использования вычислительной техники для проектирования, расчётов и управления систем.

**Планируемые результаты обучения, соотнесенные с установленными в ОПОП ВО индикаторами достижения компетенций.**

Обучение по дисциплине **«Электроэнергетические системы и сети»** направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

| Код и наименование компетенций | Индикаторы достижения компетенции |
|---|---|
| **ПК-1.** Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности | ИПК-1.1. Использует основные методы анализа режимов электрической сети<br>ИПК-1.2. Рассчитывать параметры режимов электрических сетей<br>ИПК-1.3. Владеет способами расчёта режима работы трансформатора |

# 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами ООП:

- теоретические основы электротехники;
- качество электроэнергии в системах электроснабжения;
- перенапряжения в системах электроснабжения;
- электроснабжение промышленных предприятий и городов.

# 3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц (144 академических часов).

## 3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

(по формам обучения)

3.1.1 Заочная форма обучения

| № п/п | Вид учебной работы | Количество часов | Семестр 6 |
|---|---|---|---|
| **1** | **Аудиторные занятия** | **16** | **16** |
| | В том числе: | | |
| 1.1 | Лекции | 8 | 8 |
| 1.2 | Семинарские/практические занятия | - | - |
| 1.3 | Лабораторные занятия | 8 | 8 |
| **2** | **Самостоятельная работа** | **128** | **128** |
| | В том числе: | | |
| 2.1 | Оформление отчётов по лабораторным работам и подготовка к их защите. | 48 | 48 |
| 2.2 | Обучение в системе LMS | 40 | 40 |
| 2.3 | Подготовка к промежуточной аттестации | 40 | 40 |
| **3** | **Промежуточная аттестация** | | |
| | Зачет/диф.зачет/экзамен | | **Экзамен** |
| | **Итого** | **144** | **144** |

### 3.2 Тематический план изучения дисциплины

| № п/п | Разделы/темы дисциплины | Трудоемкость, час | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Всего | Аудиторная работа | | | | Самостоятельная работа |
| | | | Лекции | Семинарские/ практические занятия | Лабораторные занятия | Практическая подготовка | |
| **1** | **Раздел 1. Общие сведения об энергетических системах и сетях** | **72** | **4** | **-** | **4** | | **64** |
| 1.1 | Тема 1. Конструкции линий электрических сетей | 22 | 2 | - | - | | 20 |
| 1.2 | Тема 2. Характеристики и параметры элементов электрической сети. | 50 | 2 | - | 4 | | 44 |
| **2** | **Раздел 2. Методы расчёта** | **72** | **4** | **-** | **4** | | **64** |
| 2.1 | Тема 1. Методы расчёта режима электрической сети | 50 | 2 | - | 4 | | 44 |
| 2.2 | Тема 2. Расчёт режимов разомкнутых и простейших замкнутых сетей | 22 | 2 | - | - | | 20 |
| **Итого** | | **144** | **8** | **-** | **8** | | **128** |

### 3.3 Содержание дисциплины

**Раздел 1. Общие сведения об энергетических системах и сетях**

**Тема 1. Конструкции линий электрических сетей**

Материалы, применяемые для изготовления проводов, и конструкция проводов. Изоляторы воздушных линий. Арматура воздушных линий. Конструкции опор. Кабельные линии. Внутренняя проводка. Токопроводы и шинопроводы. Трансформаторы.

**Тема 2. Характеристики и параметры элементов электрической сети**

Схемы замещения и параметры линий электропередач. Расчет параметров ЛЭП с расщепленными параметрами. Особенности расчета параметров электропередачи со стальными проводами. Схемы замещения трансформаторов.

**Раздел 2. Методы расчёта**

**Тема 1. Методы расчёта режима электрической сети**

Задачи расчета режима сети. Расчетные схемы и расчетные нагрузки электрической сети. Расчет параметров участка передачи. Расчет параметров режима участка передачи с использованием векторной диаграммы. Аналитические методы расчета параметров режима звена передачи.

**Тема 2. Расчёт режимов разомкнутых и простейших замкнутых сетей**

Расчет режима районной разомкнутой сети. Расчет установившегося режима для сетей с напряжением 110 кВ. Расчет режима местной электрической сети. Расчет режима сети с равномерной распределенной нагрузкой. Расчет режима кольцевой сети. Расчет режима местной кольцевой сети. Расчет режима однородной электрической сети.

### 3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

#### 3.4.1 Семинарские/практические занятия - нет

#### 3.4.2 Лабораторные занятия

**Лабораторная работа №1.** Характеристики и параметры элементов электрической сети;

**Лабораторная работа №2.** Методы расчёта режима элемента электрической сети.

### 3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ) - нет

## 4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

### 4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. Свод правил «Электротехнические устройства» СП 76.13330.2016. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов.

2. ПУЭ 7. Правила устройства электроустановок. Издание седьмое. Утверждены Приказом Минэнерго России от 08.07.2002 № 204.

3. ГОСТ 2933–83. Аппараты электрические низковольтные. Методы испытаний.

4. ГОСТ IEC 60947-1-2014. Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 1.

5. ГОСТ 30331.1–2013 (IEC 60364–1:2005) Электроустановки низковольтные. Часть 1. Основные положения, оценка общих характеристик, термины и определения.

### 4.2 Основная литература

1. Комиссарова, Е. Д. Передача и распределение электрической энергии [Текст] Ч. 1 учеб. пособие для самостоят. работы Е. Д. Комиссарова, А. В. Коржов; под ред. Е. Д. Комиссаровой; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электр. станции, сети и системы; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2007. - 139, [1] с. ил. электрон. версия

### 4.3 Дополнительная литература

1. Фадеева, Г.А. Проектирование распределительных электрических сетей: учеб. пособие / Г.А. Фадеева, В.Т. Федин; под общ. ред. В.Т. Федина. - Минск: Выш. шк., 2009. - 365 с.

### 4.4 Электронные образовательные ресурсы

Проведение занятий и аттестаций возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по всем разделам программы:

| Название ЭОР | Ссылка |
|---|---|
| Электрические сети | https://online.mospolytech.ru/local/crw/course.php?id=12673 |

Разработанный ЭОР включают промежуточный и итоговый тесты.

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

Каждый студент обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронным библиотекам университета (http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog).

Ссылка на электронную библиотеку:
https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=7621&section=1

### 4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. МойОфис – российская компания-разработчик безопасных офисных решений для общения и совместной работы с документами (Альтернатива MS Office) https://myoffice.ru/
2. Платформа nanoCAD – это российская платформа для проектирования и моделирования объектов различной сложности. Поддержка форматов *.dwg и IFC делает ее отличным решением для совмещения САПР- и BIM-технологий. Функционал платформы может быть расширен с помощью специальных модулей https://www.nanocad.ru/support/education/.

### 4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Российская национальная библиотека http://www.nlr.ru
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» https://biblioclub.ru/index.php
3. Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru
4. Российская государственная библиотека http://www.rsl.ru
5. Образовательная платформа ЮРАЙТ http://www.urait.ru
6. «Техэксперт» – справочная система, предоставляющая нормативно-техническую, нормативно-правовую информацию https://техэксперт.сайт/
7. Электротехническая библиотека «Элек.ру» https://www.elec.ru/library/info/
8. Netelectro. Новости электротехники, оборудование. Информация о компаниях и выставках, статьи, объявления. https://netelectro.ru/
9. Электроцентр. http://electrocentr.info/

# 5 Материально-техническое обеспечение

Для проведения лекционных занятий используются аудитории, оснащенные компьютерами и интерактивной доской, мультимедийным проекторам и экранам: В-307 и аудитории общего фонда. Для проведения лабораторных работ используется аудитория: В-307 и аудитории в Инновационно-образовательном комплексе «Техноград», который расположен на территории ВДНХ.

# 6 Методические рекомендации

## 6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1 Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями «Положения об организации образовательного процесса в Московском политехническом университете и его филиалах», утверждённым ректором университета.

6.1.2 На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД).

6.1.3 Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

- виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО Московского Политеха);
- виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;
- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД.

6.1.4 Преподаватель доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5 Преподаватель рекомендует студентам основную и дополнительную литературу.

6.1.6 Преподаватель предоставляет перед промежуточной аттестацией (экзаменом или зачётом) список вопросов для подготовки.

6.1.7 Преподаватели, которые проводят лекционные и практические (семинарские) занятия, согласуют тематический план практических занятий, чтобы использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины.

6.1.8 Целесообразно в ходе защиты лабораторных работ задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО Московского Политеха).

6.1.9 Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

## 6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

6.2.1 Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

6.2.2 При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (СДО Московского Политеха), как во время контактной работы с преподавателем, так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

6.2.3 К промежуточной аттестации допускаются только обучающиеся, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины (РПД).

# 7 Фонд оценочных средств

## 7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

**Форма промежуточной аттестации в шестом семестре: экзамен.**

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети»: выполнили и защитили лабораторные работы, а также выполнили тестовые задания в системе LMS.

## 7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации **«экзамен»** и их описание:

| ***Шкала оценивания*** | ***Критерий оценивания*** |
|---|---|
| *Отлично* | *Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.* |
| *Хорошо* | *Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.* |

| | |
|---|---|
| *Удовлетворительно* | *Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.* |
| *Неудовлетворительно* | *Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.* |

## 7.3 Оценочные средства

### 7.3.1 Текущий контроль

1. Оформление отчетов и защита лабораторных работ.
2. Выполнение промежуточного и итогового тестирования по основным разделам дисциплины в системе LMS.

### 7.3.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в форме письменного **экзамена** с последующим собеседованием по материалам ответа.

Экзаменационный билет содержит два вопроса. Список вопросов, выносимых на экзамен, выдается студентам на первом занятии. Для подготовки и написания ответа на билет студенту выделяется 40 минут. В процессе проведения собеседования студенту могут быть заданы дополнительные вопросы, не выходящие за рамки изученного курса.

**Вопросы к экзамену:**

1. Как изменяется индуктивное сопротивление линии при увеличении расстояния между проводами?
2. Какие мероприятия предусматриваются для снижения потерь мощности на корону?
3. Что такое зарядная мощность линии?
4. Для чего необходимо расщепление проводов в фазе?
5. В чём заключается разница при расчёте сопротивлений трёхобмоточного трансформатора и автотрансформатора?
6. Как изменяются сопротивления трансформаторов и потери мощности в них с ростом номинального напряжения?
7. В чём состоит различие между падением и потерей напряжения?
8. Чем различаются продолная и поперечная составляющие напряжения и как они выражаются через потоки мощности в линии?
9. При каких заданных условиях расчёт режима сети производится точно?
10. Как провести расчёт режима приближённым методом?
11. Преимущества кольцевой сети по сравнению с разомкнутой?
12. Как определить точку потокораздела?
13. Для линии с двусторонним питанием как определить наибольшую потерю напряжения в нормальном и послеаварийном режиме?

14. Как разнести нагрузку из узла и как вернуть её в узел?
15. Чем обусловлена допустимая температура для проводов и кабелей?
16. Что такое допустимый ток для проводов и кабелей и отчего он зависит?
17. Как выбирается сечение проводов и кабелей по допустимому току?
18. Что такое плавкие предохранители и по каким условиям производится их выбор?
19. Как согласуется номинальный ток плавкой вставки с допустимым током для двигателя и осветительной сети?
20. Каковы особенности выработки реактивной мощности на электростанциях?
21. Виды компенсирующих устройств
22. В чём сущность метода экономических интервалов?
23. Как осуществляется проверка экономических сечений на техническую допустимость?