

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



Рабочая программа дисциплины (модуля),  
как компонент образовательной программы  
высшего образования - программа бакалавриата  
по направлению подготовки  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника,  
утвержденной первым проректором ФГАОУ ВО  
РУТ (МИИТ) Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Электрические сети и энергосистемы**

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль): Электроснабжение

Форма обучения: Очно-заочная

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

Простая электронная подпись, выданная ФГАОУ ВО РУТ  
(МИИТ)

ID подписи: 3221

Подписал: заведующий кафедрой Шевлюгин Максим  
Валерьевич

Дата: 01.09.2026

## 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-2** - Способен проводить экспертизу и проектирование систем электроснабжения, производить необходимые расчеты, в том числе, с применением средств автоматизированного проектирования;

**ПК-3** - 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.

### **Уметь:**

Рассчитывать потери электрической энергии в электрических сетях.

**Владеть:**

Навыками моделирования работы электрических сетей.

**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 №6 |
| Контактная работа при проведении учебных занятий (всего): | 50               | 50         |
| В том числе:                                              |                  |            |
| Занятия лекционного типа                                  | 34               | 34         |
| Занятия семинарского типа                                 | 16               | 16         |

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 130 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.**

| №<br>п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | <b>Общие сведения о энергосистеме</b><br>Рассматриваемые вопросы:<br>- принципиальная схема ТЭС;<br>- принципиальная схема генератора и трансформатора;<br>- организация производства, передачи и потребления электрической энергии;<br>- основные понятия по ПУЭ и ПТЭЭП.                                           |
| 2        | <b>Электрические сети в конструктивном исполнении.</b><br>Рассматриваемые вопросы:<br>- классификация электрических сетей;<br>- конструктивная часть ВЛ;<br>- особенность работы сетей с малыми токами замыкания на землю;<br>- классификация опор ВЛ.                                                               |
| 3        | <b>Схема замещения ЛЭП</b><br>Рассматриваемые вопросы:<br>- П-образная схема замещения ЛЭП;<br>- активное сопротивление;<br>- индуктивное сопротивление;<br>- активная проводимость;<br>- емкостная проводимость;<br>- транспозиция линий;<br>- упрощения для схема замещения ЛЭП.                                   |
| 4        | <b>Параметры схемы замещения двухобмоточных трансформаторов.</b><br>Рассматриваемые вопросы:<br>- условные обозначения в схемах трансформаторов;<br>- паспортные данные трансформатора;<br>- опыт холостого хода;<br>- опыт короткого замыкания.                                                                     |
| 5        | <b>Представление нагрузки в схемах замещения.</b><br>Рассматриваемые вопросы:<br>- представление нагрузки в виде постоянного тока;<br>- представление нагрузки в виде мощности;<br>- представление нагрузки в виде проводимости или сопротивления;<br>- статические характеристики нагрузки по напряжению и частоте. |
| 6        | <b>Потери мощности и энергии в электрических сетях.</b><br>Рассматриваемые вопросы:<br>- потери мощности в линиях;<br>- разбор задачи: определить потери мощности в ЛЭП 35кВ длиной 20км, питающей нагрузку 10МВА;<br>- расчет режима ЛЭП при заданном токе нагрузки.                                                |
| 7        | <b>Расчет режима ЛЭП при заданной мощности нагрузки. Падение и потеря напряжения.</b><br>Рассматриваемые вопросы:<br>- расчет режима ЛЭП в два этапа;<br>- разбор задачи: определение напряжения в конце линии по данным начала участка;<br>- падение и потеря напряжения.                                           |
| 8        | <b>Потери мощности в трансформаторах.</b><br>Рассматриваемые вопросы:<br>- потери мощности в двухобмоточных трансформаторах;                                                                                                                                                                                         |

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

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

##### Лабораторные работы

| №<br>п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание                                                                                                                                                                  |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | Измерение режимных параметров установившегося режима электрической сети с односторонним питанием.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- изучение факторов, влияющих на значения режимных параметров линии электропередачи; |

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

### Практические занятия

| №<br>п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание                                                                                                                                                        |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | Система электроснабжения.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- производство, передача и распределение электроэнергии;<br>- мощность полная, активная, реактивная;<br>- номинальная мощность трансформаторов |
| 2        | Компоновка трансформаторной подстанции.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- распределительные устройства подстанций;                                                                                       |

| №<br>п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- высоковольтное оборудование;</li> <li>- низковольтное оборудование;</li> <li>- примеры работы распределительных сетей;</li> <li>- типы трансформаторных подстанций.</li> </ul>                                                                                                          |
| 3        | <p>Технологическое присоединение к электрическим сетям.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 3 условия заключения договора технологического присоединения;</li> <li>- понятия мощности расчетной и установленной.</li> </ul>                                                             |
| 4        | <p>Категории надежности энергоснабжения</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 3 категории надежности энергоснабжения;</li> <li>- источник бесперебойного питания;</li> <li>- дизель-генераторная установка;</li> <li>- возможное время отключения потребителей.</li> </ul>                |
| 5        | <p>Выбор высоковольтного оборудования</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выключатель нагрузки, высоковольтный выключатель, разъединитель;</li> <li>- взаимнорезервирующие источники питания;</li> <li>- коэффициент мощности;</li> <li>- выбор трансформатора.</li> </ul>              |
| 6        | <p>Параметры линии электропередачи.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- схема замещения ВЛ;</li> <li>- решение задач по определению параметров схемы замещения высоковольтных линий.</li> </ul>                                                                                         |
| 7        | <p>Параметры схемы замещения трансформаторов.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- паспортные данные трансформаторов;</li> <li>- аббревиатура в наименовании трансформаторов;</li> <li>- решение задач по определению параметров схемы замещения трансформаторов.</li> </ul>             |
| 8        | <p>Работа трансформаторов в параллель.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- изменение параметров схемы замещения трансформаторов при параллельной работе нескольких трансформаторов;</li> <li>- эквивалентные сопротивления и проводимости;</li> <li>- решение задач по теме.</li> </ul> |
| 9        | <p>Падение и потеря напряжения.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- векторная диаграмма напряжения;</li> <li>- решение задач по теме.</li> </ul>                                                                                                                                        |
| 10       | <p>Расчет сети из двух последовательных линий при заданных мощностях нагрузки и напряжений в конце линии.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- представление нагрузки в расчетных схемах;</li> <li>- решение задач по теме.</li> </ul>                                                   |
| 11       | <p>Расчет замкнутых сетей</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- распределение потоков мощности в простой замкнутой сети без учета потерь мощности;</li> <li>- потоки мощности в замкнутой сети с учетом потерь мощности.</li> </ul>                                                       |

| №<br>п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание                                                                                                                                                                                                                         |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 12       | Расчетная нагрузка подстанция.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- представление нагрузки в расчетах;<br>- влияние напряжения линии электропередачи на расчетную нагрузку;<br>- состав расчетной нагрузки подстанции;<br>- решение задач по теме.                           |
| 13       | Полная нагрузка подстанции при работе нескольких трансформаторов.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- опыт холостого хода и эквивалентная проводимость;<br>- опыт короткого замыкания и эквивалентное сопротивление;<br>- решение задач по теме.                            |
| 14       | Схема замещения трехобмоточного трансформатора.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- трехобмоточный трансформатор;<br>- коэффициент трансформации;<br>- расчетная нагрузка подстанции с трехобмоточным трансформатором;<br>- решение задач по теме.                          |
| 15       | Регулирование напряжения.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- РПН и ПБВ трансформаторов;<br>- ступени регулировки напряжения;<br>- компенсация реактивной мощности.                                                                                                         |
| 16       | Условные обозначения элементов электрических схем.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- существующие правила и ГОСТы с электрическими схемами;<br>- однолинейные схемы;<br>- схема нормального режима;<br>- автоматическое включение резерва;<br>- селективная работа защит. |

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

| №<br>п/п | Вид самостоятельной работы                   |
|----------|----------------------------------------------|
| 1        | выполнение курсовой работы                   |
| 2        | подготовка к лабораторным работам            |
| 3        | подготовка к практическим занятиям           |
| 4        | работа с лекционным материалом и литературой |
| 5        | Выполнение курсовой работы.                  |
| 6        | Подготовка к промежуточной аттестации.       |
| 7        | 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 программе. 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.                                                                  | <a href="https://e.lanbook.com/book/118089">https://e.lanbook.com/book/118089</a> (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.                                    | <a href="https://e.lanbook.com/book/340985">https://e.lanbook.com/book/340985</a> (дата обращения: 14.02.2024). |
| 3     | Савина, Н. В. Практикум по электрическим сетям : учебное пособие / Н. В. Савина, Ю. В. Мясоедов, В. Ю. Маркитан. — Благовещенск : АмГУ, 2014. — 254 с.                                             | <a href="https://e.lanbook.com/book/156469">https://e.lanbook.com/book/156469</a> (дата обращения: 14.02.2024). |
| 4     | 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. | <a href="https://e.lanbook.com/book/147106">https://e.lanbook.com/book/147106</a> (дата обращения: 14.02.2024). |

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

<http://scbist.com> - СЦБИСТ Железнодорожный информационный портал: Фотоматериалы, новая техника, информационные материалы,

вопросы и ответы. Информационный портал Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ([www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)) Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru>) 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).

Меловая (маркерная) доска или проектор 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 6 семестре.

Экзамен в 6 семестре.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

ассистент кафедры  
«Электроэнергетика транспорта»

Е.В. Щегловитова

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЭЭТ

М.В. Шевлюгин

Председатель учебно-методической  
комиссии

Н.А. Андриянова