

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ))



Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
базового высшего образования
по специальности
23.05.05 Системы обеспечения движения поездов,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Электрические сети и энергосистемы

Специальность: 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

Специализация: Электроснабжение железных дорог

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде электронного документа выгружена из единой корпоративной информационной системы управления университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)
ID подписи: 3221
Подписал: заведующий кафедрой Шевлюгин Максим Валерьевич
Дата: 04.06.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения учебной дисциплины «Электрические сети и энергосистемы» являются:

- формирование у студентов необходимых знаний об электрическом взаимодействии всех элементов системы электроснабжения, на основе глубокого изучения физической сущности процессов и режимов работы;
- освоение современных методов расчета и проектирования системы электроснабжения.

Задачами освоения учебной дисциплины «Электрические сети и энергосистемы» являются:

- сформировать у обучающихся представление о работе энергосистемы;
- ознакомиться с основным оборудованием распределительных сетей;
- сформировать навыки выбора электрического оборудования;
- овладеть основами расчета установившихся режимов электрических сетей;
- ознакомиться с методами регулирования напряжения в электроэнергетической системе.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

ПК-1 - Способен организовывать и выполнять работы по монтажу, эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и модернизации объектов системы электроснабжения на основе знаний об особенностях функционирования её основных элементов и устройств, а так же правил технического обслуживания и электробезопасности;

ПК-2 - Способен осуществлять организационно-техническое, административно-правовое и финансово-экономическое регулирование процессов передачи электроэнергии потребителям с соблюдением критериев надежности электроснабжения, параметров качества электроэнергии и её эффективного использования и экономного расходования.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

Знать:

- Закономерности функционирования электрических сетей и энергосистем

- Основные параметры элементов электроэнергетических систем и сетей

Уметь:

- Рассчитывать потери электрической энергии в электрических сетях
- Рассчитывать технико-экономические показатели работы электрических сетей и выбрать рациональный вариант

Владеть:

- Навыками моделирования работы электрических сетей
- Навыками расчета по определению режимов электрической сети

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 5 з.е. (180 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

| Тип учебных занятий | Количество часов | |
|---|------------------|------------|
| | Всего | Семестр №4 |
| Контактная работа при проведении учебных занятий (всего): | 80 | 80 |
| В том числе: | | |
| Занятия лекционного типа | 32 | 32 |
| Занятия семинарского типа | 48 | 48 |

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 100 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

4. Содержание дисциплины (модуля).

4.1. Занятия лекционного типа.

| № п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание |
|-------|--|
| 1 | Общие сведения о энергосистеме Рассматриваемые вопросы: - принципиальная схема ТЭС; - принципиальная схема генератора и трансформатора; - организация производства, передачи и потребления электрической энергии; - основные понятия по ПУЭ и ПТЭЭП. |
| 2 | Электрические сети в конструктивном исполнении. Рассматриваемые вопросы: - классификация электрических сетей; - конструктивная часть ВЛ; - особенность работы сетей с малыми токами замыкания на землю; - классификация опор ВЛ. |
| 3 | Схема замещения ЛЭП Рассматриваемые вопросы: - П-образная схема замещения ЛЭП; - активное сопротивление; - индуктивное сопротивление; - активная проводимость; - емкостная проводимость; - транспозиция линий; - упрощения для схема замещения ЛЭП. |
| 4 | Параметры схемы замещения двухобмоточных трансформаторов. Рассматриваемые вопросы: - условные обозначения в схемах трансформаторов; - паспортные данные трансформатора; - опыт холостого хода; - опыт короткого замыкания. |
| 5 | Представление нагрузки в схемах замещения. Рассматриваемые вопросы: - представление нагрузки в виде постоянного тока; - представление нагрузки в виде мощности; - представление нагрузки в виде проводимости или сопротивления; - статические характеристики нагрузки по напряжению и частоте. |
| 6 | Потери мощности и энергии в электрических сетях. Рассматриваемые вопросы: - потери мощности в линиях; - разбор задачи: определить потери мощности в ЛЭП 35кВ длиной 20км, питающей нагрузку 10МВА; - расчет режима ЛЭП при заданном токе нагрузки. |
| 7 | Расчет режима ЛЭП при заданной мощности нагрузки. Падение и потеря напряжения. Рассматриваемые вопросы: - расчет режима ЛЭП в два этапа; |

| № п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание |
|----------|---|
| | - разбор задачи: определение напряжения в конце линии по данным начала участка; - падение и потеря напряжения. |
| 8 | Потери мощности в трансформаторах. Рассматриваемые вопросы: - потери мощности в двухобмоточных трансформаторах; - коэффициент трансформации; - потери мощности в трехобмоточных трансформаторах; |
| 9 | Расчет сети при заданных мощностях нагрузки и напряжении Рассматриваемые вопросы: - Расчет сети из двух последовательных линий при заданных мощностях нагрузки и напряжений в конце линии - Расчет разомкнутой сети при заданных мощностях нагрузки и напряжении в начале линии (источника питания) - Расчетная нагрузка подстанции. Определение наибольшей потери напряжения. |
| 10 | Расчет замкнутых сетей Рассматриваемые вопросы: - распределение потоков мощности в простой замкнутой сети без учета потерь мощности. |
| 11 | Компенсация реактивной мощности Рассматриваемые вопросы: - установка продольной емкостной компенсации - компенсирующие устройства поперечного включения |
| 12 | Качество электрической энергии. Рассматриваемые вопросы: - ГОСТ 32144-2013 ; - показатели качества электрической энергии; - влияние потребителей электрической энергии на качество электроэнергии; - способы поддержания качества в пределах нормы. |
| 13 | Регулирование напряжения в электрических сетях Рассматриваемые вопросы: - регулирование напряжения под нагрузкой и переключение без возбуждения трансформаторов; - регулирование напряжения путем поперечной компенсации реактивной мощности с помощью конденсаторной батареи; - регулирование напряжения путем продольной компенсации реактивного сопротивления линии. |
| 14 | Вопросы устойчивости электрических систем. Рассматриваемые вопросы: - режимы работы электрических сетей; - требования к работе систем энергоснабжения; - динамическая устойчивость; - статическая устойчивость. |
| 15 | Высоковольтное оборудование подстанций. Рассматриваемые вопросы: - организация работы распределительных сетей; - принципиальные различия основных коммутационных аппаратов |

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

| № п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание |
|-------|---|
| 1 | Измерение режимных параметров установившегося режима электрической сети с односторонним питанием. Рассматриваемые вопросы: - изучение факторов, влияющих на значения режимных параметров линии электропередачи; - изучение методики расчета установившихся режимов; - сопоставление расчетных и экспериментальных данных. |
| 2 | Измерение параметров установившегося режима электрической сети с двусторонним питанием. Рассматриваемые вопросы: - исследование параметров линий электропередач на величины режимных параметров в кольцевой сети; - исследование параметров нагрузки на величины режимных параметров в кольцевой сети;. |
| 3 | Регулирование напряжения и перетоков реактивной мощности в распределительных сетях Рассматриваемые вопросы: - исследование возможности регулирования напряжений по линиям электропередач кольцевых сетей и использованием источников реактивной мощности; - исследование перетоков реактивных мощностей по линиям электропередач кольцевых сетей и использованием источников реактивной мощности;. |
| 4 | Регулирование напряжения путем продольной компенсации реактивного сопротивления линии Рассматриваемые вопросы: - изучение влияния продольной емкостной компенсации на величину напряжений в узлах распределительной сети. |
| 5 | Регулирование напряжения путем поперечной компенсации реактивной мощности с помощью конденсаторных батарей. Рассматриваемые вопросы: - изучение влияния поперечной емкостной компенсации на величину напряжений в узлах распределительной сети. |
| 6 | Влияние активной нагрузки на уровень напряжения в сети. Рассматриваемые вопросы: - изучение влияния величины напряжения на величину мощность, потребляемую, активной нагрузкой. |
| 7 | Влияние емкостной нагрузки на изменение напряжения в сети. Рассматриваемые вопросы: - изучение влияния величины напряжения на величину мощность, потребляемую, емкостной нагрузкой. |
| 8 | Влияние индуктивной нагрузки на изменение напряжения в сети. Рассматриваемые вопросы: - изучение влияния величины напряжения на величину мощность, потребляемую, индуктивной нагрузкой. |

Практические занятия

| № п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание |
|-------|---|
| 1 | Система электроснабжения. Рассматриваемые вопросы: - производство, передача и распределение электроэнергии; |

| № п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание |
|----------|--|
| | - мощность полная, активная, реактивная; - номинальная мощность трансформаторов |
| 2 | Компановка трансформаторной подстанции. Рассматриваемые вопросы: - распределительные устройства подстанций; - высоковольтное оборудование; - низковольтное оборудование; - примеры работы распределительных сетей; - типы трансформаторных подстанций. |
| 3 | Технологическое присоединение к электрическим сетям. Рассматриваемые вопросы: - 3 условия заключения договора технологического присоединения; - понятия мощности расчетной и установленной. |
| 4 | Категории надежности энергоснабжения Рассматриваемые вопросы: - 3 категории надежности энергоснабжения; - источник бесперебойного питания; - дизель-генераторная установка; - возможное время отключения потребителей. |
| 5 | Выбор высоковольтного оборудования Рассматриваемые вопросы: - выключатель нагрузки, высоковольтный выключатель, разъединитель; - взаимнорезервирующие источники питания; - коэффициент мощности; - выбор трансформатора. |
| 6 | Параметры линии электропередачи. Рассматриваемые вопросы: - схема замещения ВЛ; - решение задач по определению параметров схемы замещения высоковольтных линий. |
| 7 | Параметры схемы замещения трансформаторов. Рассматриваемые вопросы: - паспортные данные трансформаторов; - аббревиатура в наименовании трансформаторов; - решение задач по определению параметров схемы замещения трансформаторов. |
| 8 | Работа трансформаторов в параллель. Рассматриваемые вопросы: - изменение параметров схемы замещения трансформаторов при параллельной работе нескольких трансформаторов; - эквивалентные сопротивления и проводимости; - решение задач по теме. |
| 9 | Падение и потеря напряжения. Рассматриваемые вопросы: - векторная диаграмма напряжения; - решение задач по теме. |
| 10 | Расчет сети из двух последовательных линий при заданных мощностях нагрузки и напряжений в конце линии. Рассматриваемые вопросы: - представление нагрузки в расчетных схемах; - решение задач по теме. |

| № п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание |
|----------|--|
| 11 | <p>Расчет замкнутых сетей</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - распределение потоков мощности в простой замкнутой сети без учета потерь мощности; - потоки мощности в замкнутой сети с учетом потерь мощности. |
| 12 | <p>Расчетная нагрузка подстанция.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - представление нагрузки в расчетах; - влияние напряжения линии электропередачи на расчетную нагрузку; - состав расчетной нагрузки подстанции; - решение задач по теме. |
| 13 | <p>Полная нагрузка подстанции при работе нескольких трансформаторов.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - опыт холостого хода и эквивалентная проводимость; - опыт короткого замыкания и эквивалентное сопротивление; - решение задач по теме. |
| 14 | <p>Схема замещения трехобмоточного трансформатора.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - трехобмоточный трансформатор; - коэффициент трансформации; - расчетная нагрузка подстанции с трехобмоточным трансформатором; - решение задач по теме. |
| 15 | <p>Регулирование напряжения.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - РПН и ПБВ трансформаторов; - ступени регулировки напряжения; - компенсация реактивной мощности. |
| 16 | <p>Условные обозначения элементов электрических схем.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - существующие правила и ГОСТы с электрическими схемами; - однолинейные схемы; - схема нормального режима; - автоматическое включение резерва; - селективная работа защит. |

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

| № п/п | Вид самостоятельной работы |
|----------|--|
| 1 | подготовка к лабораторным работам |
| 2 | подготовка к практическим занятиям |
| 3 | работа с лекционным материалом и литературой |
| 4 | Выполнение курсовой работы. |
| 5 | Подготовка к промежуточной аттестации. |
| 6 | Подготовка к текущему контролю. |

4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

От двух электростанций неограниченной мощности и напряжения А и В по воздушным линиям электропередачи запитаны четыре потребителя 1, 2, 3, 4 в соответствии с заданной схемой.

Примерный перечень тем курсовых проектов представлен в Приложении 1 к рабочей прораамме. Варианты исходных условий определяются заданием к курсовому проекту (примеры заданий см. Приложение 1). Различия определяются:

- длиной участков,
- мощностью потребителей,
- временем работы в режиме максимальной нагрузки,
- коэффициент мощности.

Вариант для каждого студента выбирается по первой букве фамилии.

Требуется выбрать марку провода для каждого участка.

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

| № п/п | Библиографическое описание | Место доступа |
|-------|--|--|
| 1 | Лыкин, А. В. Электрические системы и сети : учебник / А. В. Лыкин. — Новосибирск : НГТУ, 2017. — 363 с. — ISBN 978-5-7782-3037-8. | https://e.lanbook.com/book/118089 (дата обращения: 14.02.2024). |
| 2 | Солёная, О. Я. Электрические системы и сети : учебное пособие / О. Я. Солёная, С. В. Солёный. — Санкт-Петербург : ГУАП, 2022. — 79 с. — ISBN 978-5-8088-1744-9 | https://e.lanbook.com/book/340985 (дата обращения: 14.02.2024). |
| 1 | Савина, Н. В. Практикум по электрическим сетям : учебное пособие / Н. В. Савина, Ю. В. Мясоедов, В. Ю. Маркитан. — Благовещенск : АмГУ, 2014. — 254 с. | https://e.lanbook.com/book/156469 (дата обращения: 14.02.2024). |
| 2 | Ярош, В. А. Электрические системы и сети. Курсовое проектирование : учебное пособие / В. А. Ярош, А. В. Ефанов, С. С. Ястребов. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 172 с. — ISBN 978-5-8114-5161-6. | https://e.lanbook.com/book/147106 (дата обращения: 14.02.2024). |

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

1. <http://scbist.com> - СЦБИСТ Железнодорожный информационный портал: Фотоматериалы, новая техника, информационные материалы, вопросы и ответы;

2. Информационный портал Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (www.elibrary.ru);

3. Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru>);

4. Российская Государственная Библиотека (<http://www.rsl.ru>).

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Операционная система Microsoft Windows.

Microsoft Office.

Программно-технический комплекс DeltaProfi.

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Маркерная доска или проектор. компьютерное оборудование.

Оборудование для проведения лабораторных работ:

- Лабораторный стенд: «Модель электрической системы с релейной защитой» (МЭС-РЗ-СК),

- Лабораторный стенд: «Модель электрической системы с узлом комплексной нагрузки»

(МЭС-КН-СК).

9. Форма промежуточной аттестации:

Курсовая работа в 4 семестре.

Экзамен в 4 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

старший преподаватель кафедры
«Электроэнергетика транспорта»

Е.В. Щегловитова

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЭЭТ

М.В. Шевлюгин

Председатель учебно-методической
комиссии

С.В. Володин