

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



Рабочая программа дисциплины (модуля),  
как компонент образовательной программы  
высшего образования - программы специалитета  
по специальности  
23.05.05 Системы обеспечения движения поездов,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**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 РУТ (МИИТ)  
ID подписи: 3221  
Подписал: заведующий кафедрой Шевлюгин Максим  
Валерьевич  
Дата: 06.06.2023

## 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):

**ПК-5** - 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 15 з.е. (540 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):	272	68	102	102

В том числе:				
Занятия лекционного типа	102	34	34	34
Занятия семинарского типа	170	34	68	68

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 268 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).
2	Нелинейные электрические цепи постоянного тока. Рассматриваемые вопросы: - 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	Магнитные цепи постоянного тока. Рассматриваемые вопросы: - основные величины, характеризующие магнитное поле; - ферромагнитные материалы; - основные уравнения и методы, используемые при расчете магнитных цепей постоянного тока; - аналогии между электрическими и магнитными величинами.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
4	<p><b>Цепи однофазного синусоидального тока.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- синусоидальных ток, характеристики синусоидального тока, его получение;</li> <li>- активное сопротивление, индуктивность и емкость в цепи синусоидального тока;</li> <li>- последовательная цепь синусоидального тока;</li> <li>- мощность в цепях синусоидального тока;</li> <li>- тригонометрический способ расчета простейших цепей синусоидального тока.</li> </ul>
5	<p><b>Символический метод.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- мнимая единица, комплексные числа, математические действия с ними;</li> <li>- представление синусоидальных функций времени в виде проекций вращающихся векторов;</li> <li>- законы Ома в комплексной форме записи и векторные диаграммы для активного сопротивления, индуктивного и емкостного элементов;</li> <li>- представление потенциалов и разности потенциалов на комплексной плоскости;</li> <li>- основные методы расчета в комплексной форме записи;</li> <li>- комплексная мощность, уравнение баланса мощностей в комплексной форме;</li> <li>- расчет, векторные и топографические диаграммы сложных цепей.</li> </ul>
6	<p><b>Резонансные явления в электрических цепях.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определение резонанса;</li> <li>- резонанс напряжений, условие резонанса, векторная диаграмма, волновое сопротивление и добротность резонансного контура, резонансные кривые и частотные характеристики;</li> <li>- резонанс токов, условие получения, частные случаи, векторные диаграммы и частотные характеристики, безразличный резонанс;</li> <li>- резонансы в сложных электрических цепях.</li> </ul>
7	<p><b>Расчет цепей с взаимной индукцией.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- явление взаимоиндукции;</li> <li>- согласное и встречное включение индуктивно связанных элементов;</li> <li>- законы Кирхгофа для цепей с индуктивно связанными элементами;</li> <li>- «развязка» магнитных связей;</li> <li>- линейный трансформатор, уравнения и векторная диаграмма, схема замещения.</li> </ul>
8	<p><b>Переходные процессы в электрических цепях. Классический метод расчета.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- независимые и зависимые начальные значения;</li> <li>- законы коммутации;</li> <li>- принужденные и свободные составляющие переходных токов/напряжений;</li> <li>- алгоритм расчета цепей с одним и двумя накопителями энергии.</li> </ul>
9	<p><b>Операторный метод.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- прямое и обратное преобразования Лапласа;</li> <li>- таблица основных операторных соотношений;</li> <li>- операторные схемы замещения элементов электрической цепи;</li> <li>- основные законы теории цепей и методы расчета цепей в операторном виде;</li> <li>- теорема разложения;</li> <li>- расчет операторным методом свободных составляющих токов/напряжений.</li> </ul>
10	<p><b>Некорректные задачи. Интеграл Дюамеля. Метод переменных состояния.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- некорректные задачи при расчете цепей с индуктивными элементами, первый обобщенный закон коммутации;</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- некорректные задачи при расчете цепей с емкостными элементами, второй обобщенный закон коммутации;</li> <li>- расчет электрических цепей при сложной форме воздействующего сигнала с применением интеграла Дюамеля;</li> <li>- расчет переходных процессов методом переменных состояния.</li> </ul>
11	<p><b>Электрические цепи трехфазного тока.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- трехфазный система ЭДС, трехфазный генератор;</li> <li>- основные схемы соединения обмоток генератора и нагрузок;</li> <li>- расчет и векторные диаграммы простейших трехфазных цепей;</li> <li>- аварийные режимы в трехфазных цепях;</li> <li>- вращающееся магнитное поле, принцип работы синхронного и асинхронного двигателей.</li> </ul>
12	<p><b>Метод симметричных составляющих.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- симметричные системы прямой, обратной и нулевой последовательностей;</li> <li>- разложение несимметричной системы электрических величин на симметричные составляющие;</li> <li>- сопротивление основных элементов трехфазных систем токам разных последовательностей;</li> <li>- расчет рабочих и аварийных режимов работы трехфазной цепи методом симметричных составляющих.</li> </ul>
13	<p><b>Несинусоидальные токи и напряжения в линейных однофазных цепях.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разложение периодических несинусоидальных величин на гармоники;</li> <li>- расчет линейных цепей с несинусоидальными источниками;</li> <li>- коэффициенты, характеризующие форму несинусоидальной величины;</li> <li>- виды мощности в подобных цепях, мощность искажения;</li> <li>- эквивалентные синусоиды, расчет цепей с их использованием;</li> <li>- резонансные явления в таких цепях.</li> </ul>
14	<p><b>Несинусоидальное напряжение и токи в трехфазных сетях.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- особенности работы трехфазных систем, вызываемые гармониками, кратными трем;</li> <li>- ферромагнитный утроитель частоты.</li> </ul>
15	<p><b>Пассивные четырехполюсники.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 6 форм записи уравнений четырехполюсника;</li> <li>- простейшие одно-, двух- и трехэлементные четырехполюсники;</li> <li>- расчет А-коэффициентов на основе опытов холостого хода и короткого замыкания;</li> <li>- схемы замещения четырехполюсников и определение их параметров;</li> <li>- уравнения четырехполюсника в гиперболической форме записи, вторичные (характеристические) параметры четырехполюсника;</li> <li>- расчет схем с четырехполюсниками;</li> <li>- схемы соединения четырехполюсников, обратная связь</li> </ul>
16	<p><b>Реактивные фильтры типа "К".</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- классификация фильтров по пропускаемым частотам;</li> <li>- условие реализуемости фильтра;</li> <li>- частотные характеристики фильтра нижних частот, фильтра верхних частот, полосового фильтра и заграждающего фильтра;</li> <li>- подбор параметров элементов фильтра по известному сопротивлению нагрузки и полосе пропускания.</li> </ul>
17	<p><b>Цепи с распределёнными параметрами. Гармонический режим работы.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы.</p>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- первичные параметры линии с распределенными параметрами (длинной линии):</li> <li>- уравнения длинной линии и их решение;</li> <li>- прямая и обратная волны;</li> <li>- вторичные (характеристические) параметры длинной линии;</li> <li>- работа линии на согласованную нагрузку;</li> <li>- линия без искажений;</li> <li>- линия без потерь;</li> <li>- линия без потерь в режиме холостого хода и короткого замыкания;</li> <li>- согласование линии с нагрузкой.</li> </ul>
18	<p>Переходные процессы в цепях с распределенными параметрами (длинных линиях). Рассматриваемы вопросы.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- уравнения линии без потерь и их решение;</li> <li>- падающая и отраженная волны в линии без потерь при переходном режиме;</li> <li>- расчет переходного процесса в линии, подключаемой к источнику, при наличии накопителей энергии в начале линии;</li> <li>- расчет переходного процесса в линии, подключаемой к источнику, при наличии накопителей энергии в конце линии, схема Петерсена;</li> <li>- переход волны через и мимо неоднородностей;</li> <li>- переходной процесс в линии при подключении/отключении нагрузки.</li> </ul>
19	<p>Нелинейные электрические и магнитные цепи переменного тока. Рассматриваемые вопросы.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- виды нелинейных элементов, аппроксимация их характеристик, аналитические и графические методы расчета цепей переменного тока с нелинейными элементами;</li> <li>- выпрямление переменного тока, основные схемы, способы сглаживания пульсаций;</li> <li>- катушка с ферромагнитным сердечником в цепи переменного тока;</li> <li>- феррорезонанс напряжений и феррорезонанс токов.</li> </ul>
20	<p>Переходные процессы в нелинейных цепях. Рассматриваемые вопросы.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные особенности переходных процессов с нелинейных цепях;</li> <li>- 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);</li> <li>- автоколебания в нелинейных цепях, период колебаний, условия их возникновения;</li> </ul>
21	<p>Электростатическое поле. Электростатическое поле. Рассматриваемые вопросы.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- закон Кулона;</li> <li>- напряженность и потенциал электрического поля, их связь, силовые и эквипотенциальные линии;</li> <li>- электростатическое поле в вакууме и диэлектрике, векторы поляризации и электрической индукции;</li> <li>- теорема Гаусса, уравнения Пуассона и Лапласа, граничные условия;</li> <li>- метод зеркальных изображений;</li> <li>- электростатическое поле точечного заряда, заряженной оси, двухпроводной линии;</li> <li>- основные задачи электростатики.</li> </ul>
22	<p>Электрическое поле тока в проводящей среде. Рассматриваемые вопросы.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- плотность тока и ток;</li> <li>- закон Ома, первый и второй законы Кирхгофа в дифференциальной форме, закон Джоуля-Ленца в дифференциальной форме;</li> <li>- уравнение Лапласа, граничные условия;</li> <li>- аналогия между электростатическим полем и полем постоянного тока.</li> </ul>
23	<p>Магнитное поле постоянного тока в проводящей среде. Рассматриваемые вопросы.</p>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- закон полного тока в интегральной и дифференциальной формах;</li> <li>- закон Био – Савара – Лапласа, действие магнитного поля на проводник с током;</li> <li>- принцип непрерывности магнитного поля;</li> <li>- скалярный и векторный магнитные потенциалы;</li> <li>- магнитное поле постоянного тока и двухпроводной линии;</li> <li>- уравнение Лапласа, граничные условия;</li> <li>- аналогии между электростатическим полем и магнитным полем постоянного тока;</li> <li>- основные задачи расчета магнитных полей.</li> </ul>
24	<p>Переменное электромагнитное поле.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- векторные характеристики электромагнитного поля, материальные уравнения среды;</li> <li>- закон полного тока, токи проводимости, переноса и смещения;</li> <li>- уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах записи;</li> <li>- теорема Умова – Пойнтинга, вектор Пойнтинга.</li> </ul>

## 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"> <li>- проведения экспериментальных исследований;</li> <li>- обработки и анализа экспериментальных данных,</li> </ul> <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"> <li>- проведения экспериментальных исследований;</li> <li>- обработки и анализа экспериментальных данных,</li> </ul> <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"> <li>- проведения экспериментальных исследований;</li> <li>- обработки и анализа экспериментальных данных,</li> </ul> <p>закрепляет теоретические знания по теме лабораторного занятия.</p>
4	<p>Резонанс в последовательной электрической цепи (резонанс напряжений).</p> <p>В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проведения экспериментальных исследований;</li> <li>- обработки и анализа экспериментальных данных,</li> </ul> <p>закрепляет теоретические знания по теме лабораторного занятия.</p>
5	<p>Резонанс в параллельной электрической цепи (резонанс токов).</p> <p>В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проведения экспериментальных исследований;</li> <li>- обработки и анализа экспериментальных данных,</li> </ul> <p>закрепляет теоретические знания по теме лабораторного занятия.</p>
6	<p>Исследование электрических цепей со взаимной индуктивностью.</p> <p>В результате выполнения лабораторной работы студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проведения экспериментальных исследований;</li> </ul>



№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	- 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; - 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,

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	закрепляет теоретические знания по теме лабораторного занятия.
16	<p>Феррорезонансы. Феррорезонанс напряжений. Феррорезонанс токов.</p> <p>В результате выполнения лабораторных работ студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проведения экспериментальных исследований;</li> <li>- обработки и анализа экспериментальных данных,</li> </ul> <p>закрепляет теоретические знания по темам лабораторных занятий.</p>
17	<p>Лабораторные учебно-исследовательские работы по индивидуальной тематике.</p> <p>В результате выполнения лабораторной учебно-исследовательской работы студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельного изучения дополнительной литературы по выбранной тематике;</li> <li>- опыта самостоятельной постановки задач, разработки плана исследований;</li> <li>- проведения экспериментальных исследований;</li> <li>- обработки и анализа экспериментальных данных,</li> </ul> <p>закрепляет теоретические знания по выбранной им самостоятельно тематике.</p>

### Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	<p>Расчет входных сопротивлений последовательно-параллельных цепей.</p> <p>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определения эквивалентных сопротивлений простейших цепей;</li> <li>- преобразования схем с целью их упрощения;</li> <li>- расчета простейших цепей с использованием эквивалентных преобразований.</li> </ul>
2	<p>Законы Кирхгофа. Потенциальные диаграммы.</p> <p>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчета электрических схем постоянного тока по законам Кирхгофа;</li> <li>- построения и анализа потенциальных диаграмм.</li> </ul>
3	<p>Метод узловых потенциалов. Метод двух узлов. Баланс мощностей.</p> <p>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчета электрических схем постоянного тока методом узловых потенциалов;</li> <li>- проверки выполненных расчетов балансом мощностей.</li> </ul>
4	<p>Метод контурных токов. Метод наложения. Входные и взаимные проводимости.</p> <p>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчета электрических схем постоянного тока методом контурных токов;</li> <li>- расчета электрических схем постоянного тока методом наложения;</li> <li>- расчета входных и взаимных проводимостей ветвей.</li> </ul>
5	<p>Метод эквивалентного генератора.</p> <p>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчета электрических схем постоянного тока методом эквивалентного генератора;</li> <li>- решения задачи передачи максимума активной мощности от активного двухполюсника к нагрузке.</li> </ul>
6	<p>Расчет нелинейных электрических цепей постоянного тока.</p> <p>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчета нелинейных цепей постоянного тока методом эквивалентного генератора;</li> <li>- расчета нелинейных цепей постоянного тока методом двух узлов.</li> </ul>
7	<p>Расчет магнитных цепей постоянного тока.</p> <p>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- построения вебер-амперных характеристик участков магнитной цепи;</li> <li>- расчета неразветвленных магнитных цепей (прямая и обратная задачи);</li> </ul>

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	- расчета разветвленной магнитной цепи методом двух узлов.
8	<p>Расчет простейших цепей синусоидального тока (тригонометрический метод).</p> <p>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчета простейших цепей синусоидального тока с использованием компонентных уравнений и тригонометрических соотношений;</li> <li>- расчета показаний измерительных приборов.</li> </ul>
9	<p>Символический метод расчета цепей синусоидального тока.</p> <p>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнения математических операций с комплексными числами;</li> <li>- расчета цепей синусоидального тока символическим методом.</li> </ul>
10	<p>Векторные и топографические диаграммы. Баланс мощностей в комплексной форме.</p> <p>В результате работы на практических занятиях студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- построения и анализа векторных и топографических диаграмм для цепей синусоидального тока;</li> <li>- проверки правильности выполненных символическим методом расчетов балансом мощностей, записанным в комплексной форме.</li> </ul>
11	<p>Резонанс напряжений. Резонанс токов.</p> <p>В результате работы на практических занятиях студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчета и анализа резонансных явлений в последовательной цепи;</li> <li>- расчета и анализа резонансных явлений в параллельной цепи;</li> <li>- определения условий возникновения резонанса в сложной цепи.</li> </ul>
12	<p>Расчет разветвленной цепи синусоидального тока с взаимной индукцией.</p> <p>В результате работы на практических занятиях студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчета и анализа простейших цепей со взаимноиндуктивным влиянием (последовательных цепей, цепей с параллельными ветвями с индуктивностями);</li> <li>- расчета и анализа сложных цепей со взаимноиндуктивным влиянием;</li> <li>- построения и анализа векторных и топографических диаграмм для таких цепей;</li> <li>- расчет схем с линейными трансформаторами.</li> </ul>
13	<p>Классический метод расчета переходных процессов.</p> <p>В результате работы на практических занятиях студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчета и анализа переходных процессов в линейных электрических цепях с одним накопителем и постоянными источниками;</li> <li>- расчета и анализа переходных процессов в линейных электрических цепях с одним накопителем и синусоидальными источниками;</li> <li>- расчета и анализа переходных процессов в линейных электрических цепях с двумя накопителями;</li> <li>- определения основных параметров переходного процесса по известным параметрам элементов электрической цепи и решения обратной задачи;</li> <li>- решения «некорректных» задач на переходные процессы с использованием обобщенных законов коммутации.</li> </ul>
14	<p>Операторный метод расчета переходных процессов.</p> <p>В результате работы на практических занятиях студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчета и анализа переходных процессов в линейных электрических цепях с одним и двумя накопителями и постоянными источниками;</li> <li>- расчета и анализа переходных процессов в линейных электрических цепях с одним и двумя накопителями и синусоидальными источниками;</li> <li>- расчета и анализа переходных процессов в линейных электрических цепях с одним и двумя накопителями и источниками сигнала сложной формы.</li> </ul>
15	<p>Расчет переходных процессов с применением интеграла Дюамеля.</p> <p>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчета и анализа переходных процессов в линейных электрических цепях с одним и двумя накопителями и источниками сигнала сложной, прерывистой формы.</li> </ul>

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
16	<p>«Некорректные» задачи при расчете переходных процессов.</p> <p>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- решения «некорректных» задач на переходные процессы классическим методом с использованием обобщенных законов коммутации;</li> <li>- решения «некорректных» задач на переходные процессы операторным методом.</li> </ul>
17	<p>Расчет переходных процессов методом переменных состояния.</p> <p>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- составления систем уравнений, используемых при анализе переходных процессов в электрических цепях «машинными» методами.</li> </ul>
18	<p>Линейные электрические цепи при несинусоидальных воздействиях.</p> <p>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчета установившихся режимов в линейных электрических цепях с источниками периодических сигналов несинусоидальной формы;</li> <li>- расчета показаний измерительных приборов, используемых в таких цепях.</li> </ul>
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"> <li>- расчета и анализа рабочих режимов в простейших трехфазных цепях с нагрузкой, соединенной «звездой» или «треугольником»;</li> <li>- расчета и анализа аварийных режимов в простейших трехфазных цепях с нагрузкой, соединенной «звездой» или «треугольником»;</li> <li>- расчета сложных трехфазных цепей.</li> </ul>
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"> <li>- составления матричных уравнений электрической цепи топологическими методами, с использованием узловой матрицы (матрицы счений) и матрицы соединений;</li> <li>- составления матричных уравнений для расчета цепи методами контурных токов и узловых потенциалов, реализуемыми на компьютерной технике.</li> </ul>
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"> <li>- расчета и анализа режимов работы трехфазных цепей с источниками сигнала периодической, но несинусоидальной формы;</li> <li>- расчета показаний измерительных приборов в таких цепях.</li> </ul>
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"> <li>- расчета вторичных и первичных параметров линии;</li> <li>- расчета входного сопротивления линии, к которой подключена нагрузка;</li> <li>- расчета дополнительных индуктивностей, обеспечивающих передачу сигнала по линии без искажений;</li> <li>- расчета и анализа процессов в электрической цепи, содержащей длинную линию, с использованием уравнений линии, записываемых в различных оптимальных формах для различных режимов работы линии.</li> </ul>
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"> <li>- расчета и анализа переходных процессов в линиях, подключаемых к источнику, при наличии накопителей энергии в начале линии;</li> <li>- расчета и анализа переходных процессов в линиях, подключаемых к источнику, при наличии накопителей энергии в конце линии, с использованием схемы Петерсена;</li> <li>- расчета и анализа процессов, происходящих при переходе волны с одной линии на вторую при наличии неоднородностей в месте перехода;</li> <li>- расчета и анализа переходных процессов в линии при подключении/отключении нагрузки.</li> </ul>

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
24	<p>Нелинейные цепи переменного тока.</p> <p>В результате работы на практических занятиях студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнения аппроксимаций нелинейных характеристик;</li> <li>- навыки расчета схем с нелинейными резистивными элементами, инерционными и безинерционными.</li> </ul>
25	<p>Схемы выпрямления переменного тока.</p> <p>В результате работы на практических занятиях студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчета параметров простейших схем выпрямления переменного тока;</li> <li>- навыки расчета коэффициентов, характеризующих качество выпрямления.</li> </ul>
26	<p>Цепь переменного тока с элементами, обладающими нелинейной вебер-амперной характеристикой (катушка со стальным сердечником, обмотка трансформатора).</p> <p>В результате работы на практических занятиях студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определения параметров схем замещения катушки с ферромагнитным сердечником;</li> <li>- расчета и анализа процессов, происходящих в цепях с подобными элементами.</li> </ul>
27	<p>Феррорезонансы.</p> <p>В результате работы на практических занятиях студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчета и анализа процессов в последовательной феррорезонансной цепи;</li> <li>- расчета и анализа процессов в параллельной феррорезонансной цепи;</li> </ul>
28	<p>Переходные процессы в нелинейных цепях.</p> <p>В результате работы на практических занятиях студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчета и анализа переходных процессов в нелинейной электрической цепи методом интегрируемой аналитической аппроксимации;</li> <li>- расчета и анализа переходных процессов в нелинейной электрической цепи методами условной линеаризации и кусочно-линейной аппроксимации;</li> <li>- составления уравнений для расчета переходного процесса в нелинейной электрической цепи методом переменных состояния .</li> </ul>
29	<p>Электростатическое поле.</p> <p>В результате работы на практических занятиях студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчета и анализа простейших электростатических полей – поля точечного заряда, поля заряженной оси, поля двухпроводной линии, поля заряженного шара и др.;</li> <li>- применения метода зеркальных изображений.</li> </ul>
30	<p>Поле постоянного тока в проводящей среде.</p> <p>В результате работы на практических занятиях студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчета и анализа электрического поля тока в вакууме и в проводящей среде;</li> <li>- расчета напряжения прикосновения и шагового напряжения, вызванного стеканием тока с фундамента опоры при коротком замыкании на нее;</li> <li>- расчета электрической емкости простейших накопителей энергии.</li> </ul>
31	<p>Магнитное поле постоянного тока.</p> <p>В результате работы на практических занятиях студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчета и анализа магнитного поля проводника с током;</li> <li>- расчета и анализа магнитного поля двухпроводной линии;</li> <li>- определения пути магнитных силовых линий в воздушных зазорах и магнитного потока в воздушной дыре;</li> <li>- определения индуктивности и взаимной индуктивности катушек.</li> </ul>
32	<p>Переменное электромагнитное поле.</p> <p>В результате работы на практических занятиях студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- раскрытия операция взятия дивергенции и ротора в дкартовой системе координат;</li> <li>- применения уравнений Максвелла при решении задач электротехники;</li> <li>- вычисления величины и определения направления вектора Пойнтинга для одиночного провода, двухпроводной линии.</li> </ul>

#### 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
5	Подготовка к лабораторным учебно-исследовательским работам
6	Выполнение расчетно-графической работы.
7	Подготовка к промежуточной аттестации.
8	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	Электронный ресурс -

	электрические цепи. Электромагнитное поле [Электронный ресурс] С. С. Хухриков Учебное пособие Лань , 2010	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 978-5-8114-1205-1 П. А. Бутырин , Н. В. Коровкин. Лань , 2012	Электронный ресурс - ЭБС "Лань"
3	Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле : учебник Л.А. Бессонов. Учебник М. : Гардарика , 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](http://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:

Экзамен во 2, 3, 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