

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 - программы специалитета
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: 13.02.2026

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 железных дорог на основе знаний об особенностях функционирования её основных элементов и устройств, а также 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:

- основные параметры элементов электроэнергетических систем и сетей,

- закономерности функционирования электрических сетей и энергосистем.

Уметь:

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

Владеть:

- навыками расчета по определению режимов электрической сети,
- навыками моделирования работы электрических сетей.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 4 з.е. (144 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 64 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	<p>Общие сведения о энергосистеме</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none">- принципиальная схема ТЭС;- принципиальная схема генератора и трансформатора;- организация производства, передачи и потребления электрической энергии;- основные понятия по ПУЭ и ПТЭЭП.
2	<p>Электрические сети в конструктивном исполнении.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none">- классификация электрических сетей;- конструктивная часть ВЛ;- особенность работы сетей с малыми токами замыкания на землю;- классификация опор ВЛ.
3	<p>Схема замещения ЛЭП</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none">- П-образная схема замещения ЛЭП;- активное сопротивление;-индуктивное сопротивление;-активная проводимость;-емкостная проводимость;-транспозиция линий;- упрощения для схема замещения ЛЭП.
4	<p>Параметры схемы замещения двухобмоточных трансформаторов.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none">- условные обозначения в схемах трансформаторов;- паспортные данные трансформатора;- опыт холостого хода;- опыт короткого замыкания.
5	<p>Представление нагрузки в схемах замещения.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none">- 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	<p>Потери мощности и энергии в электрических сетях.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none">- 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	<p>Расчет режима ЛЭП при заданной мощности нагрузки. Падение и потеря напряжения.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none">- расчет режима ЛЭП в два этапа;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> - разбор задачи: определение напряжения в конце линии по данным начала участка; - падение и потеря напряжения.
8	<p>Потери мощности в трансформаторах.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - потери мощности в двухобмоточных трансформаторах; - коэффициент трансформации; - потери мощности в трехобмоточных трансформаторах;
9	<p>Расчет сети при заданных мощностях нагрузки и напряжении</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<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.
11	<p>Компенсация реактивной мощности</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - установка продольной емкостной компенсации - компенсирующие устройства поперечного включения
12	<p>Качество электрической энергии.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ГОСТ 32144-2013 ; - показатели качества электрической энергии; - влияние потребителей электрической энергии на качество электроэнергии; - способы поддержания качества в пределах нормы.
13	<p>Регулирование напряжения в электрических сетях</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>Вопросы устойчивости электрических систем.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - режимы работы электрических сетей; - требования к работе систем энергоснабжения; - динамическая устойчивость; - статическая устойчивость.
15	<p>Высоковольтное оборудование подстанций.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - организация работы распределительных сетей; - принципиальные различия основных коммутационных аппаратов

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	<p>Измерение режимных параметров установившегося режима электрической сети с односторонним питанием.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - изучение факторов, влияющих на значения режимных параметров линии электропрводки; - изучение методики расчета установленных режимов; - сопоставление расчетных и экспериментальных данных.
2	<p>Измерение параметров установившегося режима электрической сети с двусторонним питанием.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - исследование параметров линий электропрводки на величины режимных параметров в кольцевой сети; - исследование параметров нагрузки на величины режимных параметров в кольцевой сети;.
3	<p>Регулирование напряжения и перетоков реактивной мощности в распределительных сетях</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - исследование возможности регулирования напряжений по линиям электропрводки кольцевых сетей и использованием источников реактивной мощности; - исследование перетоков реактивных мощностей по линиям электропрводки кольцевых сетей и использованием источников реактивной мощности;.
4	<p>Регулирование напряжения путем продольной компенсации реактивного сопротивления линии</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - изучение влияния продольной емкостной компенсации на величину напряжений в узлах распределительной сети.
5	<p>Регулирование напряжения путем поперечной компенсации реактивной мощности с помощью конденсаторных батарей.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - изучение влияния поперечной емкостной компенсации на величину напряжений в узлах распределительной сети.
6	<p>Влияние активной нагрузки на уровень напряжения в сети.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - изучение влияния величины напряжения на величину мощность, потребляемую, активной нагрузкой.
7	<p>Влияние емкостной нагрузки на изменение напряжения в сети.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - изучение влияния величины напряжения на величину мощность, потребляемую, емкостной нагрузкой.
8	<p>Влияние индуктивной нагрузки на изменение напряжения в сети.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - изучение влияния величины напряжения на величину мощность, потребляемую, индуктивной нагрузкой.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	<p>Система электроснабжения.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - производство, передача и распределение электроэнергии;

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> - мощность полная, активная, реактивная; - номинальная мощность трансформаторов
2	<p>Компоновка трансформаторной подстанции.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - распределительные устройства подстанций; - высоковольтное оборудование; - низковольтное оборудование; - примеры работы распределительных сетей; - типы трансформаторных подстанций.
3	<p>Технологическое присоединение к электрическим сетям.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 3 условия заключения договора технологического присоединения; - понятия мощности расчетной и установленной.
4	<p>Категории надежности энергоснабжения</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 3 категории надежности энергоснабжения; - источник бесперебойного питания; - дизель-генераторная установка; - возможное время отключения потребителей.
5	<p>Выбор высоковольтного оборудования</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выключатель нагрузки, высоковольтный выключатель, разъединитель; - взаиморезервирующие источники питания; - коэффициент мощности; - выбор трансформатора.
6	<p>Параметры линии электропередачи.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - схема замещения ВЛ; - решение задач по определению параметров схемы замещения высоковольтных линий.
7	<p>Параметры схемы замещения трансформаторов.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - паспортные данные трансформаторов; - аббревиатура в наименовании трансформаторов; - решение задач по определению параметров схемы замещения трансформаторов.
8	<p>Работа трансформаторов в параллель.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - изменение параметров схемы замещения трансформаторов при параллельной работе нескольких трансформаторов; - эквивалентные сопротивления и проводимости; - решение задач по теме.
9	<p>Падение и потеря напряжения.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - векторная диаграмма напряжения; - решение задач по теме.
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"> - представление нагрузки в расчетных схемах; - решение задач по теме.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
11	Расчет замкнутых сетей Рассматриваемые вопросы: - распределение потоков мощности в простой замкнутой сети без учета потерь мощности; - потоки мощности в замкнутой сети с учетом потерь мощности.
12	Расчетная нагрузка подстанция. Рассматриваемые вопросы: - представление нагрузки в расчетах; - влияние напряжения линии электропередачи на расчетную нагрузку; - состав расчетной нагрузки подстанции; - решение задач по теме.
13	Полная нагрузка подстанции при работе нескольких трансформаторов. Рассматриваемые вопросы: - опыт холостого хода и эквивалентная проводимость; - опыт короткого замыкания и эквивалентное сопротивление; - решение задач по теме.
14	Схема замещения трехобмоточного трансформатора. Рассматриваемые вопросы: - трехобмоточный трансформатор; - коэффициент трансформации; - расчетная нагрузка подстанции с трехобмоточным трансформатором; - решение задач по теме.
15	Регулирование напряжения. Рассматриваемые вопросы: - РПН и ПБВ трансформаторов; - ступени регулировки напряжения; - компенсация реактивной мощности.
16	Условные обозначения элементов электрических схем. Рассматриваемые вопросы: - 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

Примерный перечень вариантов курсовых работ представлен в Приложении 1 к рабочей программе. Различия определяются:

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

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).
3	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).
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.	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.

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