

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

Кафедра            «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном  
                         транспорте»

**АННОТАЦИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Теория линейных электрических цепей»**

Специальность:	23.05.05 – Системы обеспечения движения поездов
Специализация:	Телекоммуникационные системы и сети железнодорожного транспорта
Квалификация выпускника:	Инженер путей сообщения
Форма обучения:	очная
Год начала подготовки	2019

## 1. Цели освоения учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются подготовка студентов к изучению специальных дисциплин, активному использованию понятий и методов теории линейных электрических цепей при анализе режимов работы и проектировании устройств железнодорожной автоматики и телемеханики, таких, как рельсовые цепи; групповые, взаимовлияющие и индуктивно связанные линии; фильтры и другие элементы систем передачи информации в устройствах автоматики и телемеханики на железнодорожном транспорте.

Основной конечной целью изучения учебной дисциплины «Теория линейных электрических цепей» является формирование у обучающихся компетенций в области линейных электрических цепей, применяемых на железнодорожном транспорте в области железнодорожной автоматики, телемеханики и связи, необходимых при эксплуатации, проектировании, производстве, испытаниях, модернизации, разработке и проектировании необходимых для следующих видов практической деятельности:

производственно-технологической;

проектно-конструкторской;

научно-исследовательской.

Учебная дисциплина предназначена для получения знаний, позволяющих решать следующие профессиональные задачи:

производственно-технологические – грамотное использование знаний для разработки и чтения производственной документации в процессе изготовления различной электротехнической аппаратуры и проверки ее параметров на соответствие требованиям ТУ; умение оценить достаточность знаний обслуживающего эту аппаратуру персонала; квалифицированно решать вопросы по повышению производительности труда обслуживающего персонала;

проектно-конструкторские – при последующем повышении уровня практических знаний в условиях эксплуатации систем железнодорожной автоматики, телемеханики и связи; повысить свой уровень до возможности применения своих знаний при проектировании систем и разработке отдельных различных блоков аппаратуры;

научно-исследовательские – при последующем повышении уровня практических знаний в условиях эксплуатации и дальнейшем совершенствовании своих научных знаний и исследовательских навыков.

## 2. Место учебной дисциплины в структуре ОП ВО

Учебная дисциплина "Теория линейных электрических цепей" относится к блоку 1 "Дисциплины (модули)" и входит в его вариативную часть.

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ПКС-7	Способен выполнять работы на производственном участке железнодорожной электросвязи по эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и модернизации устройств и элементов телекоммуникационных систем и сетей. Способен осуществлять анализ и контроль качества и безопасности технологических процессов эксплуатации, технического обслуживания, ремонта и модернизации устройств и элементов ТСС. Способен использовать нормативно-технические документы и технические средства для диагностики технического состояния телекоммуникационных систем и сетей
-------	--

	железнодорожного транспорта; выполнять технологические операции, связанные с безопасностью и управлением движением поездов,
--	---

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

6 зачетных единиц (216 ак. ч.).

#### **5. Образовательные технологии**

Лекционные занятия проводятся в форме традиционных лекций и лекций с использованием компьютерных презентаций. Лабораторные работы проводятся в форме студенческих исследовательских работ на лабораторных стендах и установках с использованием современных контрольно-измерительных приборов. Практические занятия проводятся с использованием персональных компьютеров для расчетов и при разборе конкретных ситуаций. Самостоятельная работа включает углубленное изучение отдельных разделов дисциплины, подготовку к лекциям, лабораторным работам, практическим занятиям, тестам, разработку и защиту курсового проекта, подготовку к зачёту, подготовку к эк-замену..

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

##### РАЗДЕЛ 1

Условия работы и характеристики электрических цепей автоматики и телемеханики на железнодорожном транспорте

Тема: Предмет и задачи курса ТЛЭЦ.

Формулировка задачи анализа электрической цепи. Формулировка задачи синтеза электрической цепи.

Электрическая цепь как объект анализа. Принципиальная схема электрической цепи.

Модель электрической цепи (схема замещения, математическая модель).

Расчет цепей синусоидального переменного тока по его комплексным значениям.

Тема: Элементы реальных электрических цепей и их модели:

источник сигналов, сопротивление, катушка индуктивности, конденсатор. Факторы, определяющие выбор модели электрической цепи и её элементов. Эквивалентные схемы замещения однотипных элементов и взаимосвязь между ними. Добротность катушки индуктивности, добротность конденсатора. Определение добротности реактивных элементов по параметрам последовательной и параллельной схем замещения.

Классификация линейных электрических цепей.

Тема: Функции линейных электрических цепей.

Классификация функций линейных электрических цепей: входные функции, передаточные функции. Формы представления функций линейных электрических цепей: частотная, операторная и временная.

##### РАЗДЕЛ 2

Колебательные цепи при гармоническом воздействии

Тема: Последовательный колебательный контур. Определения и основные соотношения.

Условия рассмотрения; векторные диаграммы и характер комплексного входного сопротивления на частотах, ниже резонансной, при резонансе, на частотах, выше резонансной; настроенный и расстроенный контуры; напряжение на контуре; характеристическое сопротивление контура; амплитуда тока в контуре при резонансе и на частотах, отличных от резонансной; добротность колебательной цепи, затухание колебательного контура.

Тема: Входные частотные характеристики последовательного колебательного контура. Виды расстройки контура: абсолютная, относительная, обобщённая. Частотные характеристики модуля и аргумента комплексного входного сопротивления, частотная характеристика нормированного тока. Передаточные функции последовательного колебательного контура Исследование передаточных функций на экстремум. Влияние потерь в элементах на вид передаточных функций.

Тема: Избирательные свойства последовательного колебательного контура. Определение избирательности. Полоса пропускания последовательного колебательного контура. Формулы, выражающие границы полосы пропускания последовательного колебательного контура через параметры элементов. Влияние сопротивления внешних цепей на избирательные свойства последовательного колебательного контура. Влияние внутреннего сопротивления генератора и сопротивления нагрузки. Эквивалентная добротность последовательного колебательного контура. Эквивалентная ширина полосы пропускания. Условия использования последовательного колебательного контура с позиции максимальной реализации его избирательных свойств.

Тема: Параллельный колебательный контур.

Определения и основные соотношения: условия рассмотрения; векторные диаграммы и характер комплексной входной проводимости на частотах, ниже резонансной, при резонансе, на частотах, выше резонансной; настроенный и расстроенный контуры; ток в контуре; характеристическое сопротивление контура; амплитуда напряжения на контуре при резонансе и на частотах, отличных от резонансной; добротность колебательной цепи. Влияние сопротивления потерь на резонансную частоту параллельного колебательного контура.

Входные частотные характеристики параллельного колебательного контура.

Передаточные частотные характеристики параллельного колебательного контура.

Тема: Связанные колебательные контуры.

Виды связи между контурами: трансформаторная, индуктивная (внутренняя, внешняя); электрическая (внутренняя ёмкостная и внешняя ёмкостная); комбинированная; гальваническая. Первичный контур, вторичный контур.

Коэффициент связи: четырёхполюсник связи, определение коэффициента связи, вывод формул коэффициента связи для схем с трансформаторной, внутренней индуктивной, внешней индуктивной, внутренней ёмкостной и внешней ёмкостной связью, их анализ.

Тема: Частотные свойства пары связанных контуров:

рассматриваются на примере схемы с трансформаторной связью; фактор связи; вывод выражения нормированной амплитудно-частотной характеристики и анализ его на экстремум; частоты связи; слабая связь, критическая связь, сильная связь; семейство характеристик.

Тема: Примеры применения последовательных, параллельных и связанных контуров в рельсовых цепях железнодорожной автоматики.

### РАЗДЕЛ 3

Анализ электрических цепей методом сигнальных графов

Тема: Общие представления о сигнальных графах.

Тема: Преобразования сигнальных графов.

Тема: Применение сигнальных графов к анализу цепей. Решение примеров.

## РАЗДЕЛ 4

### Четырёхполюсники

Тема: Обобщённые параметры четырёхполюсника.

Четырёхполюсник как модель электрической цепи. Классификация четырёхполюсников. Уравнения прямой передачи. Обобщённые параметры четырёхполюсника: виды и физический смысл. Уравнения обратной передачи четырёхполюсника. Входное сопротивление. Параметры холостого хода и короткого замыкания. Сопротивление передачи.

Тема: Характеристические параметры четырёхполюсника.

Характеристические сопротивления, характеристическая постоянная передачи: определение и физический смысл. Уравнения передачи в гиперболических функциях. Уравнения передачи согласованно нагруженного четырёхполюсника (включая частный случай симметричного четырёхполюсника). Каскадное включение четырёхполюсников на принципе согласования характеристических сопротивлений.

Тема: Повторные параметры четырёхполюсника.

Определения и вывод формул повторных параметров. Каскадное включение четырёхполюсников на принципе повторности.

Тема: Рабочие характеристики четырёхполюсника; виды затухания четырёхполюсника: виды мощности (мощность, отдаваемая генератором согласованной нагрузке; мощность, входящая в систему передачи; мощность, отдаваемая нагрузке на выходе системы передачи; мощность, отражённая от входа системы передачи); виды затухания (собственное (характеристическое), рабочее, вносимое, передачи, отражения).

Тема: Формула, выражающая приведённое сопротивление передачи через характеристические параметры и сопротивления внешних цепей. Формулы вносимого и рабочего затухания и их анализ.

Зачет

## РАЗДЕЛ 5

Определение эквивалентных параметров различных со-единений четырёхполюсников.

Тема: Определение эквивалентных параметров последовательного, параллельного и последовательно-параллельного соединений четырёхполюсников

Определение параметров последовательного соединения четырёхполюсников. Частный случай: обобщённые и характеристические параметры последовательного соединения эквивалентных четырёхполюсников.

Определение параметров параллельного соединения четырёхполюсников. Частный случай: обобщённые и характеристические параметры параллельного соединения эквивалентных четырёхполюсников.

Определение параметров последовательно-параллельного соединения четырёхполюсников. Частный случай: обобщённые и характеристические параметры последовательно-параллельного соединения эквивалентных четырёхполюсников

Тема: Определение параметров Г-, П-, Т-образных и мостовых четырёхполюсников.

Определение параметров (характеристических, обобщённых) простейших четырёхполюсников.

## РАЗДЕЛ 7

Электрические фильтры типа к и m.

Тема: Условия пропускания четырёхполюсника в общем виде.  
Условия пропускания лестничных схем. Определение фильтров типа  $k$ . Параметры и частотные характеристики фильтров нижних частот типа  $k$ .

Тема: Параметры и частотные характеристики фильтров верхних частот типа  $k$ .  
Параметры и частотные характеристики полосовых фильтров типа  $k$ . Параметры и частотные характеристики режекторных фильтров типа  $k$ .

Тема: Фильтры типа  $m$ .  
Принцип перераспределения реактивных сопротивлений в плечах лестничной схемы. Определение параметров последовательно-производного звена. Частотные характеристики модуля характеристического сопротивления и собственного затухания. Преимущества и недостатки фильтров типа  $m$ . Частотные характеристики собственного затухания фильтра, образованного комбинацией звеньев типа  $k$  и типа  $m$ .

Тема: Характеристические параметры симметричных мостовых схем.  
Анализ частотных свойств симметричных мостовых схем, образованных реактивными сопротивлениями разных знаков. Анализ частотных свойств симметричных мостовых схем, образованных реактивными сопротивлениями одного знака. Построение мостовых фильтров нижних частот, их параметры и частотные характеристики.

Тема: Построение мостовых фильтров верхних частот  
их параметры и частотные характеристики. Построение мостовых полосовых фильтров, их параметры и частотные характеристики. Построение мостовых режекторных фильтров, их параметры и частотные характеристики.

Тема: Электромеханические фильтры.  
Пьезоэлектрические (кварцевые) фильтры: пьезоэлектрический эффект; конструкция кварцевого резонатора; эквивалентная электрическая схема резонатора; электрические параметры и частотные свойства резонатора; пример кварцевого мостового фильтра и его частотные характеристики.  
Камертонные фильтры: конструкция электромеханической системы с камертоном и её частотные свойства.

## РАЗДЕЛ 8

### Синтез линейных электрических цепей

Тема: Синтез линейных электрических цепей  
Расположение нулей и полюсов, условия устойчивости. Теорема о числе нулей и полюсов. Связь между вещественной и мнимой частями функции входного сопротивления (интегральные преобразования Гильберта). Теорема Фостера о неубывающем характере функции реактивного входного сопротивления.

Тема: Канонические схемы реактивных двухполюсников.  
Структура и частотные характеристики реактивных двухполюсников I и II канонических форм Фостера, I и II канонических форм Кауэра. Правила построения частотных характеристик.

Тема: Метод выделения простейших составляющих (метод Фостера).  
Синтез двухполюсников I канонической формы Фостера, пример.  
Синтез двухполюсников II канонической формы Фостера, пример.

Тема: Метод разложения в цепную дробь (метод Кауэра)  
Синтез двухполюсников I канонической формы Кауэра, пример.

Синтез двухполюсников II канонической формы Кауэра, пример.

## РАЗДЕЛ 9

Теория распространения электромагнитной энергии по направляющим системам.  
Физические процессы в направляющих системах.

Тема: Физические процессы в направляющих системах. Типы и классификация электромагнитных волн.

Исходные уравнения электромагнитного поля.

Тема: Электромагнитное поле в ближней и дальней зонах.

Распространение энергии по направляющим системам с учётом индукции и излучения.

Тема: Теория передачи по линиям связи. Уравнения однородной линии. Волновое сопротивление. Постоянная передачи.

Тема: Скорость распространения электромагнитной энергии по цепям связи. Свойства неоднородных цепей.

Тема: Основы теории рельсовых цепей.

Назначение и режимы работы рельсовой цепи. Первичные и волновые параметры рельсовой линии. Уравнения распространения напряжений и токов вдоль рельсовой линии.

Тема: Параметры рельсового четырёхполюсника в нормальном, шунтовом и контрольном режимах.

Экзамен