

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

СОГЛАСОВАНО:

Выпускающая кафедра УиЗИ  
Заведующий кафедрой УиЗИ



Л.А. Баранов

05 сентября 2017 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИТТСУ



П.Ф. Бестемьянов

08 сентября 2017 г.



Кафедра «Электроэнергетика транспорта»

Автор Симаков Александр Васильевич, к.т.н., доцент

## АННОТАЦИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### «Теоретическая электротехника»

Направление подготовки:	<u>27.03.04 – Управление в технических системах</u>
Профиль:	<u>Управление и информатика в технических системах</u>
Квалификация выпускника:	<u>Бакалавр</u>
Форма обучения:	<u>очно-заочная</u>
Год начала подготовки	<u>2017</u>

<p style="text-align: center;">Одобрено на заседании Учебно-методической комиссии института Протокол № 1 06 сентября 2017 г. Председатель учебно-методической комиссии</p>  <p style="text-align: right;">С.В. Володин</p>	<p style="text-align: center;">Одобрено на заседании кафедры</p> <p>Протокол № 2 04 сентября 2017 г. Заведующий кафедрой</p>  <p style="text-align: right;">М.П. Бадёр</p>
---	--

## 1. Цели освоения учебной дисциплины

Основной целью изучения учебной дисциплины «Теоретическая электротехника» является формирование у обучающегося компетенций для следующих видов деятельности:

научно-исследовательская;  
проектно-конструкторская.

Дисциплина предназначена для получения знаний для решения следующих профессиональных задач (в соответствии с видами деятельности):

Научно-исследовательская деятельность:

анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;

участие в работах по организации и проведению экспериментов на действующих объектах по заданной методике;

обработка результатов экспериментальных исследований с применением современных информационных технологий и технических средств;

проведение вычислительных экспериментов с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления;

подготовка данных и составление обзоров, рефератов, отчетов, научных публикаций и докладов на научных конференциях и семинарах, участие во внедрении результатов исследований и разработок;

организация защиты объектов интеллектуальной собственности и результатов исследований и разработок как коммерческой тайны предприятия.

Проектно-конструкторская деятельность:

участие в подготовке технико-экономического обоснования проектов создания систем и средств автоматизации и управления;

сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования устройств и систем автоматизации и управления;

расчет и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием;

разработка проектной и рабочей документации, оформление отчетов по законченным проектно-конструкторским работам;

контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.

В процессе обучения будущие бакалавры овладевают базовыми знаниями современной теоретической электротехники (методы расчета и анализа электромагнитных процессов и преобразования энергии в электрических цепях на базе понимания физики этих процессов), дисциплина формирует основу для успешного изучения ряда последующих предметов, успешного прохождения практики и выполнения квалификационной работы. Задачами изучения дисциплины «Теоретическая электротехника» являются получение теоретических представлений и практических навыков анализа и расчета характеристик электрических цепей, знания вопросов применения электромагнитных явлений.

В результате изучения дисциплины «Теоретическая электротехника» бакалавр должен знать:

фундаментальные законы, понятия и положения теоретической электротехники, важнейшие классы, свойства и характеристики электрических и магнитных цепей, основы расчета цепей постоянного тока,

основы расчета периодических (в том числе – синусоидальных) режимов в цепях с накопителями энергии, расчет резонансных режимов, частотных характеристик электрических цепей, расчет четырехполюсников, фильтров, спектров, основы расчета

цепей с магнито-связанными (индуктивно-связанными) элементами,  
основы расчета трехфазных цепей,  
основы расчета гармонических режимов в линиях с распределенными параметрами,  
основы расчета переходных процессов,  
методы численного анализа,  
знать и понимать закономерности изучаемых физических процессов и явлений;  
уметь:  
выделять основные закономерности процессов в электрических цепях,  
формулировать задачи, выбирать методы и способы их решения,  
рассчитывать линейные пассивные, активные, нелинейные цепи, многополюсные цепи различными методами,  
определять основные характеристики электротехнических процессов при стандартных и произвольных воздействиях,  
давать качественную физическую трактовку полученным результатам;  
владеть основами электротехнической терминологии, основными методами расчета и анализа цепей постоянных и переменных токов во временной и частотной областях, навыками экспериментальных исследований.

## **2. Место учебной дисциплины в структуре ОП ВО**

Учебная дисциплина "Теоретическая электротехника" относится к блоку 1 "Дисциплины (модули)" и входит в его базовую часть.

## **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-3	способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей
-------	--

## **4. Общая трудоемкость дисциплины составляет**

9 зачетных единиц (324 ак. ч.).

## **5. Образовательные технологии**

Чтение лекций с изложением и разъяснением основных теоретических положений курса ТЭ, а также методов расчета установившихся и переходных процессов в линейных и нелинейных электрических цепях постоянного и переменного тока. Лекции проводятся в традиционной аудиторно-урочной организационной форме, в том числе в диалоговом режиме со студентами, по типу управления познавательной деятельностью. Классический лекционный курс является объяснительно-иллюстративным и предусматривает изучение основных методов расчета, разбор и анализ типовых случаев (схем, ситуаций), обсуждение проблемных и актуальных задач дисциплины. Значительная часть материалов иллюстрируется вычислениями и построениями, в том числе предварительно выполненными самими обучающимися в программе MATHCAD. Проведение практических занятий с коллективным решением и подробным разбором типовых задач, конкретизирующих теоретические положения, изложенные в лекционном курсе и в учебниках по ТЭ (сложные вычисления, решение уравнений (систем уравнений) и т.п., построения графиков выполняются с использованием прикладных программ). Проведение лабораторных занятий для опытного подтверждения теоретических положений курса. Лабораторные работы проводятся с использованием технологий интерактивного развивающего обучения, выполняются на компьютеризированных лабораторных стендах,

предусматривают сборку электрических схем, подбор параметров и электрические измерения с последующей математической обработкой результатов и их графическим представлением. Часть работ выполняется в программе Electronics Workbench (Multisim), сложные вычисления и построения – в MATHCAD. Выполнение контрольных работ (в том числе путем тестирования) по основным разделам курса (по две к.р. в каждом семестре) с целью активизации СРС, текущего контроля и для рейтинговой оценки знаний, умений и навыков студентов. Применение компьютерных технологий при подготовке к лекционным, практическим и лабораторным занятиям, при выполнении лабораторных работ и при обработке экспериментальных данных, полученных при их выполнении. Самостоятельная работа студента организована с использованием традиционных видов работы и интерактивных технологий. К традиционным видам работы относятся отработка лекционного материала и отдельных тем по учебным пособиям. К интерактивным (диалоговым) технологиям относятся самопроверка усвоения полученных знаний, в том числе - с использованием компьютерной тестирующей системы, программного продукта Electronics Workbench (Multisim), интерактивные консультации в режиме реального времени по всем изучаемым разделам, при оформлении результатов лабораторных работ и их защите, подготовка к промежуточным контролям. Оценка полученных знаний, умений и навыков основана на модульно-рейтинговой технологии. Весь курс разбит на 11 разделов, представляющих собой логически завершенный объем учебной информации. Фонды оценочных средств освоенных компетенций включают как вопросы теоретического характера, так и задания практического содержания. Теоретические знания проверяются путём применения таких организационных форм, как индивидуальные и групповые опросы, решение (задач) тестов с использованием компьютеров или на бумажных носителях. Задания практического содержания предусматривают знание основных законов, изучаемых в дисциплине «Теоретическая электротехника», методов расчета электротехнических схем, закономерностей работы электротехнических устройств (оптимальные и аварийные режимы работы и т.п.). Интерактивные технологии, компьютерные расчеты в программе MATHCAD, «сборка» схем в Electronics Workbench (Multisim) позволяют обучающимся рассмотреть большее количество типовых и нестандартных ситуационных задач, решение которых требует понимания дисциплины «Теоретическая электротехника» и находится при индивидуальном или групповом обсуждении. .

## **6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)**

### РАЗДЕЛ 1

#### ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ ПОСТОЯННОГО ТОКА.

Тема: 1.1.

Потенциал. Разность потенциалов. Электрический ток.

Потребители и накопители электроэнергии.

Электродвижущая сила (ЭДС).

Источники электроэнергии. Эквивалентные схемы источников.

Структура электрической схемы. Ветвь. Узел. Контур.

Основные законы теории цепей.

Расчет электрических цепей постоянного тока по законам Кирхгофа.

Потенциальная диаграмма. Баланс мощностей.

Тема: 1.2.

Эквивалентные преобразования электрических схем. Преобразование треугольника сопротивлений в «звезду» сопротивлений и обратное преобразование. Метод узловых потенциалов. Метод двух узлов. Особенности применения метода узловых потенциалов при расчете схем, содержащих ветви, состоящие только из «идеального» источника ЭДС.

Тема: 1.3.

Метод контурных токов. Особенности применения метода при расчете схем, содержащих «идеальные» источники тока.

Принцип и метод наложения. Входные и взаимные проводимости. Передаточные коэффициенты по току и по напряжению.

Теорема компенсации. Принцип взаимности.

Тема: 1.4.

Метод эквивалентного генератора.

Применение вычислительной техники к расчету электрических цепей постоянного тока.

Программа MATHCAD.

Тема: 1.5.

Расчет цепей с управляемыми источниками электроэнергии.

Матрично-топологические методы расчета цепей. Представление схем графами. Законы Кирхгофа, метод контурных токов, метод узловых потенциалов, баланс мощностей в матричном виде.

## РАЗДЕЛ 2

### ЦЕПИ ОДНОФАЗНОГО СИНУСОИДАЛЬНОГО ТОКА.

Контрольная работа (типовые задачи), ответы на вопросы, защита лабораторных работ.

Тема: 2.1.

Основные характеристики синусоидального тока. Получение синусоидального тока.

Активное сопротивление, индуктивность и емкость в цепи синусоидального тока.

Последовательная R-L-C-цепь синусоидального тока. Энергетические соотношения в такой цепи. Треугольники сопротивлений, напряжений и мощностей.

Тема: 2.2.

Символический метод расчета.

Представление синусоидальных токов, напряжений и ЭДС с использованием

вращающихся векторов. Векторная диаграмма. Изображение разности потенциалов на комплексной плоскости. Представление на комплексной плоскости напряжения и тока на активном сопротивлении, индуктивности и емкости. Топографическая диаграмма

напряжений.

Тема: 2.3.

Символический метод.

Основные законы теории электрических цепей в комплексной форме.

Уравнение баланса мощностей в комплексной форме.

Методы расчета электрических цепей в комплексной форме (расчет по законам Кирхгофа, метод контурных токов, метод наложения, метод узловых потенциалов, метод эквивалентного генератора).

Тема: 2.4.

Резонансы в электрических цепях синусоидального тока.

Резонанс напряжений. Условие резонанса. Способы достижения резонанса. Собственная частота, характеристическое сопротивление, добротность и затухание.

Резонансные кривые и полоса пропускания.

Частотные характеристики резонансного контура.

Резонанс токов.

Примеры применения резонансов. Компенсация сдвига фаз.

Тема: 2.5.

Магнитно-связанные цепи

Цепи синусоидального тока, содержащие магнитно-связанные (индуктивно-связанные) элементы. Последовательное соединение 2-х магнитно-связанных катушек. Разметка одноименных зажимов. Определение взаимной индуктивности опытным путем.

Законы Кирхгофа для цепей с магнитными связями.

Замена участка цепи, содержащего индуктивно-связанные элементы, эквивалентной схемой без индуктивных связей («развязка»).

Тема: 2.6.

Трансформаторы.

Линейный трансформатор. Уравнения, векторная диаграмма токов и топографическая диаграмма напряжений. Схемы замещения.

Согласующий трансформатор.

Применение вычислительной техники к расчету электрических цепей синусоидального тока. Программа MATHCAD.

## РАЗДЕЛ 3

### ЧЕТЫРЕХПОЛЮСНИКИ И ФИЛЬТРЫ.

Тема: 3.1.

Понятие о четырехполосниках.

Пассивные четырехполосники и системы их уравнений.

Симметричные и несимметричные четырехполюсники.  
Входные сопротивления четырехполюсника при произвольной нагрузке, холостом ходе и коротком замыкании.  
Определение коэффициентов уравнений четырехполюсника опытным путем. Схемы замещения четырехполюсника.

Тема: 3.2.

Характеристические сопротивления и мера передачи.  
Уравнения четырехполюсника с гиперболическими функциями  
Четырехполюсник в режиме согласованной нагрузки.  
Схемы соединения четырехполюсников. Обратная связь.

Тема: 3.3.

Понятие об электрических фильтрах.  
К-фильтры.  
Условие реализуемости.  
Коэффициент затухания и коэффициент фазы.  
Полоса пропускания и полоса задерживания.  
Классификация фильтров (ФНЧ, ФВЧ, ПФ, ЗФ).

Тема: 3.4.

Расчет фильтров на примере К-фильтра НЧ.  
Другие типы фильтров.

#### РАЗДЕЛ 4 ЛИНЕЙНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ ПРИ ПЕРИОДИЧЕСКИХ НЕСИНУСОИДАЛЬНЫХ ТОКАХ (НАПРЯЖЕНИЯХ)

Контрольная работа (типовые задачи), ответы на вопросы, защита лабораторных работ.

Тема: 4.1.

Представление периодических несинусоидальных функций времени рядами Фурье.  
Расчет электрических цепей с источниками энергии, вырабатывающими сигнал периодической несинусоидальной формы. Применение метода наложения и средств вычислительной техники.

Тема: 4.2.

Действующее значение, активная и полная мощность периодического несинусоидального тока.  
Мощность искажений.

Резонансные явления при несинусоидальных токах.

## РАЗДЕЛ 5 ТРЕХФАЗНЫЕ ЦЕПИ.

Тема: 5.1.

Трехфазная система напряжений, токов и ЭДС.  
Соединение обмоток генератора и нагрузок по схемам «треугольник» и «звезда».  
Линейные и фазовые напряжения и токи.  
Расчет симметричных трехфазных цепей при соединении нагрузки по схемам «треугольник» и «звезда».  
Векторные и топографические диаграммы для трехфазных цепей.

Тема: 5.2.

Расчет несимметричных трехфазных цепей.  
Напряжение смещения нейтрали при соединении нагрузки по схеме «звезда», роль нейтрального провода.  
Мощность трехфазной цепи. Измерение мощности.  
Вращающееся магнитное поле.  
Принцип действия синхронных и асинхронных электрических машин.

## РАЗДЕЛ 6 НЕЛИНЕЙНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И МАГНИТНЫЕ ЦЕПИ.

Тема: 6.1.

НЕЛИНЕЙНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ.  
Общая характеристика нелинейных элементов. Статическое и дифференциальное сопротивление. Замена нелинейного сопротивления эквивалентной схемой из линейного сопротивления и ЭДС.  
Расчет нелинейных электрических цепей постоянного тока (последовательное, параллельное и смешанное соединение нелинейных сопротивлений; метод эквивалентного генератора, метод двух узлов).

Тема: 6.2.

НЕЛИНЕЙНЫЕ МАГНИТНЫЕ ЦЕПИ.  
Магнитная цепь постоянного тока.  
Основные величины, характеризующие магнитное поле.  
Ферромагнитные материалы, их основные характеристики.  
Закон полного тока. Магнитодвижущая сила (МДС). Магнитное напряжение, магнитное сопротивление.  
Вебер-амперная характеристика участка магнитной цепи.  
Законы Ома и Кирхгофа для магнитных цепей.

Тема: 6.3.



Аналогии между электрическими и магнитными величинами.  
Расчет неразветвленных и разветвленных магнитных цепей постоянного тока.

Тема: 6.4.

#### НЕЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Общая характеристика нелинейных элементов.  
Аппроксимация нелинейных характеристик.  
Нелинейные элементы как генераторы высших гармоник.  
Характеристика методов расчета нелинейных цепей переменного тока.

Тема: 6.5.

#### НЕЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Примеры преобразований, осуществляемых в цепях переменного тока с нелинейными элементами.  
Выпрямление переменного тока.  
Феррорезонансы.

Экзамен

#### РАЗДЕЛ 7

#### РАСЧЕТ УСТАНОВИВШИХСЯ ПРОЦЕССОВ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ, СОДЕРЖАЩИХ ДЛИННЫЕ ЛИНИИ (ЛИНИИ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ).

Контрольная работа (типовые задачи), ответы на вопросы, защита лабораторных работ.

Тема: 7.1.

Уравнение линии с распределенными параметрами и его решение.  
Прямая и обратная волны. Фазовая скорость. Длина волны.  
Постоянная распространения и волновое сопротивление линии.  
Формулы для расчета напряжения и тока в любой точке линии через напряжение и ток в ее начале и/или в конце.  
Линия как четырехполюсник.

Тема: 7.2.

Годограф напряжения (тока).  
Согласованный режим.  
Линия без искажений.  
Линия без потерь.  
Стоячие волны в линии без потерь.

## РАЗДЕЛ 8

Применение направленных (сигнальных) графов к описанию электрических цепей.

## РАЗДЕЛ 9

ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ, МЕТОДЫ РАСЧЕТА.

Контрольная работа (типовые задачи), ответы на вопросы, защита лабораторных работ.

Тема: 9.1.

Причины возникновения переходных процессов в цепях с накопителями энергии. Независимые и зависимые начальные условия. Законы коммутации. Основы классического метода расчета переходных процессов. Переходные процессы в цепях с одним накопителем электроэнергии при включениях на постоянные и синусоидальные источники. Постоянная времени электрической цепи.

Тема: 9.2.

Классический метод расчета  
Переходной процесс в цепях с двумя накопителями электроэнергии.  
Переходные процессы в разветвленных электрических цепях.

Тема: 9.3.

Операторный метод расчета  
Оригиналы и изображения электрических величин. Эквивалентные операторные схемы.  
Основные законы теории электрических цепей в операторной форме.  
Понятие о синтезе электрических цепей.

Тема: 9.4.

Интеграл Дюамеля  
Единичная и импульсная функции. Временная и импульсная переходная характеристики электрической цепи.  
Расчет переходного процесса при воздействии на пассивную электрическую цепь напряжения (тока) произвольной формы (интеграл Дюамеля).  
Преобразование Фурье  
Применение преобразования Фурье к расчету п.п. Связь интеграла Фурье с преобразованием Лапласа. Спектральная характеристика функций. Амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики. Эквивалентные схемы электрической цепи и основные законы теории цепей, составленные для частотных спектров.  
Метод переменных состояния.  
Расчет п.п. методом переменных состояния. Переменные состояния. Способ составления и решение уравнений состояния.  
Применение вычислительной техники при расчете переходных процессов.

## РАЗДЕЛ 10

Применение программного продукта Multisim (Electronics Workbench) при анализе процессов в электрических цепях.

## РАЗДЕЛ 11

ОСНОВЫ РАСЧЕТА ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В НЕЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ.

Тема: 11.1.

Переходные процессы в нелинейных электрических цепях и некоторые методы их расчета (метод интегрируемой нелинейной аппроксимации, методы условной линеаризации и кусочно-линейной аппроксимации, метод последовательных интервалов и др.).

Тема: 11.2.

Особенности переходных процессов в нелинейных цепях.  
Автоколебания.