

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 бакалавриата
по направлению подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Теоретические основы электротехники

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 РУТ (МИИТ)
ID подписи: 3221
Подписал: заведующий кафедрой Шевлюгин Максим
Валерьевич
Дата: 01.06.2022

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 разветвленных цепей синусоидального тока, в том числе цепей с взаимной индукцией;
- освоение классических и операторных 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 токах 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, изучение 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):

ОПК-3 - Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и

экспериментального исследования при решении профессиональных задач;

ОПК-4 - Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин;

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

ПК-4 - Способен применять знания в области электротехники, электроники и цифровых технологий при решении профессиональных задач .

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:

Владеть опытом определения первичных параметров электрических цепей различного назначения, со-ставления расчетных электрических схем (схем заме-щения), расчёта вторичных (характеристических) па-раметров этих цепей. Владеть опытом проведения экспериментальных исследований в электрических цепях различного назначения.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 13 з.е. (468 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):	150	50	24	76
В том числе:				
Занятия лекционного типа	84	34	16	34
Занятия семинарского типа	66	16	8	42

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 318 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 Рассматриваемые вопросы: - основные понятия (потенциал, напряжение, ток, ЭДС); - элементы электрической цепи и их схемы замещения, компонентные уравнения; - основные законы теории 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).

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
2	<p>Нелинейные электрические цепи постоянного тока.</p> <p>Рассматриваемы вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вольтамперные 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	<p>Магнитные цепи постоянного тока.</p> <p>Рассматриваемые вопросы.</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные величины, характеризующие магнитное поле; - ферромагнитные материалы; - основные уравнения методы, используемые при расчете магнитных цепей постоянного тока; - аналогии между электрическими и магнитными величинами.
4	<p>Цепи однофазного синусоидального тока.</p> <p>Рассматриваемые вопросы.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>Символический метод.</p> <p>Рассматриваемы вопросы.</p> <ul style="list-style-type: none"> - мнимая единица, комплексные 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; - основные методы расчета в комплексной форме записи; - комплексная мощность, уравнение баланса мощностей в комплексной форме; - расчет, векторные и топографические диаграммы сложных цепей.
6	<p>Резонансные явления в электрических цепях.</p> <p>Рассматриваемые вопросы.</p> <ul style="list-style-type: none"> - определение резонанса; - резонанс напряжений, условие резонанса, векторная диаграмма, волновое сопротивление и добротность резонансного контура, резонансные кривые и частотные характеристики; - резонанс токов, условие получения, частные случаи, векторные диаграммы и частотные характеристики, безразличный резонанс; - резонансы в сложных электрических цепях.
7	<p>Расчет цепей с взаимной индукцией.</p> <p>Рассматриваемые вопросы.</p> <ul style="list-style-type: none"> - явление взаимоиндукции; - согласное и встречное включение индуктивно связанных элементов; - законы Кирхгофа для цепей с индуктивно связанными элементами; - «развязка» магнитных связей; - линейный трансформатор, уравнения и векторная диаграмма, схема замещения.
8	<p>Переходные процессы в электрических цепях. Классический метод расчета.</p> <p>Рассматриваемые вопросы.</p> <ul style="list-style-type: none"> - независимые и зависимые начальные значения; - законы коммутации; - принужденные и свободные составляющие переходных токов/напряжений;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- алгоритм расчета цепей с одним и двумя накопителями энергии.
9	<p>Операторный метод.</p> <p>Рассматриваемые вопросы.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>Некорректные задачи. Интеграл Дюамеля. Метод переменных состояния.</p> <p>Рассматриваемые вопросы.</p> <ul style="list-style-type: none"> - некорректные задачи при расчете цепей с индуктивными элементами, первый обобщенный 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	<p>Электрические цепи трехфазного тока.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - трехфазная 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	<p>Метод симметричных составляющих.</p> <p>Рассматриваемые вопросы.</p> <ul style="list-style-type: none"> - симметричные системы прямой, обратной и нулевой последовательностей; - разложение несимметричной системы электрических величин на симметричные составляющие; - сопротивление основных элементов трехфазных систем токам разных последовательностей; - расчет рабочих и аварийных режимов работы трехфазной цепи методом симметричных составляющих.
13	<p>Несинусоидальные токи и напряжения в линейных однофазных цепях.</p> <p>Рассматриваемые вопросы.</p> <ul style="list-style-type: none"> - разложение периодических несинусоидальных величин 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; - резонансные явления в таких цепях.
14	<p>Несинусоидальное напряжение и токи в трехфазных сетях.</p> <p>Рассматриваемые вопросы.</p> <ul style="list-style-type: none"> - особенности работы трехфазных систем, вызываемые гармониками, кратными трем; - ферромагнитный утроитель частоты.
15	<p>Пассивные четырехполюсники.</p> <p>Рассматриваемые вопросы.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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)

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	параметры четырехполосника; - расчет схем с четырехполосниками; - схемы соединения четырехполосников, 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 параметров элементов фильтра по известному сопротивлению нагрузки и полосе пропускания.
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 накопителей 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 нелинейных элементов, 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;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> - теорема Гаусса, уравнения Пуассона и Лапласа, граничные условия; - метод зеркальных изображений; - электростатическое поле точечного заряда, заряженной оси, двухпроводной линии; - основные задачи электростатики.
22	<p>Электрическое поле тока в проводящей среде.</p> <p>Рассматриваемые вопросы.</p> <ul style="list-style-type: none"> - плотность тока и ток; - закон Ома, первый и второй законы Кирхгофа в дифференциальной форме, закон Джоуля-Ленца в дифференциальной форме; - уравнение Лапласа, граничные условия; - аналогия между электростатическим полем и полем постоянного тока.
23	<p>Магнитное поле постоянного тока в проводящей среде.</p> <p>Рассматриваемые вопросы.</p> <ul style="list-style-type: none"> - закон полного тока в интегральной и дифференциальной формах; - закон Био – Савара – Лапласа, действие магнитного поля на проводник с током; - принцип непрерывности магнитного поля; - скалярный и векторный магнитные потенциалы; - магнитное поле постоянного тока и двухпроводной линии; - уравнение Лапласа, граничные условия; - аналогии между электростатическим полем и магнитным полем постоянного тока; - основные задачи расчета магнитных полей.
24	<p>Переменное электромагнитное поле.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>Экспериментальная проверка некоторых методов расчета электрических цепей.</p> <p>В результате выполнения лабораторных работ студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проведения экспериментальных исследований; - обработки и анализа экспериментальных данных, <p>закрепляет теоретические знания по теме лабораторного занятия.</p>
2	<p>Цепи однофазного синусоидального тока. Последовательное соединение активного и реактивного сопротивлений.</p> <p>В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проведения экспериментальных исследований; - обработки и анализа экспериментальных данных, <p>закрепляет теоретические знания по теме лабораторного занятия.</p>
3	<p>Параллельное соединение активного и реактивного сопротивлений.</p> <p>В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проведения экспериментальных исследований; - обработки и анализа экспериментальных данных, <p>закрепляет теоретические знания по теме лабораторного занятия.</p>

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
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.

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 преобразований.
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: - 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 обратная 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 тригонометрических соотношений; - расчета показаний 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.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
10	<p>Векторные и топографические диаграммы. Баланс мощностей в комплексной форме. В результате работы на практических занятиях студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - построения и анализа векторных и топографических диаграмм для цепей синусоидального тока; - проверки правильности выполненных символическим методом расчетов балансом мощностей, записанным в комплексной форме.
11	<p>Резонанс напряжений. Резонанс токов. В результате работы на практических занятиях студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - расчета и анализа резонансных явлений в последовательной цепи; - расчета и анализа резонансных явлений в параллельной цепи; - определения условий возникновения резонанса в сложной цепи.
12	<p>Расчет разветвленной цепи синусоидального тока с взаимной индукцией. В результате работы на практических занятиях студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - расчета и анализа простейших цепей со взаимной индуктивным влиянием (последовательных цепей, цепей с параллельными ветвями с индуктивностями); - расчета и анализа сложных цепей со взаимной индуктивным влиянием; - построения и анализа векторных и топографических диаграмм для таких цепей; - расчет схем с линейными трансформаторами.
13	<p>Классический метод расчета переходных процессов. В результате работы на практических занятиях студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 электрической цепи и решения обратной задачи; - решения «некорректных» задач на переходные процессы с использованием обобщенных законов коммутации.
14	<p>Операторный метод расчета переходных процессов. В результате работы на практических занятиях студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 накопителями и синусоидальными источниками; - расчета и анализа переходных процессов в линейных электрических цепях с одним и двумя накопителями и источниками сигнала сложной формы.
15	<p>Расчет переходных процессов с применением интеграла Дюамеля. В результате работы на практическом занятии студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - расчета и анализа переходных процессов в линейных электрических цепях с одним и двумя накопителями и источниками сигнала сложной, прерывистой формы.
16	<p>«Некорректные» задачи при расчете переходных процессов. В результате работы на практическом занятии студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - решения «некорректных» задач на переходные процессы классическим методом с использованием обобщенных законов коммутации; - решения «некорректных» задач на переходные процессы операторным методом.
17	<p>Расчет переходных процессов методом переменных состояния. В результате работы на практическом занятии студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - составления систем уравнений, используемых при анализе переходных процессов в электрических цепях «машинными» методами.
18	<p>Линейные электрические цепи при несинусоидальных воздействиях.</p>

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	<p>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - расчета установившихся режимов в линейных электрических цепях с источниками периодических сигналов несинусоидальной формы; - расчета показаний измерительных приборов, используемых в таких цепях.
19	<p>Трехфазные электрические цепи. Нормальные и аварийные режимы работы.</p> <p>В результате работы на практических занятиях студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>Матрично-топологический метод расчета сложных электрических цепей.</p> <p>В результате работы на практических занятиях студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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, реализуемыми на компьютерной технике.
21	<p>Несинусоидальные напряжения и токи в трехфазных цепях.</p> <p>В результате работы на практических занятиях студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - расчета и анализа режимов работы трехфазных цепей с источниками сигнала периодической, но несинусоидальной формы; - расчета показаний измерительных приборов в таких цепях.
22	<p>Гармонический режим в линии с распределенными параметрами (длинной линии).</p> <p>В результате работы на практических занятиях студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 электрической цепи, содержащей длинную линию, с использованием уравнений линии, записываемых в различных оптимальных формах для различных режимов работы линии.
23	<p>Расчет переходных процессов в длинной линии.</p> <p>В результате работы на практических занятиях студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - расчета и анализа переходных процессов в линиях, подключаемых к источнику, при наличии накопителей 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	<p>Нелинейные цепи переменного тока.</p> <p>В результате работы на практических занятиях студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выполнения аппроксимаций нелинейных характеристик; - навыки расчета схем с нелинейными резистивными элементами, инерционными и безинерционными.
25	<p>Схемы выпрямления переменного тока.</p> <p>В результате работы на практических занятиях студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> - расчета параметров простейших схем выпрямления переменного тока; - навыки расчета коэффициентов, характеризующих качество выпрямления.
26	<p>Цепь переменного тока с элементами, обладающими нелинейной вольт-амперной характеристикой (катушка со стальным сердечником, обмотка трансформатора).</p>

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	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, вызванного 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 воздушной 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	выполнение РГР
2	подготовка к лабораторным работам
3	подготовка к практическим занятиям
4	работа с лекционным материалом и литературой

№ п/п	Вид самостоятельной работы
5	Подготовка к лабораторным учебно-исследовательским работам
6	Подготовка к промежуточной аттестации.
7	Подготовка к текущему контролю.

4.4. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

1. Методы расчета линейных цепей постоянного тока.
2. Символический метод расчета цепей синусоидального тока.
3. Расчет переходного процесса в цепи синусоидального тока с одним накопителем энергии при ненулевых начальных условиях.
4. Расчет трехфазной цепи.
5. Расчет нелинейной цепи, содержащей катушку с ферромагнитным сердечником.
6. Расчет переходного процесса в электрической цепи, содержащей линию с распределенными параметрами.

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Теоретические основы электротехники Л.А. Бессонов Однотомное издание 2006	НТБ (уч.3); НТБ (фб.); НТБ (чз.1); НТБ (чз.2); НТБ (чз.4)
2	Основы теории цепей Г.И. Атабеков Однотомное издание 2006	НТБ (уч.3); НТБ (фб.); НТБ (чз.2)
3	Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи [Электронный ресурс] Г. И. Атабеков. Учебник Лань	НТБ (уч.3); НТБ (уч.4); НТБ (уч.6); НТБ (фб.)
4	Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле [Электронный ресурс] С. М. Аполлонский. Учебник Лань	НТБ (уч.3); НТБ (уч.4); НТБ (уч.6); НТБ (фб.); НТБ (чз.2); НТБ (чз.4)
5	Теоретические основы электротехники. Нелинейные электрические цепи. Электромагнитное поле [Электронный ресурс] С. С. Хухриков Учебное пособие Лань , 2010	Электронный ресурс - ЭБС "Лань"
1	Теоретические основы электротехники: Электромагнитное поле : учебник для студентов вузов. Ч. 3 Л.А. Бессонов. Учебник М. : Высш. шк , 1978	НТБ (уч.3); НТБ (фб.); НТБ (чз.1); НТБ (чз.2); НТБ (чз.4)
2	Теоретические основы электротехники. Интернет- тестирование базовых знаний - 329 с. ISBN 978-5-8114-	Электронный ресурс - ЭБС "Лань"

	1205-1 П. А. Бутырин , Н. В. Коровкин. Лань , 2012	
3	Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле : учебник Л.А. Бессонов. Учебник М. : Гардарики , 2003	НТБ (уч.3); НТБ (фб.); НТБ (чз.2)

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. Специализированная программа 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:

профессор, профессор, д.н. кафедры
«Электроэнергетика транспорта»

С.П. Власов

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЭЭТ

М.В. Шевлюгин

Председатель учебно-методической
комиссии

С.В. Володин