**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# Теория электрических цепей

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Системы радиосвязи и радиодоступа**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**
Курс: **1, 2**
Семестр: **2, 3**
Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 2 семестр | 3 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 26 | 36 | 62 | часов |
| 2 | Практические занятия | 22 | 18 | 40 | часов |
| 3 | Лабораторные работы | 16 | 16 | 32 | часов |
| 4 | Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа) | | 10 | 10 | часов |
| 5 | Всего аудиторных занятий | 64 | 80 | 144 | часов |
| 6 | Самостоятельная работа | 44 | 64 | 108 | часов |
| 7 | Всего (без экзамена) | 108 | 144 | 252 | часов |
| 8 | Подготовка и сдача экзамена | | 36 | 36 | часов |
| 9 | Общая трудоемкость | 108 | 180 | 288 | часов |
| | | 3.0 | 5.0 | 8.0 | З.Е. |

Зачет: 2 семестр
Экзамен: 3 семестр
Курсовая работа (проект): 3 семестр

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 20.12.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск 2018

Согласована на портале № 23997

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 11 от «10» 5 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного 06.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОР «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

| | | |
|---|---|---|
| доцент каф. ТОР | _____ | К. Ю. Попова |
| ассистент кафедра ТОР | _____ | А. Ю. Ким |
| Заведующий обеспечивающей каф. ТОР | _____ | А. А. Гельцер |

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

| | | |
|---|---|---|
| Декан РТФ | _____ | К. Ю. Попова |
| Заведующий выпускающей каф. ТОР | _____ | А. А. Гельцер |

Эксперты:

| | | |
|---|---|---|
| доцент каф. ТОР | _____ | С. И. Богомолов |
| доцент СВЧиКР | _____ | А. Ю. Попков |

Согласована на портале № 23997

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Целью изучения дисциплины "Теория электрических цепей" является формирование у студентов профессиональных компетенций в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО).

### 1.2. Задачи дисциплины

Основной задачей дисциплины является освоение студентами:

- современных методов анализа электрических цепей с сосредоточенными параметрами в установившемся и переходном режимах;
- методов анализа электрических цепей с линейно-распределенными параметрами – длинные линии при гармоническом воздействии;
- основ синтеза линейных электрических цепей (ЛЭЦ) с сосредоточенными параметрами.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Теория электрических цепей» (Б1.В.ОД.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Математика, Физика.

Последующими дисциплинами являются: Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, Радиопередающие устройства систем радиосвязи и радиодоступа, Радиоприемные устройства систем радиосвязи и радиодоступа, Сигналы электросвязи, Электромагнитные поля и волны, Электроника.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-7 готовностью к изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта;

– ПК-9 умением проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** - методы и средства теоретического и экспериментального исследования электрических цепей при произвольных воздействиях; - основные методы анализа электрических цепей в установившемся режиме при гармонических воздействиях; - методы анализа переходных процессов в линейных электрических цепях; - частотные характеристики и временные характеристики электрических цепей; - основы теории четырехполюсников; - основы теории цепей с распределенными параметрами; - основы теории аналоговых электрических фильтров.

– **уметь** - описывать и объяснять процессы в электрических цепях; - строить модели электрических цепей, решать задачи проектирования отдельных узлов сетей; - читать электрические схемы радиоэлектронных устройств; - рассчитывать и измерять параметры и характеристики линейных электрических цепей; - рассчитывать и анализировать электрические цепи в установившемся и неустановившемся режимах на персональных ЭВМ.

– **владеть** - навыками планирования и практического выполнения действий, составляющих указанные ранее умения в отведенное на выполнение контрольного задания время; навыками самоанализа результатов, в частности, навыков моделирования процессов в электрических цепях с использованием современных вычислительных средств. - навыками экспериментального исследования электрических цепей в рамках физического и математического моделирования.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Согласована на портале № 23997

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры | |
|---|---|---|---|
| | | 2 семестр | 3 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 144 | 64 | 80 |
| Лекции | 62 | 26 | 36 |
| Практические занятия | 40 | 22 | 18 |
| Лабораторные работы | 32 | 16 | 16 |
| Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа) | 10 | | 10 |
| Самостоятельная работа (всего) | 108 | 44 | 64 |
| Выполнение курсового проекта (работы) | 22 | | 22 |
| Выполнение индивидуальных заданий | 15 | 9 | 6 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 26 | 10 | 16 |
| Подготовка к лабораторным работам | 10 | 10 | |
| Проработка лекционного материала | 14 | 6 | 8 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 21 | 9 | 12 |
| Всего (без экзамена) | 252 | 108 | 144 |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | | 36 |
| Общая трудоемкость, ч | 288 | 108 | 180 |
| Зачетные Единицы | 8.0 | 3.0 | 5.0 |

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

| Названия разделов дисциплины | Лек., ч | Прак. зан., ч | Лаб. раб., ч | Сам. раб., ч | Курс. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 семестр | | | | | | | |
| 1 Введение; | 6 | 2 | 4 | 7 | 0 | 19 | ПК-7, ПК-9 |
| 2 Основные методы анализа линейных электрических цепей в установившемся режиме | 10 | 14 | 8 | 23 | 0 | 55 | ПК-7, ПК-9 |
| 3 Комплексные и операторные функции цепи. Частотные характеристики | 10 | 6 | 4 | 14 | 0 | 34 | ПК-7, ПК-9 |
| Итого за семестр | 26 | 22 | 16 | 44 | 0 | 108 | |

Согласована на портале № 23997

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | | | | | |
| 4 Резонансные цепи | 6 | 2 | 4 | 14 | 10 | 26 | ПК-7, ПК-9 |
| 5 Теория четырехполюсников | 10 | 6 | 4 | 26 | | 46 | ПК-7, ПК-9 |
| 6 Цепи с распределенными параметрами | 8 | 4 | 4 | 8 | | 24 | ПК-7, ПК-9 |
| 7 Переходные процессы в линейных электрических цепях | 8 | 4 | 4 | 14 | | 30 | ПК-7, ПК-9 |
| 8 Временные и частотные характеристики и их взаимосвязь | 4 | 2 | 0 | 2 | | 8 | ПК-7, ПК-9 |
| Итого за семестр | 36 | 18 | 16 | 64 | 10 | 144 | |
| Итого | 62 | 40 | 32 | 108 | 10 | 252 | |

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

| Названия разделов | Содержание разделов дисциплины по лекциям | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 2 семестр | | | |
| 1 Введение; | Основные определения и понятия: Электрический ток, цепь, компоненты, элементы цепи, параметры элементов, топология схемы. Идеальные элементы: сопротивление, индуктивность, емкость, источник э.д.с., источник тока. Зависимые источники; операционный усилитель; эквивалентные (рабочие) модели элементов цепи. Типы элементов (линейные, нелинейные и параметрические), их свойства, обозначения, элементные уравнения. Схемы цепи (структурные, принципиальные, эквивалентные).Основные энергетические соотношения в цепи: законы Ома, Кирхгофа, мощность и баланс мощностей (для мгновенных значений); установившийся и неустановившийся режимы работы цепи; понятие двухполюсника, четырехполюсника, многополюсника; типовые входные воздействия в теории цепей; математическая модель цепи (ММЦ) в виде системы уравнений и в виде дифференциального уравнения цепи; зависимость методов решения ММЦ от типа цепи и режима; задачи дисциплины ТЭЦ. | 6 | ПК-7 |
| | Итого | 6 | |
| 2 Основные методы анализа линейных электрических цепей в | Тема 1: Метод комплексных амплитуд - Обоснование выбора гармонического сигнала, параметры гармонического сигнала, постоянное | 10 | ПК-7, ПК-9 |

Согласована на портале № 23997

| | | | |
|---|---|---|---|
| установившемся режиме | воздействие – как частный случай гармонического; метод комплексных амплитуд (МКА), алгебраизация ММЦ, законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме, мощность и баланс мощностей в комплексной форме; треугольники сопротивлений, проводимостей, мощностей; векторные диаграммы токов и напряжений.Тема2: Эквивалентные преобразования участков цепи - Определение эквивалентных сопротивлений участков цепи. Виды соединения (последовательное, параллельное, последовательно-параллельное), их эквивалентное преобразование; эквивалентное преобразование генераторов тока и напряжения; перенос источников тока и э.д.с. в другие ветви; цепи со взаимоиндукцией, развязка индуктивносвязанных цепей.Тема 3 : Методы анализа сложных цепей - Метод контурных токов и метод узловых потенциалов. Получение канонических ММЦ на основе соответствующих законов Кирхгофа; уменьшение числа искомых неизвестных; матричная форма записи ММЦ и ее решение. Машинный метод анализа цепей на базе метода узловых потенциалов..Метод наложения (теорема о наложении решений).Метод эквивалентного генератора. Теорема об эквивалентном генераторе. Определение тока в отдельной ветви цепи методом эквивалентного генератора. | | |
| | Итого | 10 | |
| 3 Комплексные и операторные функции цепи. Частотные характеристики | Тема 1: Понятие комплексной и операторной функции - Основные определения. Общий вид операторной функции на основе дифференциального уравнения цепи. Связь комплексной и операторной функций. Входные и передаточные функцииТема 2: Частотные характеристики ЛЭЦ - Определение АЧХ и ФЧХ на базе комплексной функции. Частотные характеристики (ЧХ) RC, RL и RLC-цепей. Особенности ЧХ цепей, модели которых содержат единственный реактивный элемент, несколько однотипных реактивных элементов, разнотипные реактивные элементы. Фазовый резонанс и методика определения резонансных частот резонансных сопротивлений. Чётность активной и нечетность реактивной составляющих сопротивления относительно частоты. Понятие полосы пропускания цепи (ППЦ), методика определения ППЦ.Тема 3: Частотные характеристики реактивных двухполюсников - Определение реактивного двухполюсника (РД), особенности АЧХ и ФЧХ РД; диаграммы реактивных сопротивлений, основные правила их | 10 | ПК-7, ПК-9 |

Согласована на портале № 23997

| | | | |
|---|---|---|---|
| | построения; Применение диаграмм РД для качественного анализа ЧХ цепей с малыми потерями.Применение ЭВМ для расчета комплексных входных и передаточных функций, частотных характеристик электрических цепей, автоматизация расчета. | | |
| | Итого | 10 | |
| Итого за семестр | | 26 | |
| 3 семестр | | | |
| 4 Резонансные цепи | Тема 1: Одиночные колебательные контуры - Явление резонанса и его значение в радиотехнике и электросвязи. Последовательный и параллельный резонансные контуры. Резонанс напряжения, тока.Последовательный колебательный контур. Резонансная частота. Определение тока и напряжений на участке цепи при резонансе. Векторная диаграмма. Энергетические соотношения при резонансе. Входное сопротивление контура. Частотные характеристики: резонансная кривая (амплитудно-частотная характеристика и фазо-частотная характеристика). Абсолютная и относительная расстройка. Добротность контура. Избирательность и полоса пропускания. Коэффициент передачи контура по напряжению.Типы параллельных колебательных контуров (простой, с разделенными индуктивностями, разделенными емкостями), обобщенная схема. Резонанс токов. Резонансная частота. Резонансное сопротивление. Определение токов в ветвях. Векторная диаграмма. Мощность при резонансе. Частотные характеристики простых и сложных параллельных контуров. Влияние внешних цепей на частотные характеристики контуров | 6 | ПК-7, ПК-9 |
| | Итого | 6 | |
| 5 Теория четырехполюсников | Тема 1 Основы теории етырехполюсников: Определение и классификация четырехполюсников. Основные уравнения четырехполюсников Первичные параметры четырехполюсников. Регулярное соединение четырехполюсников. Входные и передаточные функции нагруженных четырехполюсников. Характеристические параметры пассивных четырехполюсников. Каскадное соединение характеристически согласованных четырехполюсников. Четырехполюсники с обратной связью.Тема 2. Фильтры: Назначение и классификация фильтров. Полосы прозрачности и задерживания.Общий анализ фильтров без потерь. Фильтры типа «К». Фильтры нижних частот, | 10 | ПК-7 |

Согласована на портале № 23997

| | | | |
|---|---|---|---|
| | верхних частот. Преимущества и недостатки фильтров типа «К». Фильтры типа «М». Последовательно-производные и параллельно-производные полузвенья: вывод, общий анализ, примеры.Безындуктивные фильтры. Пассивные и активные RC-фильтры. Корректоры частотных характеристик. Полиномиальные фильтры. | | |
| | Итого | 10 | |
| 6 Цепи с распределенными параметрами | Длинные линии. Двухпроводная линия как пример цепи с распределенными параметрами. Первичные параметры однородной линии. Дифференциальные уравнения линии. Решение уравнений для установившегося гармонического воздействия. Падающая и отраженная волны в линии. Вторичные параметры: волновое сопротивление, коэффициенты распространения, затухания (ослабления) и фазы. Условия неискаженной передачи. Фазовая и групповая скорости и длина волны. Уравнения линии в гиперболических функциях. Входное сопротивление линии. Линия как четырехполюсник.Линия без потерь Режимы в линии при различных видах нагрузки (согласованная нагрузка, холостой ход, короткое замыкание, реактивная нагрузка, несогласованное активное и комплексное сопротивление). Коэффициент отражения. Коэффициент бегущей и стоячей волны. Линия, нагруженная активно-реактивным сопротивлением.Линия как согласующий трансформатор, как изолятор, как реактивное сопротивление, как контур, как фидер, как формирователь прямоугольных импульсов.Понятие S-параметров четырехполюсника, включенного между длинными линиями. | 8 | ПК-7 |
| | Итого | 8 | |
| 7 Переходные процессы в линейных электрических цепях | Тема1. Основные понятия переходного процесса: Переходный процесс (ПП) как частный случай неустановившегося режима. Условия возникновения ПП, длительность ПП. Принцип непрерывности для заряда, потокосцепления и энергии в любой цепи; законы коммутации для линейной цепи. Начальные условия: независимые и зависимые, нулевые и ненулевые, методика определения зависимых начальных условий.Тема 2 . Классисческий метод расчета ПП: Методы анализа ПП как способы решения дифференциального уравнения для модели послекоммутационной цепи. Вынужденная и свободная составляющие, характеристическое уравнение цепи, связь вида корней характеристического уравнения и характера | 8 | ПК-7 |

Согласована на портале № 23997

| | | | |
|---|---|---|---|
| | свободных составляющих; определение постоянных интегрирования, порядок расчета; практическая ограниченность применения метода.Тема 3. Операторный метод расчета ПП: Алгебраизация дифференциального уравнения послекоммутационной системы. Преобразование Лапласа, техника перехода к оригиналу, некоторые свойства преобразования по Лапласу. Понятие операторного входного сопротивления двухполюсника. Порядок расчета операторным методом.Невозможность использования методов анализа ПП в НЭЦ.Переходные процессы в разомкнутой и короткозамкнутой линии при включении источников постоянного напряжения и тока. | | |
| | Итого | 8 | |
| 8 Временные и частотные характеристики и их взаимосвязь | Испытательные сигналы. Определение переходной и импульсной характеристик, размерность характеристик, их взаимосвязь.Вывод соотношений, связывающих операторные и временные функции. | 4 | ПК-7 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 36 | |
| Итого | | 62 | |

**5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами**

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| Наименование дисциплин | № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Предшествующие дисциплины | | | | | | | | |
| 1 Математика | | + | + | + | + | + | + | + |
| 2 Физика | + | | | | | | | |
| Последующие дисциплины | | | | | | | | |
| 1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты | | | + | | + | | | + |
| 2 Компоненты линий связи, электромагнитная совместимость и управление радиочастотным спектром | | | | + | | + | | |
| 3 Радиопередающие устройства | | | | | + | | | |

Согласована на портале № 23997

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 Радиоприемные устройства | | | | | + | | | |
| 5 Сигналы электросвязи | | | + | | | | | + |
| 6 Электромагнитные поля и волны | | | | | | + | + | |

**5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий**

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Компетенции | Виды занятий | | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Лек. | Прак. зан. | Лаб. раб. | КСР (КП/КР) | Сам. раб. | |
| ПК-7 | + | + | + | + | + | Контрольная работа, Домашнее задание, Отчет по индивидуальному заданию, Защита отчета, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов (работ), Зачет, Расчетная работа, Тест, Отчет по курсовой работе |
| ПК-9 | + | + | + | + | + | Контрольная работа, Домашнее задание, Отчет по индивидуальному заданию, Защита отчета, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов (работ), Зачет, Расчетная работа, Тест, Отчет по курсовой работе |

## 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

## 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Согласована на портале № 23997

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 2 семестр | | | |
| 1 Введение; | Исследование законов Ома и Кирхгофа в электрической цепи при гармоническом воздействии | 4 | ПК-9 |
| | Итого | 4 | |
| 2 Основные методы анализа линейных электрических цепей в установившемся режиме | Исследование разветвленной линейной цепи при гармоническом воздействии | 4 | ПК-9, ПК-7 |
| | Исследование входных и передаточных частотных характеристик апериодических цепей первого порядка | 4 | |
| | Итого | 8 | |
| 3 Комплексные и операторные функции цепи. Частотные характеристики | Исследование частотных свойств реактивных двухполюсников | 4 | ПК-7, ПК-9 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 16 | |
| 3 семестр | | | |
| 4 Резонансные цепи | Исследование частотных свойств последовательного и параллельного колебательных контуров | 4 | ПК-7, ПК-9 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Теория четырехполюсников | Исследование LC- фильтров | 4 | ПК-7, ПК-9 |
| | Итого | 4 | |
| 6 Цепи с | Исследование длинной линии в стационарном и | 4 | ПК-7, ПК-9 |

Согласована на портале № 23997

| | | | |
|---|---|---|---|
| распределенными параметрами | переходном режимах | | |
| | Итого | 4 | |
| 7 Переходные процессы в линейных электрических цепях | Исследование переходных процессов в цепях первого и второго порядка | 4 | ПК-7, ПК-9 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 16 | |
| Итого | | 32 | |

## 8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 2 семестр | | | |
| 1 Введение; | Последовательное и параллельное соединение сопротивлений. «Разорванные» и «закороченные» участки электрической цепи. Закон Ома в резистивных цепях . | 2 | ПК-7 |
| | Итого | 2 | |
| 2 Основные методы анализа линейных электрических цепей в установившемся режиме | Идеальные источники напряжения и тока, генераторы, эквивалентные преобразования в схемах с генераторами тока и напряжения; | 2 | ПК-7 |
| | Законы Ома и Кирхгофа в цепях постоянного тока. Баланс мощности. | 2 | |
| | Основы метода комплексных амплитуд | 2 | |
| | Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме. Векторные диаграммы токов и напряжений. Баланс мощности | 2 | |
| | Методы контурных токов и узловых напряжений | 4 | |
| | Метод эквивалентного генератора. Работа с дробно-комплексными функциями | 2 | |
| | Итого | 14 | |
| 3 Комплексные и операторные функции цепи. Частотные характеристики | Комплексные функции. Частотные характеристики. Полоса пропускания | 4 | ПК-7 |
| | МУП с зависимыми источниками. Операторные и комплексные функции в схемах с зависимым источником | 2 | |
| | Итого | 6 | |
| Итого за семестр | | 22 | |
| 3 семестр | | | |

Согласована на портале № 23997

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 Резонансные цепи | Одиночные колебательные контуры | 2 | ПК-7, ПК-9 |
| | Итого | 2 | |
| 5 Теория четырехполюсников | Тема 1 Внутренние параметры четырехполюсников;Тема 2 Характеристические параметры четырехполюсников;Тема 3 Фильтры | 6 | ПК-7, ПК-9 |
| | Итого | 6 | |
| 6 Цепи с распределенными параметрами | Расчет параметров и режимов в Длинных линиях | 4 | ПК-7, ПК-9 |
| | Итого | 4 | |
| 7 Переходные процессы в линейных электрических цепях | Расчет переходных процессов ЛЭЦ. Определение начальных условий, Законы коммутации , Методы расчета ПП | 4 | ПК-7, ПК-9 |
| | Итого | 4 | |
| 8 Временные и частотные характеристики и их взаимосвязь | Временные характеристики цепей и их связь с частотными. Понятие импульсной и переходной характеристики. Их взаимосвязь | 2 | ПК-7, ПК-9 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| Итого | | 40 | |

## 9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| 2 семестр | | | | |
| 1 Введение; | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ПК-7, ПК-9 | Домашнее задание, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Итого | 7 | | |
| 2 Основные методы анализа линейных электрических цепей в установившемся режиме | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 5 | ПК-7, ПК-9 | Домашнее задание, Защита отчета, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному |
| | Проработка лекционного материала | 3 | | |
| | Подготовка к | 6 | | |

Согласована на портале № 23997

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | лабораторным работам | | | заданию, Отчет по лабораторной работе, Проверка контрольных работ, Расчетная работа, Тест |
| | Выполнение индивидуальных заданий | 9 | | |
| | Итого | 23 | | |
| 3 Комплексные и операторные функции цепи. Частотные характеристики | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ПК-7, ПК-9 | Домашнее задание, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Подготовка к лабораторным работам | 4 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 6 | | |
| | Итого | 14 | | |
| Итого за семестр | | 44 | | |
| 3 семестр | | | | |
| 4 Резонансные цепи | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ПК-7, ПК-9 | Домашнее задание, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Выполнение курсового проекта (работы) | 6 | | |
| | Итого | 14 | | |
| 5 Теория четырехполюсников | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ПК-7, ПК-9 | Домашнее задание, Защита отчета, Контрольная работа, Отчет по курсовой работе, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Выполнение курсового проекта (работы) | 16 | | |
| | Итого | 26 | | |
| 6 Цепи с распределенными параметрами | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ПК-7, ПК-9 | Домашнее задание, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Итого | 8 | | |

Согласована на портале № 23997

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 7 Переходные процессы в линейных электрических цепях | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ПК-7, ПК-9 | Домашнее задание, Защита отчета, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Выполнение индивидуальных заданий | 6 | | |
| | Итого | 14 | | |
| 8 Временные и частотные характеристики и их взаимосвязь | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ПК-7, ПК-9 | Домашнее задание, Тест |
| | Итого | 2 | | |
| Итого за семестр | | 64 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена / зачета | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 144 | | |

## 10. Курсовая работа (проект)

Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсовой работы (проекта) представлены таблице 10.1.

Согласно индивидуальному шифру студенту необходимо рассчитать частотные характеристики транзистора (эквивалентная схема - четырехполюсник с зависимым источником (по вариантам)) и соединенной с ним каскадно нагрузки ( эквивалентная схема- параллельные колебательные контуры I-III рода, а также простейшие LC-фильтры с шунтами). Построить частотные характеристики , сравнить с результатами автоматизированного расчета с помощью ADS или Qucs.

Таблица 10.1 – Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсовой работы (проекта)

| Наименование аудиторных занятий | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|
| 3 семестр | | |
| Исследование сложной линейной электрической цепи , состоящей из каскадного соединения нескольких четырехполюсников, в частотной области:Распределение вариантов задания , пояснение шифра задания, объяснение основных обозначений | 2 | ПК-7, ПК-9 |
| Исследование частотных характеристик нагрузки | 2 | |
| Исследование транзистора с обобщенной нагрузкой | 2 | |
| Исследование транзистора с избирательной нагрузкой | 2 | |
| Защита курсовой работы | 2 | |
| Итого за семестр | 10 | |

Согласована на портале № 23997

### 10.1. Темы курсовых работ (проектов)

Примерная тематика курсовых работ (проектов):

– Схемные функции и частотные характеристики линейных электрических цепей ( по вариантам)

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

| Элементы учебной деятельности | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|---|---|---|---|---|
| 2 семестр | | | | |
| Домашнее задание | 3 | 3 | 2 | 8 |
| Зачет | | | 20 | 20 |
| Контрольная работа | 15 | 10 | | 25 |
| Опрос на занятиях | 4 | 5 | 1 | 10 |
| Отчет по индивидуальному заданию | | 10 | | 10 |
| Отчет по лабораторной работе | 2 | 8 | 8 | 18 |
| Тест | | 3 | 6 | 9 |
| Итого максимум за период | 24 | 39 | 37 | 100 |
| Нарастающим итогом | 24 | 63 | 100 | 100 |
| 3 семестр | | | | |
| Домашнее задание | 2 | 2 | 3 | 7 |
| Защита курсовых проектов (работ) | | | 10 | 10 |
| Контрольная работа | | 5 | | 5 |
| Отчет по индивидуальному заданию | | | 5 | 5 |
| Отчет по курсовой работе | 5 | 7 | | 12 |
| Отчет по лабораторной работе | 5 | 8 | 7 | 20 |
| Расчетная работа | 2 | 3 | | 5 |
| Тест | 2 | 2 | 2 | 6 |
| Итого максимум за период | 16 | 27 | 27 | 70 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Нарастающим итогом | 16 | 43 | 70 | 100 |

Согласована на портале № 23997

### 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

| Баллы на дату контрольной точки | Оценка |
|---|---|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 3 |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 2 |

### 11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка (ГОС) | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS) |
|---|---|---|
| 5 (отлично) (зачтено) | 90 - 100 | A (отлично) |
| 4 (хорошо) (зачтено) | 85 - 89 | B (очень хорошо) |
| | 75 - 84 | C (хорошо) |
| | 70 - 74 | D (удовлетворительно) |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 65 - 69 | |
| | 60 - 64 | E (посредственно) |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Атабеков Г.И. Основы теории цепей.- СПб.: Лань,2009.-432с. [Электронный ресурс]. - https://e.lanbook.com/book/91911#book_name , дата обращения: 08.05.2018

### 12.2. Дополнительная литература

1. Попов В.П. Основы теории цепей.-М.: Высш.шк., 2000.-574с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 189 экз.)

2. Лосев А.К. Теория линейных электрических цепей.-М.: Высш.шк.,1987.-512с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 33 экз.)

3. Матханов П.Н. Основы анализа электрических цепей. Линейные цепи.-М.: Высш.шк., 1990.-336с (наличие в библиотеке ТУСУР - 22 экз.)

4. Белецкий, А.Ф. Теория линейных электрических цепей [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 544 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/91910 . дата обращения: 30.05.2018.

### 12.3. Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Теория электрических цепей: Учебное пособие к практическим занятиям / Мельникова И. В., Дубовик К. Ю. - 2012. 156 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1432 , дата обращения: 08.05.2018.

2. Исследование законов Ома и Кирхгофа в электрической цепи при гармоническом воздействии: Руководство к лабораторной работе No2 / Мельникова И. В., Голев Б. Ф., Дубовик К.

Согласована на портале № 23997

Ю. - 2013. 10 с. (рекомендовано для самостоятельной работы) [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3441 , дата обращения: 08.05.2018.

3. Теория электрических цепей. Часть 2: Учебное пособие / Попова К. Ю. - 2015. 160 с. (рекомендовано для самостоятельной работы) [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5535 , дата обращения: 08.05.2018.

4. Методы математического описания и расчета сложной линейной электрической цепи в стационарном режиме: Исходные данные, методические указания, примеры расчета и контрольных вопросов к заданию / Мельникова И. В. - 2012. 44 с. (рекомендовано для самостоятельной работы) [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1430 , дата обращения: 08.05.2018.

5. Основы теории цепей. Схемные функции и частотные характеристики линейных электрических цепей: Методические указания по выполнению курсовой работы / Мельникова И. В. - 2012. 68 с. (рекомендовано для самостоятельной работы) [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1549 , дата обращения: 08.05.2018.

6. Исследование частотных характеристик апериодических цепей первого порядка: Руководство к лабораторной работе No 4, 5 / Мельникова И. В., Дубовик К. Ю. - 2013. 12 с. (рекомендовано для самостоятельной работы) [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3443 , дата обращения: 08.05.2018.

7. Правила подготовки, выполнения и оформления лабораторной работы: Методические указания к выполнению лабораторных работ / Мельникова И. В., Голев Б. Ф., Дубовик К. Ю., Дмитриев В. Д. - 2011. 29 с. (рекомендовано для самостоятельной работы) [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1143 , дата обращения: 08.05.2018.

8. Исследование переходных процессов в цепях первого и второго порядков: Руководство к лабораторной работе / Мельникова И. В., Голев Б. Ф., Дубовик К. Ю. - 2012. 16 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2962 , дата обращения: 08.05.2018.

9. Исследование одиночных колебательных контуров: Руководство к лабораторной работе No 6, 7 по дисциплине «Теория электрических цепей» для студентов радиотехнического факультета всех специальностей / Мельникова И. В., Дубовик К. Ю. - 2013. 19 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3447 , дата обращения: 08.05.2018.

10. Исследование разветвленной линейной цепи при гармоническом воздействии: Руководство к лабораторной работе No3 / Мельникова И. В., Голев Б. Ф., Дубовик К. Ю. - 2013. 8 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3442 , дата обращения: 08.05.2018.

11. Казакевич, Л. И. Методические рекомендации по самостоятельной работе студентов всех специальностей и направлений: Учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / Казакевич Л. И. — Томск: ТУСУР, 2016. — 15 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6050 дата обращения : 08.05.2018.

### 12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

## 12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Согласована на портале № 23997

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU http://elibrary.ru – полнотекстовая, реферативная база данных.

2. Информационные, справочные и нормативные базы данных https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

3. Научная электронная база «Наука» https://www.libnauka.ru/

**12.5. Периодические издания**

1. Техника радиосвязи. Омский научно-исследовательский институт приборостроения (Омск). http://www.oniip.ru/nauka/publikatsii/tekhnika_radiosvyazi/index.php

## 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

### 13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

#### 13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

#### 13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная аудитория

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 305 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

314

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 314 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнитно-маркерная BRAUBERG (2 шт.);
- 16 рабочих станций, (компьютеров), на базе процессоров Intel Core i5;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Microsoft Windows 8 и ниже
- Google Chrome
- Keysight SystemVue
- Microsoft Office 2010 и ниже
- Mozilla FireFox
- Qucs
- PTC Mathcad13, 14
- Velleman PcLab2000LT

Согласована на портале № 23997

### 13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория «Основы теории цепей»
учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа
634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 314б ауд.
Описание имеющегося оборудования:
- Доска магнитно-маркерная BRAUBERG (2 шт.);
- Конвертор AC-DC MC5BB ИРБИС (8 шт.);
- USB Осциллограф-генератор PCSGU250 (8 шт.);
- Вольтметр В3-38 (8 шт.);
- 8 рабочих станций, (компьютеров), на базе процессоров Intel Core i5;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение :
- Microsoft Windows 8 и ниже
- Google Chrome
- Keysight SystemVue
- Microsoft Office 2010 и ниже
- Mozilla FireFox
- Qucs
- PTC Mathcad13, 14
- Velleman PcLab2000LT

### 13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:
- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:
- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

### 13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

Согласована на портале № 23997

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## 14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

#### 14.1.1. Тестовые задания

1) Заданы Z-параметры четырехполюсника: $z = \begin{vmatrix} 2+j2 & -(0.25+j0.25) \\ -(0.25+j0.25) & 2+j2 \end{vmatrix}$. Определить тип четырехполюсника.

а) автономный и симметричный

в) неавтономный и несимметричный

б) неавтономный и симметричный

г) автономный и несимметричный

2) Для обратимого четырехполюсника в уравнениях типа А заданы коэффициенты: $A_{11}$=1; $A_{21}$=j0.3; $A_{22}$=0.4. Определить значение коэффициента $A_{12}$.

а) 1

в) -2j

б) 0

г) 2j

3) Для четырехполюсника с известными А-параметрами:

$$\begin{cases} \dot{\boldsymbol{U}}_{\boldsymbol{1}} = (\boldsymbol{1}-\boldsymbol{j})\dot{\boldsymbol{U}}_{\boldsymbol{2}} + \boldsymbol{10}\dot{\boldsymbol{I}}_{\boldsymbol{2}} \\ \dot{\boldsymbol{I}}_{\boldsymbol{1}} = -\boldsymbol{j0.1}\dot{\boldsymbol{U}}_{\boldsymbol{2}} + \dot{\boldsymbol{I}}_{\boldsymbol{2}} \end{cases}$$

Определить коэффициент передачи по напряжению $\dot{K}_U$ в режиме холостого хода на выходе.

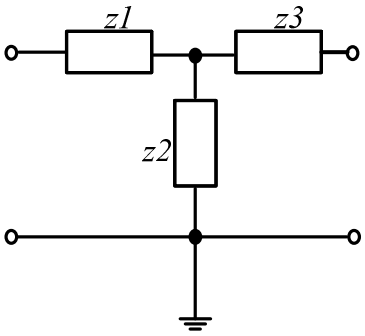
а) 0.5+j0.5

в) 0

б) 1

г) 10

4) Определите Z-параметры четырехполюсника, для которого (рис. 1) отдельные сопротивления указаны в Омах. Выберите правильный ответ.




Z1=3 Ом; Z2=7 Ом; Z3=3 Ом;

Согласована на портале № 23997

Рис.1

а) $Z_{11}$=10 Ом, $Z_{12}$= -7Ом; $Z_{21}$=7 Ом; $Z_{22}$=-10 Ом

б) $Z_{11}$=10 Ом, $Z_{12}$= 7Ом; $Z_{21}$=7 Ом; $Z_{22}$=10 Ом

в) $Z_{11}$=3 Ом, $Z_{12}$= 7Ом; $Z_{21}$=7 Ом; $Z_{22}$=3 Ом

г) $Z_{11}$=3 Ом, $Z_{12}$= 10Ом; $Z_{21}$=10 Ом; $Z_{22}$=3 Ом

5) Для симметричного четырехполюсника характеристическое сопротивление определяется следующими выражениями (возможно несколько ответов):

а) $\dot{z}_c = \sqrt{\dot{z}_{\text{вх xx}} \cdot \dot{z}_{\text{вх кз}}}$ б) $\dot{z}_c = \sqrt{\dot{z}_{\text{вых xx}} \cdot \dot{z}_{\text{вх xx}}}$

в) $\dot{z}_c = \sqrt{\frac{\dot{A}_{21}}{\dot{A}_{22}}}$ г) $\dot{z}_c = \sqrt{\frac{\dot{A}_{22}}{\dot{A}_{21}}}$

6) В каком случае электрическая цепь будет цепью с распределенными параметрами?
   а) В цепи отсутствуют потери.
   б) Длина линии более 1 км.
   в) Геометрические размеры цепи соизмеримы с длиной волны электромагнитных колебаний
   г) Напряжение и ток в линии являются только функцией времени

7) Режим, в котором энергия частично поглощается нагрузкой, называется:
   а) режимом линии без искажений;
   б) режимом смешанных волн;
   в) режимом бегущей волны;
   г) режимом стоячей волны.

8) Определить режим в линии, если первичные параметры линии $L_0 = 4$ мГн/км , $C_0 = 400$ нФ/км. Линия нагружена на индуктивность $L_H = 20$ мГн
   а) режимом линии без искажений;
   б) режимом смешанных волн;
   в) режимом бегущей волны;
   г) режимом стоячей волны.

9) Переходная характеристика отражает:
   а) переход системы в новое состояние;
   б) длительность переходного процесса;
   в) реакцию цепи на ступенчатое воздействие;
   г) зависимость входного воздействия от времени.

10) Переходной процесс в цепи невозможен при:
   а) отсутствии конденсатора;
   б) воздействии гармонического сигнала;
   в) изменении энергии в реактивном элементе;
   г) отсутствии резистора.

11) Независимыми называются начальные условия (НУ):
   а) не зависящие от параметров цепи;
   б) сохраняющие свои значения независимо от состоявшейся коммутации;
   в) не изменяющиеся в ходе всего переходного процесса;
   г) не зависящие от типа элементов.

12) На выводах какого элемента невозможно скачкообразное изменение напряжения?
   а) конденсатора;
   б) источника напряжения
   в) катушки индуктивности;
   г) резистора

Согласована на портале № 23997

13) Выберете верное утверждение:
   а) коэффициент передачи электрической цепи представляет собой отношение активной части сопротивления к реактивной;
   б) коэффициент передачи пассивной электрической цепи имеет размерность Ом/м;
   в) коэффициент передачи электрической цепи всегда равен 10;
   г) коэффициент передачи пассивной электрической цепи не превышает 1.
14) Полоса пропускания цепи это –
   а) диапазон частот, в котором амплитудно-частотная характеристика коэффициента передачи отличается от своего максимального значения не более чем на 3дБ;
   б) диапазон частот, в котором фазо-частотная характеристика коэффициента передачи отличается от своего максимального значения не более чем на 3дБ;
   в) диапазон частот, в котором амплитудно-частотная характеристика коэффициента передачи не отличается от своего максимального значения;
   г) диапазон частот, в котором амплитудно-частотная характеристика коэффициента передачи отличается от своего минимального значения не более чем на 3дБ.
15) Для фильтра нижних частот (ФНЧ) выполняется соотношение:
   а) $a_c = 0$ при $\omega \geq \omega_{\text{ср}}$
   б) $a_c \to 1$ при $\omega > \omega_{\text{ср}}$
   в) $\boldsymbol{a_c = 0}$ **при** $\boldsymbol{\omega \leq \omega_{\text{ср}}}$
   г) $a_c \to \infty$ при $\omega < \omega_{\text{ср}}$
16) Определите тип фильтра для которого полоса прозрачности лежит в диапазоне от 0 до $\omega_{\text{ср}}$
   а) ФНЧ;
   б) ФВЧ;
   в) ПЗФ;
   г) РФ.
17) Для полосы прозрачности LC-фильтра (рис.1) выполняется следующее условие :

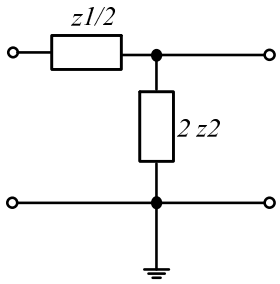



Рис.1

   а) $-1 \leq \frac{\dot{z}_1}{4\dot{z}_2} \leq 0$
   б) $b_c = \pm\pi$
   в) $\text{ch}\frac{a_c}{2} = \sqrt{\left|\frac{\dot{z}_1}{4\dot{z}_2}\right|}$
   г) $\frac{\dot{z}_1}{4\dot{z}_2} \gg 0$
18) Выражения для амплитудно-частотной и фазо-частотной характеристики определяется как:
   а) отношение модуля частотной характеристики к ее аргументу;
   б) модуль входного сопротивления;
   в) сумма реальной и мнимой части комплексного сопротивления;
   г) модуль и аргумент комплексной функции цепи.
19) Укажите обязательное условие для возникновения фазового резонанса:
   а) отсутствие активных сопротивлений;
   б) наличие хотя бы одного реактивного элемента;
   в) наличие разнотипных реактивных элементов;
   г) наличие зависимого источника.

Согласована на портале № 23997

20) Укажите, какой из видов фазового резонанса возможен в последовательном колебательном контуре:

а) резонанс напряжений;

б) резонанс токов;

в) параллельный резонанс;

г) совместный резонанс.

### 14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Цепи с распределенными параметрами.

Какова эквивалентная схема замещения разомкнутого отрезка линии без потерь длиной $\lambda < l < \frac{5}{4}\lambda$?

2. Цепи с распределенными параметрами.

Как изменится режим работы согласованной ДЛ при подключении к ней в некотором сечении короткозамкнутого полуволнового отрезка (рис.1):

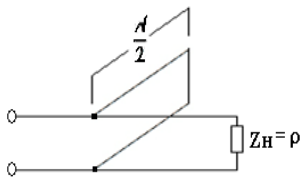



Рис.1

3. Восстановите схему для системы уравнений представленной ниже. Укажите , где находится управляемый источник, если $I_{зав} = S \cdot U_{упр}$ :

$$\begin{bmatrix} \frac{1}{R2} + j\omega C1 + \frac{1}{R3 + j\omega L2} & -j\omega C1 - \frac{1}{R3 + j\omega L2} \\ -j\omega C1 - \frac{1}{R3 + j\omega L2} - S & \frac{1}{R1} + \frac{1}{j\omega L1} + j\omega C1 + \frac{1}{R3 + j\omega L2} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} U_{10} \\ U_{20} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J1 \\ -J1 \end{bmatrix}$$

4. . К последовательному колебательному контуру подключен источник гармонического сигнала с амплитудой 1В и частотой 3МГц. Контур настроен на частоту источника и имеет параметры: С=60пФ, R=20 Ом. Определить амплитуду напряжения на ёмкости при резонансе. Изобразить зависимость входного сопротивления от частоты.

5. Составить таблицу граничных условий всех токов и напряжений, вывести характеристическое уравнение любым удобным способом для схемы на рис.2

6. Рассчитать переходный процесс на емкости любым удобным методом для схемы на рис.3. Определить через какое время в цепи будет наблюдаться установившийся режим.

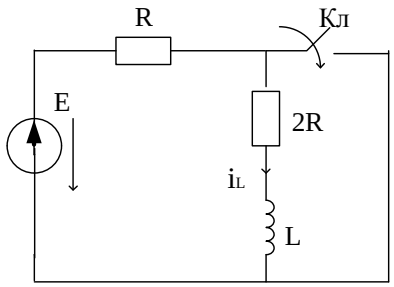



рис.2

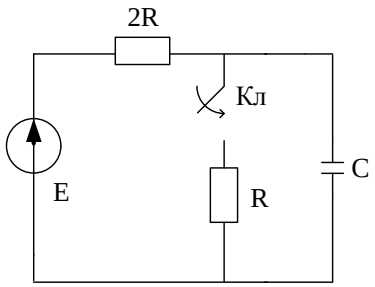
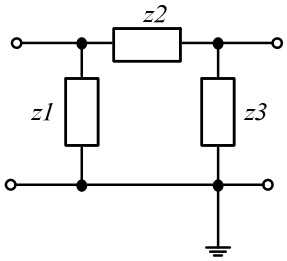



рис.3

7. Рассчитать А-параметры для схемы рис.4 любым удобным способом, если параметры цепи на некоторой частоте $\omega$ указаны в Омах. Определить к какой полосе частот (прозрачности или задерживания) относится четырехполюсник.

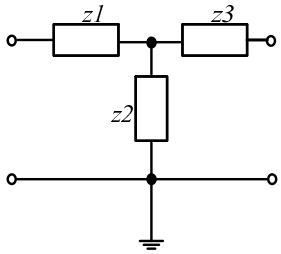
8. Рассчитать Z-параметры для схемы рис.5 любым удобным способом, если параметры цепи указаны в Омах.

Согласована на портале № 23997




Z1=-j15 Ом; Z2=j5 Ом; Z3=-j15 Ом;

Рис.6




Z1=3 Ом; Z2=7 Ом; Z3=3 Ом;

Рис.7

9. Чему равно напряжение на конденсаторе ( рис.8) при выключении источника питания (E = 20 В; R = 8 Ом; C = 15 нФ). Будет ли в системе наблюдаться установившийся режим через 10 мкс после отключения источника питания.

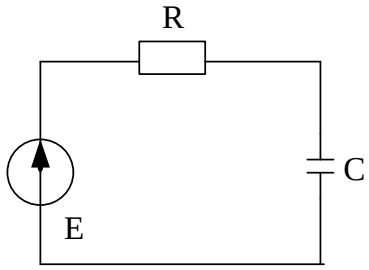



Рис. 8

10. Определить режим в линии, если первичные параметры линии $L_0 = 2$ мГн/км, $C_0 = 800$ нФ/км. Линия нагружена на сопротивление$R_Н = 100$ Ом

11. Первичные (внутренние) параметры четырехполюсника.

Определение четырехполюсника. Виды параметров четырехполюсника в зависимости от нагрузки; определение, методика нахождения, физический смысл, связь внутренних параметров, примеры определения внутренних параметров простейших четырехполюсников по заданию экзаменатора.

12. Внутренние параметры составных четырехполюсников.

Системы уравнений неавтономного четырехполюсника. Расчет внутренних параметров сложных четырехполюсников при разных типах регулярного соединения.

13. Характеристические параметры четырехполюсника.

Выражения, методика определения, физический смысл характеристических параметров; логарифмические единицы затухания (неп и дб).

14. Каскадное соединение согласованных четырехполюсников.

Условие полного согласования четырехполюсника. Схема, вывод $\dot{G}_c$ и $\dot{K_{uc}}$ для схемы из двух каскадно и согласованно включенных четырехполюсников.

13. Операторный метод расчет ПП.

Расчет ПП по операторной схеме замещения, получение операторных схем замещения для l и c с ненулевыми ну; изображение типовых сигналов $e(t) = E$ и $e(t) = E_m cos\omega t$. Связь полюсов функций f(p) с характером оригинала $f(t)$.

14. Временные характеристики линейных электрических цепей.

Графическое изображение, аналитическое описание и взаимосвязь испытательных (входных) сигналов при определении временных характеристик цепи; определение переходной и импульсной характеристик, их размерность; взаимосвязь временных характеристик цепи; пример определения переходной и импульсной характеристик для цепи первого порядка, схема которой задана.

15. Частотные и временные характеристики электрических цепей.

Испытательные сигналы, используемые для нахождения частотных и временных характеристик цепи; вывод соотношений, связывающих операторные и временные функции цепи; взаимосвязь предельных значений для временных и частотных характеристик, их обоснование; пример вычисления всех характеристик цепи, схема которой задана.

Согласована на портале № 23997

16. Цепи с распределенными параметрами.

Определение, особенности, первичные и вторичные параметры; линии без потерь; режим бегущих волн в линии без потерь и в линии с потерями.

17. Цепи с распределенными параметрами.

Определение, особенности, модель участка линии длиной *dx*, решение телеграфных уравнений для установившегося режима при гармоническом воздействии.

18. Падающие и отраженные волны.

Падающие и отраженные волны при гармоническом воздействии. Длина волны и фазовая скорость, коэффициент отражения: смысл и расчетная формула, значения для разных режимов работы дл. Результат интерференции падающих и отраженных волн в лбп в зависимости от их величины и фазового сдвига.

19. Режим бегущих волн.

Режимы работы линии без потерь (лбп) в зависимости от характера нагрузки; амплитудные и фазовые соотношения в линии, входное сопротивление в режиме бегущей волны; использование в линии в качестве фидера, согласование линии с нагрузкой (с помощью четырехволнового трансформатора и реактивного шлейфа).

20. Режим стоячих волн.

Возможные режимы работы лбп; режим стоячих волн на примере короткозамкнутой линии: результат интерференции падающей и отраженной волны; вывод общих соотношений для режима стоячих волн и графики распределения тока, напряжения, входного сопротивления вдоль короткозамкнутой линии; частотная зависимость входного сопротивления; практическое использование короткозамкнутых отрезков линии ($\frac{\lambda}{4}$ изолятор, колебательный контур).

### 14.1.3. Темы контрольных работ

Эквивалентные преобразования, закон Ома, закон Кирхгофа

Расчет цепей постоянного тока основными методами

Расчет цепей гармонического тока методом комплексных амплитуд

Исследование разветвленной линейной цепи при гармоническом воздействии

Исследование входных и передаточных частотных характеристик апериодических цепей первого порядка

Исследование частотных свойств линейных электрических цепей с помощью комплексных функций цепей. Определение частотных характеристик и полосы пропускания цепей на основе комплексной функции цепи.

Исследование цепей, содержащих зависимые источники тока и напряжения, основными методами расчета сложных ЛЭЦ

### 14.1.4. Темы индивидуальных заданий

Методы математического описания и расчета сложной линейной электрической цепи в стационарном режиме

Расчет переходных процессов в ЛЭЦ двумя методами

### 14.1.5. Темы опросов на занятиях

Основные определения и понятия: Электрический ток, цепь, компоненты, элементы цепи, параметры элементов, топология схемы. Идеальные элементы: сопротивление, индуктивность, емкость, источник э.д.с., источник тока. Зависимые источники; операционный усилитель; эквивалентные (рабочие) модели элементов цепи. Типы элементов (линейные, нелинейные и параметрические), их свойства, обозначения, элементные уравнения. Схемы цепи (структурные, принципиальные, эквивалентные).Основные энергетические соотношения в цепи: законы Ома, Кирхгофа, мощность и баланс мощностей (для мгновенных значений); установившийся и неустановившийся режимы работы цепи; понятие двухполюсника, четырехполюсника, многополюсника; типовые входные воздействия в теории цепей; математическая модель цепи (ММЦ) в виде системы уравнений и в виде дифференциального уравнения цепи; зависимость

Согласована на портале № 23997

методов решения ММЦ от типа цепи и режима; задачи дисциплины ТЭЦ.

Тема 1: Метод комплексных амплитуд - Обоснование выбора гармонического сигнала, параметры гармонического сигнала, постоянное воздействие – как частный случай гармонического; метод комплексных амплитуд (МКА), алгебраизация ММЦ, законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме, мощность и баланс мощностей в комплексной форме; треугольники сопротивлений, проводимостей, мощностей; векторные диаграммы токов и напряжений.

Тема2: Эквивалентные преобразования участков цепи - Определение эквивалентных сопротивлений участков цепи. Виды соединения (последовательное, параллельное, последовательно-параллельное), их эквивалентное преобразование; эквивалентное преобразование генераторов тока и напряжения; перенос источников тока и э.д.с. в другие ветви; цепи со взаимоиндукцией, развязка индуктивносвязанных цепей.

Тема 3 : Методы анализа сложных цепей - Метод контурных токов и метод узловых потенциалов. Получение канонических ММЦ на основе соответствующих законов Кирхгофа; уменьшение числа искомых неизвестных; матричная форма записи ММЦ и ее решение. Машинный метод анализа цепей на базе метода узловых потенциалов..

Метод наложения (теорема о наложении решений).

Метод эквивалентного генератора. Теорема об эквивалентном генераторе. Определение тока в отдельной ветви цепи методом эквивалентного генератора.

Испытательные сигналы. Определение переходной и импульсной характеристик, размерность характеристик, их взаимосвязь.

Вывод соотношений, связывающих операторные и временные функции.

### 14.1.6. Темы домашних заданий

Закон Ома и Кирхгофа в резистивных цепях: Рассчитать токи и напряжения в резистивных цепях при постоянном воздействии

Эквивалентные преобразования в схемах с генераторами тока и напряжения: рассчитать значения эквивалентного источника напряжения/тока и его внутреннего сопротивления /проводимости для заданной сложной цепи, состоящей из последовательно-паралельных соединений источников тока, источников напряжения и сопротивлений

Основы метода комплексных амплитуд: Для разветвленной RLC- цепи, находящейся при гармоническом воздействии, рассчитать токи и напряжения на элементах по МКА

Резонансные цепи: по заданию преподавателя рассчитать основные характеристики простейших параллельных и последовательных колебательных контуров

Четырехполюсники и фильтры: Рассчитать внутренние и характеристические параметры простейших П- и Т- образных звеньев, а также полузвеньев

Временные характеристики цепей: По заданной преподавателем простейшей ЛЭЦ первого порядка определить ее временные и частотные характеристики

### 14.1.7. Зачёт

1. Расчет комплексных значений токов и напряжений по закону Ома.
2. Перевод мгновенных значений токов и напряжений в комплексные амплитуды.
3. Основы метода комплексных амплитуд.
4. Вывод матричных уравнений расчета по схеме.
5. Алгоритмы расчета методом контурных токов, методом узловых напряжений.
6. Вывод частотных характеристик электрических схем.
7. Алгоритм нахождения частотных характеристик электрических схем с зависимым источником
8. Алгоритм нахождения частотных характеристик реактивных двухполюсников.
9. Последовательный колебательный контур.
10. Параллельный колебательный контур.

### 14.1.8. Темы расчетных работ

Методы математического описания и расчета сложной линейной электрической цепи в стационарном режиме

Расчет переходных процессов в ЛЭЦ двумя методами

Согласована на портале № 23997

### 14.1.9. Темы лабораторных работ

Исследование разветвленной линейной цепи при гармоническом воздействии

Исследование законов Ома и Кирхгофа в электрической цепи при гармоническом воздействии

Исследование входных и передаточных частотных характеристик апериодических цепей первого порядка

Исследование частотных свойств реактивных двухполюсников

Исследование частотных свойств последовательного и параллельного колебательных контуров

Исследование LC- фильтров

Исследование длинной линии в стационарном и переходном режимах

Исследование переходных процессов в цепях первого и второго порядка

### 14.1.10. Темы курсовых проектов (работ)

Схемные функции и частотные характеристики линейных электрических цепей (по вариантам):

Согласно индивидуальному шифру студенту необходимо рассчитать частотные характеристики транзистора (эквивалентная схема - четырехполюсник с зависимым источником (по вариантам)) и соединенной с ним каскадно нагрузки ( эквивалентная схема- параллельные колебательные контуры I-III рода, а также простейшие LC-фильтры с шунтами). Построить частотные характеристики , сравнить с результатами автоматизированного расчета с помощью ADS

### 14.1.11. Темы самостоятельных работ

- Исследование разветвленной линейной цепи при гармоническом воздействии
- Исследование входных и передаточных частотных характеристик апериодических цепей первого порядка
- Методы математического описания и расчета сложной линейной электрической цепи в стационарном режиме
- Расчет переходных процессов в ЛЭЦ двумя методами
- Расчет параметров транзистора (эквивалентная схеме- четырехполюсник с зависимыми источниками), Расчет параметров каскадного соединения транзистора и нагрузки. Оформление пояснительной записки к курсовой работе.
- Расчет параметров нагрузки. Исследование частотных свойств нагрузки

## 14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Согласована на портале № 23997

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

| Категории обучающихся | Виды дополнительных оценочных материалов | Формы контроля и оценки результатов обучения |
|---|---|---|
| С нарушениями слуха | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы | Преимущественно письменная проверка |
| С нарушениями зрения | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам | Преимущественно устная проверка (индивидуально) |
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету | Преимущественно дистанционными методами |
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы | Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

### 14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 23997