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 ФГАОУ ВО
РУТ (МИИТ) Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Теоретические основы электротехники

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 ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ)
ID подписи: 3221
Подписал: заведующий кафедрой Шевлюгин Максим Валерьевич
Дата: 02.10.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью освоения учебной дисциплины Теоретические основы электротехники (ТОЭ) является формирование у обучающихся представления об основных методах расчета и анализа электромагнитных процессов и преобразований энергий в электрических цепях и в электромагнитных полях на базе понимания физики этих процессов.

Задачами освоения учебной дисциплины ТОЭ являются:

- освоение методов расчета и анализа линейных и нелинейных электрических цепей постоянного тока;
- освоение символического метода расчета цепей синусоидального тока и на его базе - методов расчета развлетвленных цепей синусоидального тока, в том числе цепей с взаимоиндукцией;
- освоение классического и операторного методов расчета переходных процессов в линейных цепях постоянного и переменного тока, метода интеграла Дюамеля при произвольных воздействиях и расчета т.н. некорректных задач с индуктивностями и емкостями;
- изучение цепей трехфазного тока, в т.ч. – аварийных режимов работы;
- освоение методов расчета и анализа линейных цепей при несинусоидальных токах в однофазных цепях и несинусоидальных токов и напряжений в трехфазных цепях;
- изучение основных схем, характеристик и параметров пассивных четырехполюсников и электрических реактивных фильтров;
- исследование и расчет установившихся и переходных процессов в электрических цепях с распределенными параметрами (длинных линиях);
- изучение и освоение методов расчета нелинейных и магнитных цепей постоянного и переменного тока, изучение основных схем выпрямления переменного тока, феррорезонансных явлений, изученгие основных методов расчета переходных процессов в нелинейных электрических цепях;
- изучение основных уравнений, описывающих электростатическое поле, магнитное поле, поле токов в проводящей среде, переменное электромагнитное поле, обзор основных задач, решаемых с применением теории электромагнитного поля.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

ПК-5 - Способен решать научно-технические задачи в области своей профессиональной деятельности с использование знаний в области электротехники, электроники, электротехнических цепей и машин.

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

Знать:

основные теоретические положения электротехники, связанные с получением электрической энергии, её передачей, распределением и потреблением, расчётом и анализом установившихся и переходных электромагнитных процессов в линейных и нелинейных электрических цепях близких по структуре и параметрам к электрическим цепям электрифицированных железных дорог постоянного и переменного тока

Уметь:

применять полученные знания для расчёта и анализа электромагнитных процессов в электрических цепях другого назначения - например, для систем электроснабжения метрополитенов, городского электрического транспорта (трамвай, троллейбус), промышленных предприятий горнорудной промышленности.

Владеть:

опытом определения первичных параметров электрических цепей различного назначения, составления расчетных электрических схем (схем замещения), расчёта вторичных (характеристических) параметров этих цепей, а также опытом проведения экспериментальных исследований в электрических цепях различного назначения.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 12 з.е. (432 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

		№2	№3	№4
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	256	64	96	96
В том числе:				
Занятия лекционного типа	96	32	32	32
Занятия семинарского типа	160	32	64	64

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 176 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	Цепи постоянного тока Рассматриваемое вопросы: - основные понятия (потенциал, напряжение, ток, ЭДС); - элементы электрической цепи и их схемы замещения, компонентные уравнения; - основные законы тнеории электрических цепей; - потенциальная диаграмма; - баланс мощностей; - методы расчета электрических цепей (расчет по законам Кирхгофа, метод узловых потенциалов, метод контурных токов, метод наложения, метод эквивалентного генератора).
2	Нелинейные электрические цепи постоянного тока. Рассматриваемы вопросы: - вольтампперные характеристики и классификация нелинейных элементов; - расчет простейших цепей (последовательной, параллельной, последовательно-параллельной); - применение метода эквивалентного генератора при расчете нелинейных цепей; - простейшие стабилизаторы напряжения и тока на нелинейных элементах; - метод двух узлов в приложении к нелинейным цепям.
3	Магнитные цепи постоянного тока. Рассматриваемые вопросы. - основные величины, характеризующие магнитное поле; - ферромагнитные материалы;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- основные уравненияи методы, используемые при расчете магнитных цепей постоянного тока; - аналонии между эле5ктрическими и магнитными величинами.
4	Цепи однофазного синусоидального тока. Рассматриваемые вопросы. - синусоидальных ток, характеристики синусоидального тока, его получение; - активное сопротивление, индуктивность и емкость в цепи синусоидального тока; - последовательная цепь синусоидального тока; - мощность в цепях синусоидального тока; - тригонометрический способ расчета простейших цепей синусоидального тока.
5	Символический метод. Рассматриваемн вопросы. - мнимая единица, комплексые числа, математические действия с ними; - представление синусоидальных функций времени в виде проекций вращающихся векторов; - законы Ома в комплексной форме записи и векторные диаграммы для активного сопротивления, индуктивного и емкостного элементов; - представление потенциалов и разности потенциалов на комплексной плоскости; - основыне методы расчета в комплексной форме записи; - комплексная мощность, уравнение баланса мощностей в комплексной форме; - расчет, векторныфе м топографические диаграммы сложных цепей.
6	Резонансные явления в электрических цепях. Рассматриваемые вопросы. - определение резонанса; - резонанс напряжений, условие резонанса, векторная диаграмма, волновое сопротивление и добротность резанансного контура, резонансные кривые и частотные характеристики; - резонанс токов, условие получения, частные случаи, векторные диаграммы т частотные характристики, безразличный резонанс; - резонангсы в сложных электрических цепях.
7	Расчет цепей с взаимной индукцией. Рассматриваемые вопросы. - явление взаимоиндукции; - согласное и встречное включение индуктивно связанных элементов; - законы Кирхгофа для цепей с индуктивносвязанными элементами; - «развязка» магнитных связей; - линейный трансформатор, уравнения и веторная диаграмма, схема замещения.
8	Переходные процессы в электрических цепях. Классический метод расчета. Рассматриваемые вопросы. - независимые и зависимые начальные значения; - законы коммутации; - принужденные и свободные составляющие переходных токов/напряжнений; - алгоритм расчета цепей с одним и двумя накопителями энергии.
9	Операторный метод. Рассматриваемые вопросы. - прямое и обратное преобразования Лапласа; - таблица основных операторных соотношений; - операторные схемы замещения элементов электрической цепи; - основные законы теории цепей и методы расчета цепей в операторном виде; - теорема разложения; - расчет операторным методом свободных составляющих токов/напряжений.
10	Некорректные задачи. Интеграл Дюамеля. Метод переменных состояния. Рассматриваемые вопросы.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- некорректные задачи при расчете цепей с индуктивными элементами, первый обощенный закон коммутации; - некорректные задачи при расчете цепей с емкостными элементами, второй обобщенный закон коммутации; - расчет электрических цепей при сложной форме воздействующего сигнала с применением интеграла Дюамеля; - расчет переходных процессов методом переменных состояния.
11	Электрические цепи трехфазного тока. Рассматриваемые вопросы: - трехфазный система ЭДС, трехфазный генератор; - основные схемы соединения обмоток генератора и нагрузок; - расчет и векторные диаграммы простейших трехфазных цепей; - аварийные режимы в трехфазных цепях; - вращающееся магнитное поле, принцип работы синхронного и асинхронного двигателей.
12	Метод симметричных составляющих. Рассматриваемые вопросы. - симметричные системы прямой, обратной и нулевой последовательностей; - разложение несимметричной системы электрических величин на симметричные составляющие; - сопротивление основных элементов трехфазных систем токам разных последрвательностей; - расчет рабочих и аварийных режимов работы трехфай цепи методом симметричных составляющих.
13	Несинусоидальные токи и напряжения в линейных однофазных цепях. Рассматриваемые вопросы. - разложение периодических несинусоидальных велин на гармоники; - расчет линейных цепей с несинусоидальными источниками; - коэффициенты, характеризующие форму несинусоидальной величины; - виды мощности в подобных цепях, мощность искажения; - эквивалентные синусоиды, расчет цепей с их использованием; - резонасные явления в таких цепях.
14	Несинусоидальное напряжение и токи в трехфазных сетях. Рассматриваемые вопросы. - особенности работы трехфазных систем, вызываемые гармониками, кратными трем; - ферромагнитный утроитель частоты.
15	Пассивные четырехполюсники. Рассматриваемые вопросы. - 6 форм записи уравнений четырехполюсника; - простейшие одно-, двух- и трехэлементные четырехполюсники; - расчет А-коэффициентов на основе опытов холостого хода и короткого замыкания; - схемы замещения четырехполюсников и определение их параметров; - уравнения четырехполюсника в гиперболической форме записи, вторичные (характеристические) параметры четырехполюсника; - расчет схем с четиырехполюсниками; - схемы соединения четырехполюсников, обратная связь
16	Реактивные фильтры типа "К". Рассматриваемые вопросы. - классификация фильтров по пропускаемым частотам; - условие реализуемости фильтра; - частотные характеристики фильтра нижних частот, фильтра верхних частот, полосового фильтра и заграждающего фильтра; - подбор парамеров элементов фильтра по известному сопротивлению нагрузки и полосе пропускангия.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
17	Цепи с распределёнными параметрами. Гармонический режим работы. Рассматриваемые вопросы. - первичные параметры линии с распределенными параметрами (длинной линии): - уравнения длинной линии и их решение; - прямая и обратная волны; - вторичные (характеристические) параметры длинной линии; - работа линии на согласованную нагрузку; - линия без искажений; - линия без потерь; - линия без потерь в режиме холостого хода и короткого замыкания; - согласование линии с нагрузкой.
18	Переходные процессы в цепях с распределенными параметрами (длинных линиях). Рассматриваемы вопросы. - уравнения линии без потерь и их решение; - падающая и отраженная волны в линии без потерь при переходном режиме; - расчет переходного процесса в линии, подключаемой к источнику, при наличии накопителдей энергии в начале линии; - расчет переходного процесса в линии, подключаемой к источнику, при наличии накопителей энергии в конце линии, схема Петерсена; - переход волны через и мимо неоднородностей; - переходной процесс в линии при подключении/отключении нагрузки.
19	Нелинейные электрические и магнитные цепи переменного тока. Рассматриваемые вопросы. - виды нелинейныхэлементов, аппроксимация их характеристик, аналитические и графические методы расчета цепей переменного тока с нелинейными элементами; - выпрямление переменного тока, основные схемы, способы сглаживания пульсаций; - катушка с ферромагнитным сердечником в цепи переменного тока; - феррорезонанс напряжений и феррорезонанс токов.
20	Переходные процессы в нелинейных цепях. Рассматриваемые вопросы. - основные особенности переходных процессов с нелинейных цепях; - основные методы расчета переходных процессов в нелинейных цепях (аналитический метод, метод метод условной линеаризации, метод кусочно-линейной аппроксимации, метод последовательных интервалов, метод разделения переменных, метод переменных состояния); - автоколебания в нелинейных цепях, период колебаний, условия их возникновения;
21	Электромагнитное поле. Электростатическое поле. Рассматриваемые вопросы. - закон Кулона; - напряженность и потенциал электрического поля, их связь, силовые и эквипотенциальные линии; - электростатическое поле в вакууме и диэлектрике, векторы поляризации и электрической индукции; - теорема Гаусса, уравнения Пуассона и Лапласа, граничные условия; - метод зеракальных изображений; - электростатическое поле точечного заряда, заряженной оси, двухпроводной линии; - основные задачи электростатики.
22	Электрическое поле тока в проводящей среде. Рассматриваемые вопросы. - плотность тока и ток; - закон Ома, первый и второй законы Кирхгофа в дифференциальной форме, закон Джоуля-Ленца в дифференциальной форме;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- уравнение Лапласа, граничные условия; - аналогия между электростатическим полем и полем постоянного тока.
23	Магнитное поле постоянного тока в проводящей среде. Рассматриваемые вопросы. - закон полного тока в интегральной и дифференциальной формах; - закон Био – Савара – Лапласа, действие магнитного поля на проводник с током; - принцип непрерывности магнитого поля; - скаляоный и векторный магнитные потенциалы; - магнитное поле постоянного тока и двухпроводной линии; - уравнение Лапласа, граничные условия; - аналогии между элекростатическим полем и магнитным полем постоянного тока; - основные задачи расчета магнитных полей.
24	Переменное электромагнитное поле. Рассматриваемые вопросы: - векторные характеристики электромагнитного поля, материальные уравнения среды; - закон полного тока, токи проводимости, переноса и смещения; - уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах записи; - теорема Умова – Пойнтинга, вектор Пойнтинга.

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Экспериментальная проверка некоторых методов расчета электрических цепей. В результате выполнения лабораторных работ студент получает навык: - проведения экспериментальных исследований; - обработки и анализа экспериментальных данных, закрепляет теоретические знания по теме лабораторного занятия.
2	Цепи однофазного синусоидального тока. Последовательное соединение активного и реактивного сопротивлений. В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык: - проведения экспериментальных исследований; - обработки и анализа экспериментальных данных, закрепляет теоретические знания по теме лабораторного занятия.
3	Параллельное соединение активного и реактивного сопротивлений. В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык: - проведения экспериментальных исследований; - обработки и анализа экспериментальных данных, закрепляет теоретические знания по теме лабораторного занятия.
4	Резонанс в последовательной электрической цепи (резонанс напряжений). В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык: - проведения экспериментальных исследований; - обработки и анализа экспериментальных данных, закрепляет теоретические знания по теме лабораторного занятия.
5	Резонанс в параллельной электрической цепи (резонанс токов). В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык: - проведения экспериментальных исследований;

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	- обработки и анализа экспериментальных данных, закрепляет теоретические знания по теме лабораторного занятия.
6	Исследование электрических цепей со взаимной индуктивностью. В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык: - проведения экспериментальных исследований; - обработки и анализа экспериментальных данных, закрепляет теоретические знания по теме лабораторного занятия.
7	Переходные процессы в электрических цепях с одним накопителем энергии. В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык: - проведения экспериментальных исследований; - обработки и анализа экспериментальных данных, закрепляет теоретические знания по теме лабораторного занятия.
8	Переходные процессы в электрических цепях с двумя накопителями энергии. В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык: - проведения экспериментальных исследований; - обработки и анализа экспериментальных данных, закрепляет теоретические знания по теме лабораторного занятия.
9	Исследование трехфазной цепи с нагрузкой, соединенной звездой, при однородной (активной) нагрузке фаз. В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык: - проведения экспериментальных исследований; - обработки и анализа экспериментальных данных, закрепляет теоретические знания по теме лабораторного занятия.
10	Исследование трехфазной цепи с нагрузкой, соединенной звездой, при неоднородной нагрузке фаз. В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык: - проведения экспериментальных исследований; - обработки и анализа экспериментальных данных, закрепляет теоретические знания по теме лабораторного занятия.
11	Исследование трехфазной цепи с нагрузкой, соединенной треугольником, при неоднородной нагрузке фаз. В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык: - проведения экспериментальных исследований; - обработки и анализа экспериментальных данных, закрепляет теоретические знания по теме лабораторного занятия.
12	Исследование цепи переменного тока со сталью (катушка со стальным сердечником). В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык: - проведения экспериментальных исследований; - обработки и анализа экспериментальных данных, закрепляет теоретические знания по теме лабораторного занятия.
13	Исследование пассивного четырехполюсника. В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык: - проведения экспериментальных исследований; - обработки и анализа экспериментальных данных, закрепляет теоретические знания по теме лабораторного занятия.
14	Исследование схемы замещения длинной линии. В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык: - проведения экспериментальных исследований;

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	- обработки и анализа экспериментальных данных, закрепляет теоретические знания по теме лабораторного занятия.
15	Переходные процессы в нелинейной цепи. В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык: - проведения экспериментальных исследований; - обработки и анализа экспериментальных данных, закрепляет теоретические знания по теме лабораторного занятия.
16	Феррорезонансы. Феррорезонанс напряжений. Феррорезонанс токов. В результате выполнения лабораторных работ студент получает навык: - проведения экспериментальных исследований; - обработки и анализа экспериментальных данных, закрепляет теоретические знания по темам лабораторных занятий.
17	Лабораторные учебно-исследовательские работы по индивидуальной тематике. В результате выполнения лабораторной учебно-исследовательской работы студент получает навык: - самостоятельного изучения дополнительной литературы по выбранной тематике; - опыт самостоятельной постановки задач, разработки плана исследований; - проведения экспериментальных исследований; - обработки и анализа экспериментальных данных, закрепляет теоретические знания по выбранной им самостоятельно тематике.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Расчет входных сопротивлений последовательно-параллельных цепей. В результате работы на практическом занятии студент получает навык: - определения эквивалентных сопротивлений простейших цепей; - преобразования схем с целью их упрощения; - расчета простейших цепей с использованием эквивалентных преобразлваний.
2	Законы Кирхгофа. Потенциальные диаграммы. В результате работы на практическом занятии студент получает навык: - расчета электрических схем постоянного тока по законам Кирхгофа; - построения и анализа потенциальных диаграмм.
3	Метод узловых потенциалов. Метод двух узлов. Баланс мощностей. В результате работы на практическом занятии студент получает навык: - расчета электрических схем постоянного тока методом узловых потенциалов; - проверки выполненных расчетов балансом мощностей.
4	Метод контурных токов. Метод наложения. Входные и взаимные проводимости. В результате работы на практическом занятии студент получает навык: - расчета электрических схем постоянного тока методом контурных токов; - расчета электрических схем постоянного тока методом наложения; - расчета входных и взаимных проводимостей ветвей.
5	Метод эквивалентного генератора. В результате работы на практическом занятии студент получает навык: - расчета электрических схем постоянного тока методом эквивалентного генератора; - решения задачи передачи максимума активной мощности от активного двухполюсника к нагрузке.
6	Расчет нелинейных электрических цепей постоянного тока. В результате работы на практическом занятии студент получает навык:

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	- расчета нелинейных цепей постоянного тока методом эквивалентного генератора; - расчета нелинейных цепей постоянного тока методом двух узлов.
7	Расчет магнитных цепей постоянного тока. В результате работы на практическом занятии студент получает навык: - построения вебер-амперных характеристик участков магнитной цепи; - расчета неразветвленных магнитных цепей (прямая и оратная задачи); - расчета разветвленной магнитной цепи методом двух узлов.
8	Расчет простейших цепей синусоидального тока (тригонометрический метод). В результате работы на практическом занятии студент получает навык: - расчета простейших цепей синусоидального тока с использованием компонентных уравнений и тригонометричесий соотношений; - расчета показний измерительных приборов.
9	Символический метод расчета цепей синусоидального тока. В результате работы на практическом занятии студент получает навык: - выполнения математических операций с комплексными числами; - расчета цепей синусоидального тока символическим методом.
10	Векторные и топографические диаграммы. Баланс мощностей в комплексной форме. В результате работы на практических занятиях студент получает навык: - построения и анализа векторных и топографических диаграмм для цепей синусоидального тока; - проверки правильности выполненных символическим методом расчетов балансом мощностей, записанным в комплексной форме.
11	Резонанс напряжений. Резонанс токов. В результате работы на практических занятиях студент получает навык: - расчета и анализа резонансных явлений в последовательной цепи; - расчета и анализа резонансных явлений в параллельной цепи; - определения условий врозникновения резонанса в сложной цепи.
12	Расчет разветвленной цепи синусоидального тока с взаимоиндукцией. В результате работы на практических занятиях студент получает навык: - расчета и анализа простейших цепей со взаимоиндуктивным влиянием (последовательных цепей, цепей с параллельными ветвями с индуктивностями); - расчета и анализа сложных цепей со взаимоиндуктивным влиянием; - построения и анализа векторных и топографических диаграмм для таких цепей; - расчет схем с линейными трансформаторами.
13	Классический метод расчета переходных процессов. В результате работы на практических занятиях студент получает навык: - расчета и анализа переходных процессов в линейных электрических цепях с одним накопителем и постоянными источниками; - расчета и анализа переходных процессов в линейных электрических цепях с одним накопителем и синусоидальными источниками; - расчета и анализа переходных процессов в линейных электрических цепях с двумя накопителями; - определения основных параметров переходного процесса по известным параметрам элементов электрический цепи и решения обратной задачи; - решения «некорректных» задач на переходные процессы с использованием обобщенных законов коммутации.
14	Операторный метод расчета переходных процессов. В результате работы на практических занятиях студент получает навык: - расчета и анализа переходных процессов в линейных электрических цепях с одним и двумя накопителями и постоянными источниками; - расчета и анализа переходных процессов в линейных электрических цепях с одним и двумя

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	накопителями и синусоидальными источниками; - расчета и анализа переходных процессов в линейных электрических цепях с одним и двумя накопителями и источниками сигнала сложной формы.
15	Расчет переходных процессов с применением интеграла Дюамеля. В результате работы на практическом занятии студент получает навык: - расчета и анализа переходных процессов в линейных электрических цепях с одним и двумя накопителями и источниками сигнала сложной, прерывистой формы.
16	«Некорректные» задачи при расчете переходных процессов. В результате работы на практическом занятии студент получает навык: - решения «некорректных» задач на переходные процессы классическим методом с использованием обобщенных законов коммутации; - решения «некорректных» задач на переходные процессы операторным методом.
17	Расчет переходных процессов методом переменных состояния. В результате работы на практическом занятии студент получает навык: - составления систем уравнений, используемых при анализе переходных процессов в электрических цепях «машинными» методами.
18	Линейные электрические цепи при несинусоидальных воздействиях. В результате работы на практическом занятии студент получает навык: - расчета установившихся режимов в линейных электрических цепях с источниками периодических сигналов несинусоидальной формы; - расчета показаний измерительных приборов, используемых в таких цепях.
19	Трехфазные электрические цепи. Нормальные и аварийные режимы работы. В результате работы на практических занятиях студент получает навык: - расчета и анализа рабочих режимов в простейших трехфазных цепях с нагрузкой, соединенной «звездой» или «треугольником»; - расчета и анализа аварийных режимов в простейших трехфазных цепях с нагрузкой, соединенной «звездой» или «треугольником»; - расчета сложных трехфазных цепей.
20	Матрично-топологический метод расчета сложных электрических цепей. В результате работы на практических занятиях студент получает навык: - составления матричных уравнений электрической цепи топологическими методами, с использованием узловой матрицы (матрицы счений) и матрицы соединений; - составления матричных уравнений для расчета цепи методами контурных токов и узловых потенциалов, реализыемыми на компьютерной технике.
21	Несинусоидальные напряжения и токи в трехфазных цепях. В результате работы на практических занятиях студент получает навык: - расчета и анализа режимов работы трехфазных цепей с источниками сигнала периодической, но несинусоидальной формы; - расчета показаний измерительных приборов в таких цепях.
22	Гармонический режим в линии с распределенными параметрами (длинной линии). В результате работы на практических занятиях студент получает навык: - расчета вторичных и первичных параметров линии; - расчета входного сопротивления линии, к которой подключена нагрузка; - расчета дополнительных индуктивностей, обеспечивающих передачу сигнала по линии без искажений; - расчета и анализа процессов в электричкой цепи, содержащей длинную линию, с использованием уравнений линии, записываемых в различных оптимальных формах для различных режимов работы линии.
23	Расчет переходных процессов в длинной линии. В результате работы на практических занятиях студент получает навык:

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	- расчета и анализа переходных процессов в линиях, подключаемых к источнику, при наличии накопителдей энергии в начале линии; - расчета и анализа переходных процессов в линиях, подключаемых к источнику, при наличии накопителей энергии в конце линии, с использованием схемы Петерсена; - расчета и анализа процессов, происходящих при переходе волны с одной линии на вторую при наличии неоднородностей в месте перехода; - расчета и анализа переходных процессов в линии при подключении/отключении нагрузки.
24	Нелинейные цепи переменного тока. В результате работы на практических занятиях студент получает навык: - выполнения аппросимаций нелинейных характеристик; - навыки расчета схем с нелинейными резистивными элементами, инерциоными и безинерционными.
25	Схемы выпрямления переменного тока. В результате работы на практических занятиях студент получает навык: - расчета параметров простейших схем выпрямления переменного тока; - навыки расчета коэффициентов, характеризующих качество выпрямления.
26	Цепь переменного тока с элементами, обладающими нелинейной вебер-амперной характеристикой (катушка со стальным сердечником, обмотка трансформатора). В результате работы на практических занятиях студент получает навык: - определения параметров схем замещения катушки с ферромагнитным сердечником; - расчета и анализа процессов, происходящих в цепях с подобными элементами.
27	Феррорезонансы. В результате работы на практических занятиях студент получает навык: - расчета и анализа процессов в последовательной феррорезонансной цепи; - расчета и анализа процессов в параллельной феррорезонансной цепи;
28	Переходные процессы в нелинейных цепях. В результате работы на практических занятиях студент получает навык: - расчета и анализа переходных процессов в нелинейной электрической цепи методом интегрируемой аналитической аппроксимации; - расчета и анализа переходных процессов в нелинейной электрической цепи методами условной линеаризации и кусочно-линейной аппроксимации; - составления уравнений для расчета переходного процесса в нелинейной электрической цепи методом переменных состояния .
29	Электростатическое поле. В результате работы на практических занятиях студент получает навык: - расчета и анализа простейших электростатических полей – поля точечного заряда, поля заряженной оси, поля двухпроводной линии, поля заряженного шара и др.; - применения метода зеркальных изображений.
30	Поле постоянного тока в проводящей среде. В результате работы на практических занятиях студент получает навык: - расчета и анализа электрического поля тока в вакууме и в проводящей среде; - расчета напряжения прикосновения и шагового напряжения, вызванногго стеканием тока с фундамента опоры при коротком замыкании на нее; - расчета электрической емкости простейших накопителей энергии.
31	Магнитное поле постоянного тока. В результате работы на практических занятиях студент получает навык: - расчета и анализа магнитного поля проводника с током; - расчета и анализа магнитного поля двухпроводной линии; - определения пути магнитных силовых линий в воздушных зазорах и магнитного потока в

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	воздущной дыре; - определения индуктивности и взаимной индуктивности катушек.
32	Переменное электромагнитное поле. В результате работы на практических занятиях студент получает навык: - раскрытия операция взятия дивергенции и ротора в дкартовой системе координат; - применения уравнений Максвелла при решении задач электротехники; - вычисления величины и определения направления вектора Пойнтинга для одиночного провода, двухпроводной линии.

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 расчетно-графической работы.
5	Подготовка к промежуточной аттестации.
6	Подготовка к текущему контролю.

4.4. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

2 семестр

1. Определить, сколько ветвей, узлов, контуров и независимых контуров содержится в цепи. Составить уравнения по второму закону Кирхгофа для всех возможных контуров цепи, считая положительным направлением обхода — по часовой стрелке.?

2. Определить, сколько ветвей, узлов, контуров и независимых контуров содержится в цепи. Составить уравнения по первому закону Кирхгофа для узлов 1... 3 и по второму закону Кирхгофа — для трех независимых контуров, направления обхода которых (НО1... НОЗ) указаны на схеме цепи.

3. Рассчитать токи в ветвях цепи методом уравнений Кирхгофа при следующих значениях пара-метров ее элементов: Д = 260 В; Е2 = 80 В; R1 = 220 Ом; R2 = = 40 Ом; R3 = 780 Ом; R4 = 1,2 кОм; R5 = 0,8 кОм; = 0; R6 = 20 Ом. Рассчитать баланс мощностей.

4. Определить токи в ветвях цепи методом уравнений Кирхгофа при следующих значениях параметров ее элементов: Ех = 10О В; Е2 = 50 В; Rx = R4 = - 100 Ом; R2 = 50 Ом; R3 = 150 Ом; R5 = 600 Ом; R6 = 10 Ом; R7= 10. Рассчитать баланс мощностей.

5. Определить токи в ветвях цепи методами наложения и двух узлов при следующих значениях параметров ее элементов: Ех = 60 В; Е2 = 80 В; R1 =

100 Ом; R2 - 40 Ом; R3= 150 Ом; R4 = 20 Ом; R5 = 250 Ом; R6 = 10 Ом; R7= 20 Ом. Указать, в каких режимах работают источники цепи и каково направление тока в сопротивлении R5.

6. Определить токи в ветвях цепи методами контурных токов и двух узлов при следующих значениях параметров ее элементов: Ех - 50 В; Е2 = 25 В; R1 = 75 Ом; R2 = 40 Ом; R3 = 150 Ом; R4 = 50 Ом; R5 = 100 Ом; Найти узловое напряжение С/АБ, указать, в каких режимах работают источники энергии цепи и каково направление тока в сопротивлении Т?5.

7. Определить токи в буферной аккумуляторной батарее, генераторе и потребителе, если генератор с ЭДС Ех = 122 В и внутренним сопротивлением R1 = 0,25 Ом и аккумуляторная батарея с Е2 = 120 В и R2 = 0,4 Ом соединены параллельно и питают потребитель, эквивалентное сопротивление которого R3 = 15 Ом.

8. Аккумуляторная батарея при автономной работе разрядилась до 115 В. Определить токи в цепи при подключении ее к генератору по схеме: Ех = 10О В; Е2 = 50 В; Rx = R4 = - 100 Ом; R2 = 50 Ом; R3 = 150 Ом; R5 = 600 Ом; R6 = 10 Ом.

9. Схема буферного питания автомобиля представлена на рис. 5.5. Определить силу тока зарядки аккумулятора автомобиля и соответствующие токи в генераторе и нагрузке, если ЭДС генератора Ех = 14 В, его внутреннее сопротивление R1 = 0,1 Ом, ЭДС аккумуляторной батареи Е2 = 12 В, ее внутреннее сопротивление.

10. Рассчитать токи в цепи методом контурных токов при следующих значениях ее параметров: Е 1 = 35 В; Е2 = 63 В; R1 = 30 Ом; R2 = 15 Ом, R3 = 25 Ом; R4 = 2 Ом. Сделать проверку правильности расчета.

3 семестр

1. Катушка индуктивности (с параметрами Rк = 150 Ом и LK = 0,5 Гн) и параллельно присоединенный к ней резистор с сопротивлением R = 200 Ом питаются от источника переменного тока напряжением U= 100 sin 314П. Вычислить токи ветвей, ток источника, угол сдвига фаз между напряжением и током источника и полное сопротивление цепи.

2. К источнику переменного тока с частотой 50 Гц присоединены две ветви: первая содержит активное сопротивление R = 70 Ом и индуктивность L, а вторая — только емкость С. Коэффициент мощности первой ветви 0,57, а всей цепи 0,92. Определить Z и С.

3. Двигатель, работающий при напряжении 220 В и частоте 400 Гц, имеет активную мощность 150 кВт. К его выводам присоединили

конденсатор емкостью 500 мкФ. При этом коэффициент мощности цепи повысился до 0,87. Определить коэффициент мощности двигателя до присоединения к нему конденсатора.

4. Участок цепи переменного тока с напряжением U=220 В и частотой f= 50 Гц представляет собой параллельное соединение катушки индуктивности (R = 10 Ом и Z = 30 мГн) и идеального конденсатора с емкостью С = 70 мкФ. Определить общий ток и токи в ветвях, активную, реактивную и полную мощности катушки, конденсатора и всей цепи.

5. Участок цепи переменного тока с напряжением U=220 В и частотой f= 50 Гц представляет собой параллельное соединение катушки индуктивности (R = 15 Ом и Z = 45 мГн) и идеального конденсатора с емкостью С = 80 мкФ. Определить резонансную частоту.

6. Электрическая цепь, состоящая из трех параллельно соединенных ветвей, включена на напряжение U = 310 sin 314П. Первая ветвь цепи состоит из катушки индуктивности с параметрами R = 170 Ом и L = 0,5 Гн, вторая представляет собой последовательное соединение катушки индуктивности (R2 = 130 Ом и L2 = 0,1 Гн) и конденсатора (С = 60 мкФ), а третья ветвь содержит резистор с сопротивлением R3 = 200 Ом. Определить токи в схеме , их активные и реактивные составляющие и мощности цепи. Построить векторную диаграмму цепи.?

7. Электрическая цепь, состоящая из трех параллельно соединенных ветвей, включена на напряжение U = 340 sin 314П. Первая ветвь цепи состоит из катушки индуктивности с параметрами R = 190 Ом и L = 0,7 Гн, вторая представляет собой последовательное соединение катушки индуктивности (R2 = 170 Ом и L2 = 0,2 Гн) и конденсатора (С = 60 мкФ), а третья ветвь содержит резистор с сопротивлением R3 = 300 Ом. Определить полное сопротивление цепи, коэффициент мощности и параметры эквивалентной неразветвленной цепи.

8. К источнику питания с напряжением 220 В и частотой 50 Гц подключена цепь, содержащая две параллельные ветви. Первая ветвь имеет активно-индуктивный характер и потребляет мощность 200 Вт при коэффициенте мощности 0,7. Вторая ветвь содержит конденсатор, активным сопротивлением которого можно пренебречь. Определить емкость конденсатора, если коэффициент мощности всей цепи 0,95.

9. Определить параметры эквивалентной последовательной цепи при частоте сети f= 50 Гц, которой можно заменить параллельное соединение идеального конденсатора емкостью 25 мкФ и активного сопротивления 200 Ом. Найти коэффициент мощности цепи.

10. Обмотка возбуждения двигателя подключена к источнику питания, установленная мощность которого 200 В А, напряжение 220 В и частота 50 Гц. Обмотка возбуждения потребляет мощность 100 Вт и имеет коэффициент мощности 0,7. Для повышения коэффициента мощности параллельно обмотке возбуждения двигателя подключен конденсатор емкостью 3 мкФ. Определить максимальное сопротивление, которое можно подключить параллельно нагрузке источника, чтобы его мощность не превысила установленную. Найти коэффициент мощности цепи.

4 семестр

1. Фазы симметричного трехфазного электродвигателя с сопротивлениями ZA = ZB = ZC = (45 + j'35) Ом соединены звездой и включены в сеть трехфазного тока с фазным напряжением 220 В. Определить линейные токи цепи и активную мощность электродвигателя. Схема соединения обмоток трехфазного генератора двигателя. Построить векторную диаграмму.

2. Трехфазный электродвигатель, фазы которого соединены звездой, питается от трехфазной сети с фазным напряжением 220 В. Двигатель развивает механическую мощность 10 кВт при коэффициенте полезного действия 0,85. Коэффициент мощности фазы двигателя равен 0,83. Составить схему замещения цепи и вычислить линейные токи. Определить параметры схемы замещения двигателя. Построить векторную диаграмму цепи.

3. Три активных сопротивления по 85 Ом соединены треугольником и включены в сеть трехфазного тока с линейным напряжением 380 В. Определить фазные и линейные токи, мощность каждой фазы и всей цепи. Построить векторную диаграмму.

4. Трехфазный симметричный потребитель, соединенный треугольником, питается от трехфазной сети с линейным напряжением 380 В и потребляет мощность 15 кВт. Сопротивление каждой фазы 25 Ом. Определить фазные и линейные токи цепи, активную и реактивную составляющие сопротивления фазы, коэффициент мощности, угол сдвига фаз между напряжением и током фазы, полную мощность потребителя. Построить векторную диаграмму.

5. Симметричный трехфазный приемник энергии с активными сопротивлениями ZA = ZB = Zc = R питается от симметричного трехфазного генератора. Линейное напряжение U = 380 В. Определить показания вольтметра, включенного между точками N и N', в следующих случаях:

а) приемник включен полностью;

б) короткое замыкание фазы B';

в) обрыв в фазе A'.

6. Симметричный трехфазный приемник энергии с активными сопротивлениями ZA = ZB = Zc = R питается от симметричного трехфазного генератора. Линейное напряжение U = 380 В. Определить, как изменятся токи в схеме в следующих случаях:

а) приемник включен полностью;

б) обрыв в фазе А при наличии нулевого провода.

Найти, чему равен в этих случаях ток в нулевом проводе.

7. Лампы накаливания общей мощностью 1,8 кВт распределены на три группы и соединены звездой. Полученный таким образом трехфазный приемник включен в четырехпроводную сеть трехфазного тока с линейным напряжением 380 В. При этом отношение токов в фазах приемника ГА.ГВ.ГС = 1:2:3. Определить токи в линейных проводах и в нейтральном проводе. Построить векторную диаграмму.

8. Трехфазный приемник, соединенный звездой, присоединен к четырехпроводной сети с фазным напряжением 220 В. Мощность, потребляемая фазой А, составляет 3 кВт при cosu= = 0,87; мощность, потребляемая фазой В — 2 кВт при cosu= = 0,8; мощность, потребляемая фазой С — 1,5 кВт при cosu = = 0,9. Определить токи во всех проводах и построить векторную диаграмму цепи, учитывая, что (рА, срв и <рс — положительные углы.

10. Электрические лампы накаливания общей мощностью 4 кВт распределены на три группы (фазы) и присоединены треугольником к трехфазной сети с линейным напряжением 220 В (см. рис. 13.3). Распределение мощности ламп по фазам следующее: фаза А — 500 Вт; фаза В — 1500 Вт; фаза С — 2000 Вт. Определить фазные и линейные токи. Построить векторную диаграмму.

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа

1	Атабеков, Г. И. Основы теории цепей : учебник для вузов / Г. И. Атабеков. — 8-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 424 с. — ISBN 978-5-507-47753-1	https://e.lanbook.com/book/415049 (дата обращения: 02.09.2025)
2	Атабеков, Г. И. Основы теории цепей / Г. И. Атабеков. — 7-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 424 с. — ISBN 978-5-507-45036-7.	https://e.lanbook.com/book/256100 (дата обращения: 31.01.2024).
3	Аполлонский, С. М. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле : учебное пособие / С. М. Аполлонский. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 592 с. — ISBN 978-5-8114-1155-9.	https://e.lanbook.com/book/210824 (дата обращения: 31.01.2024).
4	Теоретические основы электротехники. Нелинейные электрические цепи. Электромагнитное поле : учебное пособие / Г. И. Атабеков, С. Д. Купалян, А. Б. Тимофеев, С. С. Хухриков ; под редакцией Г. И. Атабекова. — 7-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 432 с. — ISBN 978-5-8114-5176-0.	https://e.lanbook.com/book/134338 (дата обращения: 31.01.2024).
5	Сборник задач по основам теоретической электротехники : учебное пособие / под редакцией Ю.А. Бычкова [и др.]. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 400 с. — ISBN 978-5-8114-1157-3.	https://e.lanbook.com/book/210608 (дата обращения: 31.01.2024).
6	Потапов, Л. А. Теоретические основы электротехники: краткий курс : учебное пособие / Л. А. Потапов. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 376 с. — ISBN 978-5-8114-2089-6.	https://e.lanbook.com/book/212393 (дата обращения: 31.01.2024).
7	Теоретические основы электротехники : учебно-методическое пособие / С. П. Власов, В. В. Волынцев, Б. И. Косарев, Е. В. Кручинин. — Москва : РУТ (МИИТ), 2019 — Часть 1 : Линейные электрические цепи постоянного и синусоидального тока — 2019. — 36 с.	https://e.lanbook.com/book/175716 (дата обращения: 31.01.2024).

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

Официальный сайт РУТ (МИИТ) (https://miit.ru/);

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

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (http://library.miit.ru)

Российская Государственная Библиотека (http://www.rsl.ru);

Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (https://elanbook.com/);

Образовательная платформа «Юрайт» (https://urait.ru/).

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

1. Операционная система Microsoft Windows;
2. Microsoft Office;
3. ЭИОС РУТ МИИТ;
4. Microsoft Teams;
5. электронная почта;
6. Hiper Scientific Calculator;
7.Mathcad.

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

1.Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, оснащенные компьютерной техникой и набором демонстрационного оборудования.

2.Учебные аудитории для проведения практических занятий, оснащенные меловой или маркерной доской или компьютерной техникой и набором демонстрационного оборудования.

3.Помещения для проведения лабораторных работ, оснащенные специализированными лабораторными стендами с набором необходимого оборудования для изучения линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного токов, переходных процессов в электрических цепях и в длинных линиях.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 3 семестре.
Экзамен во 2, 4 семестрах.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

доцент, доцент, к.н. кафедры
«Электроэнергетика транспорта»
Института железнодорожного
транспорта А.В. Симаков

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЭЭТ М.В. Шевлюгин

Председатель учебно-методической
комиссии Н.А. Андриянова