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
27.03.04 Управление в технических системах,
утвержденной первым проректором ФГАОУ ВО
РУТ (МИИТ) Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Электрические сети и энергосистемы

Направление подготовки: 27.03.04 Управление в технических системах

Направленность (профиль): Автоматизация управления системами электроснабжения. Для студентов КНР (ПОУ)

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 ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ)
ID подписи: 3221
Подписал: заведующий кафедрой Шевлюгин Максим Валерьевич
Дата: 29.10.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью изучения дисциплины «Электрические сети и энергосистемы» является

получение необходимых знаний в области расчета и анализа режимов работы электрических сетей и систем.

Задачами дисциплины являются:

- овладеть основами расчета установившихся режимов электрических сетей и систем;

- познакомить с методами энергосбережения в электрических сетяхи энегосистемах;

- дать информацию о методах регулирования частоты и напряжения.

По завершению освоения данной дисциплины студент способен и готов:

- использовать методы анализа и моделирования линейных и нелинейных электрических цепей постоянного и переменного тока;

- рассчитывать схемы и элементы основного оборудования, вторичных цепей,

устройств защиты и автоматики электроэнергетических объектов;

- рассчитывать режимы работы электроэнергетических установок различного

назначения, определять состав оборудования и его параметры, схемы электроэнергетических объектов;

- определять и обеспечивать эффективные режимы технологического процесса по

заданной методике;

- контролировать режимы работы оборудования объектов электроэнергетики;

- обеспечивать соблюдение заданных параметров технологического процесса и качество продукции;

- участвовать в исследовании объектов и систем электроэнергетики и электротехники.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

ПК-1 - Способен осуществлять оперативное, производственно-технологическое и организационно-экономическое управление энергоснабжением предприятия, оптимизацию работы энергетического

оборудования и режимов производства и потребления электроэнергии с использованием автоматизированных систем.

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

Знать:

- принципы передачи и распределения электроэнергии;
- схемы электроэнергетических систем и сетей;
- конструктивное выполнение воздушных и кабельных линий электропередачи;

Уметь:

- определять параметры схемы замещения основных элементов электрических сетей и энергосистем;
- рассчитывать установившиеся режимы электрических сетей и энергосистем;
- выбирать средства регулирования напряжения на понижающих подстанциях;

Владеть:

- методами расчета параметров электроэнергетических устройств и электроустановок, электрических сетей и систем;
- методами анализа режимов работы электроэнергетического оборудования и систем;
- навыками использования справочной литературы.

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 №5
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	48	48
В том числе:		
Занятия лекционного типа	32	32

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 96 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 системах передачи и распределения электрической энергии. Рассматриваемые вопросы: Конструктивное выполнение линий электропередачи.Классификация по напряжению, территории, назначению, характеру потребителей, конфигурации, конструктивному выполнению, роду тока. Конструкции воздушных линий электропередачи. Провода. Опоры. Изоляция. Арматура. Грозозащитный трос.Конструкции кабельных линий электропередачи. Изоляция кабелей. Способы прокладки кабелей. Кабельные муфты.
2	Схемы замещения элементов электрических сетей. Рассматриваемые вопросы: Схема замещения линии электропередачи. Продольные и поперечные параметры схемы замещения. Активное сопротивление. Индуктивное сопротивление. Транспозиция проводов. Активная проводимость. Явление короны. Емкостная проводимость. Зарядная мощность. Расщепление фаз линии. Влияние расщепления фазы на параметры схемы замещения. Погонные параметры и их порядок для линий различной конструкции и напряжения. Выбор схемы замещения линии в зависимости от ее конструкции и номинального напряжения.
3	Схемы замещения двухобмоточных трансформаторов. Рассматриваемые вопросы: Определение параметров схемы замещения по паспортным данным. Потери холостого хода и нагрузочные потери мощности в трансформаторе. Расщепление обмотки низкого напряжения трансформатора. Определение параметров схемы замещения трансформатора с расщепленной обмоткой. Схемы замещения и параметры трехобмоточного трансформатора и автотрансформатора.
4	Синхронные генераторы, двигатели, компенсаторы. Рассматриваемые вопросы: Представление синхронных машин в расчетных схемах. Схемы замещения синхронных машин. Векторные диаграммы. Приемник и потребитель электроэнергии. Комплексная нагрузка узла, ее

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	состав. Представление нагрузок в расчетных схемах. Статические характеристики нагрузки по напряжению и частоте.Составление баланса активной мощности и выбор генераторов ТЭЦ.
5	Схемы распределительных сетей напряжением до 35 кВ. Рассматриваемые вопросы: Радиальные, магистральные, смешанные и петлевые сети. Резервированные сети.
6	Схемы распределительных сетей напряжением 110...220 кВ. Рассматриваемые вопросы: Схемы с трансформаторными выключателями для напряжений 110 и 220 кВ на стороне ВН и СН подстанций.
7	Классификация подстанций по способу присоединения к сети. Рассматриваемые вопросы: Типовые схемы распределительных устройств подстанций и область их применения. Типовые схемы распределительных устройств 6-10 кВ. Структура и схемы межсистемных передач переменного тока напряжением 330 кВ и выше. Способы повышения пропускной способности передач.
8	Режимы работы электроэнергетических систем. Рассматриваемые вопросы: Характеристика составляющих баланса. Связь баланса активной мощности с частотой. Нормально допустимые и предельно допустимые отклонения частоты. Влияние частоты на производительность механизмов. Принцип работы автоматической частотной разгрузки. Баланс реактивной мощности. Характеристика составляющих баланса. Связь баланса реактивной мощности с напряжением в узлах нагрузки. Лавина напряжения. Характеристики нагрузки по частоте. Нерегулируемая турбина. Астатическое и статическое регулирование турбины. Коэффициент статизма регулятора турбины. Первичное и вторичное регулирование частоты. Станции, регулирующие частоту. Основы оптимального распределения активной мощности между агрегатами одной станции и между станциями в электроэнергетической системе.
9	Расчет режима разомкнутой сети. Рассматриваемые вопросы: Расчет режима разомкнутой сети по напряжению и мощности нагрузки, заданных в конце сети. Векторная диаграмма напряжений. Продольная и поперечная составляющие падения напряжения. Потеря напряжения. Расчет режима разомкнутой сети по напряжению, заданному в начале сети.Метод последовательных приближений. Расчет напряжения на вторичной стороне трансформатора. Упрощения при расчетах электрических сетей напряжением ниже 35 кВ.
10	Расчет режима замкнутой (кольцевой) электрической сети. Рассматриваемые вопросы: Представление замкнутой сети сетью с двухсторонним питанием.Расчет потоков мощности на головных участках замкнутой сети. Приведение замкнутой сети к расчету двух разомкнутых схем. Понятие об однородной и неоднородной замкнутой сети. Упрощения при расчете режима однородной замкнутой сети.
11	Понятие о сложнозамкнутой электрической сети. Рассматриваемые вопросы: Представление активных элементов в электрической сети задающими токами. Формирование уравнений узловых напряжений для сети постоянного тока. Балансирующий узел по току (мощности). Базисный узел по напряжению. Взаимные проводимости ветвей, собственные проводимости узлов. Матрица собственных и взаимных проводимостей. Уравнения для сети переменного тока с комплексными коэффициентами и переменными. Разделение действительных и мнимых частей. Запись уравнений узловых напряжений для сети переменного тока в матричной и полной формах.
12	Регулирование напряжения на электростанциях. Рассматривемые вопросы:

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	Диапазон регулирования напряжения генераторами и трансформаторами электростанции. Использование генераторов для регулирования напряжения у местных потребителей.

4.2. Занятия семинарского типа.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Режимы работы электроэнергетических систем. Рассматриваемые вопросы на практическом занятии: Составление баланса активной мощности и выбор генераторов ТЭЦ.
2	Регулирование напряжения в электрических сетях. Рассматриваемые вопросы на практическом занятии: Выбор и проверка сечений проводов линий электропередачи.Нормированная экономическая плотность тока. Стандартные сечения проводников. Основные технические ограничения при выборе сечений проводников воздушных и кабельных линий. Допустимые перегрузки кабелей.
3	Проектирование конструктивной части воздущных линий. Рассматриваемые вопросы на практическом занятии: Расчет установившегося режима электрической сети. Нагрузки от собственного веса, веса гололеда, ветра. Параметры расчетных режимов. Уравнение состояния провода. Определение исходного режима. Решение уравнения состояния провода. Проверка условий прочности провода. Построение монтажных графиков. Особенности расчета на прочность грозозащитного троса.
4	Потери электроэнергии в электрических сетях. Рассматриваемые вопросы на практическом занятии: Величина потерь электроэнергии в электрических сетях в процентах от ее отпуска с электростанций. Ориентировочные значения потерь электроэнергии в сетях различных напряжений. Переменные и постоянные потери электроэнергии и их соотношение.
5	Технико-экономические основы проектирования энергосистем и электрических станций. Рассматриваемые вопросы на практическом занятии: Основные технико-экономические показатели. Обоснования вариантов выбора оборудования и параметров электрических станций.
6	График нагрузки по продолжительности. Рассматриваемые вопросы на практическом занятии: Продолжительность использования наибольшей нагрузки. Время наибольших потерь мощности.
7	Статическая устойчивость электростанции. Рассматриваемые вопросы: Статическая устойчивость по активной мощности.Электропередача большой мощности. Увеличение запаса устойчивости энергосистемы.
8	Перспективные направления в области электроэнергетических систем и электрических сетей. Рассматриваемые вопросы на практическом занятии: Основные нормативные документы в области электроэнергетики.Программа развития электроэнергетических систем на перспективу.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Изучение дополнительной литературы.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
2	Подготовка к практическим занятиям.
3	Подготовка к промежуточной аттестации.
4	Подготовка к промежуточной аттестации.
5	Подготовка к текущему контролю.

4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

1. Классы номинальных напряжений электрических сетей. Выбор номинального напряжения электрической сети.

2. Графики электрических нагрузок и их характеристики. Число часов использования максимума нагрузки. Время максимальных потерь.

Максимальный и минимальный режимы работы. Нормальный, аварийный и послеаварийный режимы работы.

3. Категории потребителей по степени надежности электроснабжения.

4. Расчёт установившихся режимов электрических сетей разных конфигураций (разомкнутой, замкнутой, с двусторонним питанием).

5. Потери мощности. Методика расчёта годовых потерь электроэнергии. Мероприятия по экономии потерь электроэнергии.

6. Схемы замещения, характеристики и параметры элементов электроэнергетической системы (ЛЭП, трансформаторы, компенсирующие устройства).

7. Воздушные линии. Обозначения марок проводов воздушных линий. Выбор сечения проводов линии электропередачи. Проверка выбранных сечений по техническим ограничениям.

8. Трансформаторы и автотрансформаторы. Обозначения типов трансформаторов. Выбор количества и мощности трансформаторов и автотрансформаторов на понижающей подстанции.

9.Падение и потери напряжения. Регулирование напряжения на шинах низшего напряжения трансформаторных подстанций.

10.Баланс мощностей. Основные потребители и средства генерации реактивной мощности в электроэнергетической системе. Преимущества и недостатки различных компенсирующих устройств. Выбор компенсирующих устройств по условию баланса реактивной мощности.

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Электрические сети и энергосистемы : учебно-методическое пособие / И. А. Терёхин, А. В. Агунов, Е. Г. Абишов, И. А. Баранов. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2024. — 60 с. — ISBN 978-5-7641-2018-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. 2024	URL: https://e.lanbook.com/book/505186 (дата обращения: 25.10.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Практикум к проведению занятий по дисциплинам «Электроэнергетические системы и сети» и «Электрические сети и энергосистемы» : учебное пособие / И. А. Кремлев, Т. В. Комякова, Р. Б. Скоков, И. В. Тарабин. — 2-е изд., с измен. — Омск : ОмГУПС, 2020. — 33 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. 2020	URL: https://e.lanbook.com/book/165669 (дата обращения: 25.10.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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

1.http://library.miit.ru/ - электронно-библиотечная система Научно-технической

библиотеки МИИТ.

2.http://www.library.ru/ - научно-электронная библиотека.

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

Для лекционного курса необходимо проекционное мультимедийное оборудование с широковорматным экраном. Установленное программное Microsoft Windows, Microsoft Office.

Для самостоятельной работы студентам, наряду с рекомендуемой и дополнительной литературой, предлагается использовать информацию по данной дисциплине посредством поиска в сети Интернет.

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

Мультимедийное оборудование (проектор для вывода изображения на экран), интерактивная доска, акустическая система, микрофон, персональный компьютер (CPU Core i3, 8GB RAM, 1Tb HDD, GeForce GT Series) с монитором, беспроводной мышкой и клавиатурой. Аудитория подключена к интернету МИИТ.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 5 семестре.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

доцент, к.н. кафедры
«Электроэнергетика транспорта» Е.Ю. Семенова

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЭЭТ М.В. Шевлюгин

Председатель учебно-методической
комиссии Н.А. Андриянова