**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

Документ подписан электронной подписью
Сертификат: 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820
Владелец: Троян Павел Ефимович
Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Теория электрических цепей**

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки / специальность: **10.05.02 Информационная безопасность телекоммуникационных систем**
Направленность (профиль) / специализация: **Безопасность телекоммуникационных систем информационного взаимодействия**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РСС, Кафедра радиоэлектроники и систем связи**
Курс: **1, 2**
Семестр: **2, 3**
Учебный план набора 2012 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 2 семестр | 3 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 24 | 32 | 56 | часов |
| 2 | Практические занятия | 18 | 14 | 32 | часов |
| 3 | Лабораторные работы | 18 | 24 | 42 | часов |
| 4 | Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа) | | 10 | 10 | часов |
| 5 | Всего аудиторных занятий | 60 | 80 | 140 | часов |
| 6 | Самостоятельная работа | 48 | 28 | 76 | часов |
| 7 | Всего (без экзамена) | 108 | 108 | 216 | часов |
| 8 | Подготовка и сдача экзамена | | 36 | 36 | часов |
| 9 | Общая трудоемкость | 108 | 144 | 252 | часов |
| | | 3.0 | 4.0 | 7.0 | З.Е. |

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

Согласована на портале № 29675

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 13 от « 7 » 6 2018 г.

Томск 2018

Согласована на портале № 29675

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 10.05.02 Информационная безопасность телекоммуникационных систем, утвержденного 16.11.2016 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОР «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

доцент кафедра ТОР _____ В. Д. Дмитриев

Заведующий обеспечивающей каф. ТОР _____ А. А. Гельцер

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ _____ К. Ю. Попова

Заведующий выпускающей каф. РСС _____ А. В. Фатеев

Эксперты:

доцент кафедры ТОР _____ С. И. Богомолов

Старший преподаватель кафедры радиоэлектроники и систем связи (РСС) _____ Ю. В. Зеленецкая

Согласована на портале № 29675

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

• В процессе изучения ТЭЦ студенты получают базовую теоретическую подготовку, необходимую для дальнейшего изучения специальных дисциплин, раскрывающую теоретические основы и принципы работы и моделирования радиоэлектронных устройств различного назначения.

• 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.

### 1.2. Задачи дисциплины

– Задачами изучения дисциплины ° Теория электрических цепей° , является формирование у студентов общекультурных и профессиональных компетенций соответствующих ООП.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Теория электрических цепей» (Б1.Б.26) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Алгебра и геометрия, Информатика, Математический анализ, Общая физика.

Последующими дисциплинами являются: Измерения в телекоммуникационных системах, Основы телевидения и видеотехника, Схемотехника телекоммуникационных устройств, Теория радиотехнических сигналов, Электроника и схемотехника.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-3 способностью применять положения теорий электрических цепей, радиотехнических сигналов, распространения радиоволн, цифровой обработки сигналов, информации и кодирования, электрической связи для решения профессиональных задач;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** - методы и средства теоретического и экспериментального исследования электрических цепей при произвольных воздействиях; - основы теории нелинейных резистивных цепей; - 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, в том числе с обратной связью; - основы теории цепей с распределенными параметрами; - основы теории аналоговых электрических фильтров.

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

– **владеть** - навыками планирования и практического выполнения действий, составляющих указанные умения в отведенное на выполнение контрольного задания время, 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 7.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры | |
|---|---|---|---|
| | | 2 семестр | 3 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 140 | 60 | 80 |
| Лекции | 56 | 24 | 32 |

Согласована на портале № 29675

| | | | |
|---|---|---|---|
| Практические занятия | 32 | 18 | 14 |
| Лабораторные работы | 42 | 18 | 24 |
| Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа) | 10 | | 10 |
| Самостоятельная работа (всего) | 76 | 48 | 28 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 34 | 18 | 16 |
| Проработка лекционного материала | 17 | 9 | 8 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 25 | 21 | 4 |
| Всего (без экзамена) | 216 | 108 | 108 |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | | 36 |
| Общая трудоемкость, ч | 252 | 108 | 144 |
| Зачетные Единицы | 7.0 | 3.0 | 4.0 |

## 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 Основные методы анализа линейных электрических цепей в установившемся режиме. Комплексные и операторные функции цепи. Частотные характеристики. Резонансные цепи | 24 | 18 | 18 | 48 | 0 | 108 | ОПК-3 |
| Итого за семестр | 24 | 18 | 18 | 48 | 0 | 108 | |
| 3 семестр | | | | | | | |
| 2 Теория четырехполюсников.Схемные функции.Цепи с распределенными параметрами.Анализ электрических цепей в переходном режиме.Временные и частотные характеристики цепей и их взаимосвязь.Основные методы анализа нелинейных электрических цепей. | 32 | 14 | 24 | 28 | 10 | 98 | ОПК-3 |
| Итого за семестр | 32 | 14 | 24 | 28 | 10 | 108 | |
| Итого | 56 | 32 | 42 | 76 | 10 | 216 | |

Согласована на портале № 29675

## 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 Основные методы анализа линейных электрических цепей в установившемся режиме. Комплексные и операторные функции цепи. Частотные характеристики. Резонансные цепи | 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.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. | 12 | ОПК-3 |
| | 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. 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- | 12 | |

Согласована на портале № 29675

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 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. Связанные контуры: виды связи для связанных контуров. Коэффициент связи. Обобщенная модель 2хконтурной связанной системы. Входное сопротивление, токи контуров. Виды резонансов. Частотные характеристики 2хконтурных связанных систем разного типа. Полоса пропускания. Энергетические соотношения. | | |
| | Итого | 24 | |
| Итого за семестр | | 24 | |
| 3 семестр | | | |
| 2 Теория четырехполюсников.Схемные функции.Цепи с распределенными параметрами.Анализ электрических цепей в переходном режиме.Временные и частотные характеристики цепей и их взаимосвязь.Основные методы анализа нелинейных электрических цепей. | 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.Назначение и классификация фильтров. Полосы прозрачности и задерживания.Общий анализ фильтров без потерь. Фильтры типа «К». Фильтры нижних частот, 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. 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 ли- | 32 | ОПК-3 |

Согласована на портале № 29675

| | | | |
|---|---|---|---|
| | нии при различных видах нагрузки (согласованная нагрузка, холостой ход, короткое замыкание, реактивная нагрузка, несогласованное активное и комплексное сопротивление). Коэффициент отражения. Коэффициент бегущей и стоячей волны. 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. 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 свободных составляющих; определение постоянных интегрирования, порядок расчета. 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. Испытательные сигналы. Определение переходной и импульсной характеристик, размерность характеристик, их взаимосвязь.Вывод соотношений, связывающих операторные и временные функции. Графические методы анализа нелинейных резистивных цепей. Общая характеристика графических методов. Метод проекций; метод пересечения вольтамперных характеристик и метод эквивалентных характеристик на примере анализа простейших НЦ постоянного тока, состоящих из последовательного или параллельного соединения двух нелинейных элементов. Понятие о динамических характеристиках НЦ. Динамические характеристики неуправляемых НЭ. Построение динамических характеристик электрически управляемых НЭ. Применение нелинейных резистивных цепей для стабилизации тока (напряжения) и ограничения колебаний.Аналитические методы анализа НЦ. Понятие аппроксимации, противоречивость задачи аппроксимации, два этапа решения задачи аппроксимации; функции, наиболее часто используемые для аппроксимации характеристик НЭ; способы (критерии, условия) приближения аппроксимирующей функции к аппроксимируемой характеристике, определение коэффициентов аппроксимации. Нелинейное сопротивление при гармоническом воздействии: образование гармоник, расчет амплитуд гармоник методами кратных дуг и трех ординат. Нелинейное со- | | |

Согласована на портале № 29675

| | | | |
|---|---|---|---|
| | противление при бигармоническом воздействии: образование высших гармоник и комбинационных составляющих. Понятие о коэффициенте нелинейных искажений. | | |
| | Итого | 32 | |
| Итого за семестр | | 32 | |
| Итого | | 56 | |

### 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 |
| Предшествующие дисциплины | | |
| 1 Алгебра и геометрия | + | + |
| 2 Информатика | + | + |
| 3 Математический анализ | + | + |
| 4 Общая физика | + | + |
| Последующие дисциплины | | |
| 1 Измерения в телекоммуникационных системах | + | + |
| 2 Основы телевидения и видеотехника | + | + |
| 3 Схемотехника телекоммуникационных устройств | + | + |
| 4 Теория радиотехнических сигналов | + | + |
| 5 Электроника и схемотехника | + | + |

### 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. | |

Согласована на портале № 29675

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ОПК-3 | + | + | + | + | + | Контрольная работа, Домашнее задание, Экзамен, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов (работ), Зачет, Расчетная работа, Тест, Отчет по курсовой работе, Отчет по практическому занятию |

## 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

## 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 2 семестр | | | |
| 1 Основные методы анализа линейных электрических цепей в установившемся режиме. Комплексные и операторные функции цепи. Частотные характеристики. Резонансные цепи | Изучение измерительных приборов, рабочего стенда. Измерение параметров гармонического колебания. Исследование амплитудно-фазовых соотношений в простейших RL-, RC-, RR- цепях.Исследование разветвленной линейной цепи в стационарном режиме при гармоническом воздействии Исследование передаточных функций в цепях первого порядка.Исследование входных функций в цепях первого порядка. Исследование частотных характеристик последовательного колебательного контура Исследование частотных характеристик параллельного колебательного контура | 18 | ОПК-3 |
| | Итого | 18 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| 3 семестр | | | |
| 2 Теория четырехполюсников.Схемные функции.Цепи с распределенными параметрами.Анализ электрических цепей в переходном режиме.Временные и частотные характеристики цепей и их взаимосвязь.Основные | Исследование системы двух связанных контуров. Исследование пассивных RC-фильтров Активный RC-фильтр. Передаточные характеристики ФНЧ типа ‘k’ и ‘m’ в согласованном и рассогласованном режимахЭкспериментальное исследование характеристического сопротивления ФНЧ типа К и М. Исследование распределения напряжения вдоль линии в разных режимах. Анализ переходных процессов в цепях первого порядка.Анализ переходных процессов в цепях второго порядка. | 24 | ОПК-3 |
| | Итого | 24 | |

Согласована на портале № 29675

| | | | |
|---|---|---|---|
| методы анализа нелинейных электрических цепей. | | | |
| Итого за семестр | | 24 | |
| Итого | | 42 | |

## 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 Основные методы анализа линейных электрических цепей в установившемся режиме. Комплексные и операторные функции цепи. Частотные характеристики. Резонансные цепи | Идеальные пассивные элементы. Элементные и топологические уравнения. Мощность, энергия. Идеальные источники напряжения и тока, генераторы, эквивалентные преобразования в схемах с генераторами тока и напряжения; перенос источников, баланс мощностейОсновы метода комплексных амплитудЗаконы Ома и Кирхгофа в комплексной форме. Векторные диаграммы токов и напряженийМетоды контурных токов и узловых напряжений Метод эквивалентного генератора-Комплексные функции. Частотные характеристики. Полоса пропусканияОператорные и комплексные функции в схемах с зависимым источникомПоследовательный колебательный контурПараллельный колебательный контур | 18 | ОПК-3 |
| | Итого | 18 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| 3 семестр | | | |
| 2 Теория четырехполюсников.Схемные функции.Цепи с распределенными параметрами.Анализ электрических цепей в переходном режиме.Временные и частотные характеристики цепей и их взаимосвязь.Основные методы анализа нелинейных электрических цепей. | Система двух связанных контуровВнутренние параметры четырехполюсниковХарактеристические параметры четырехполюсников Электрические фильтрыРасчет переходных процессов классическим методомРасчет переходных процессов операторным методомВременные характеристики цепей и их связь с частотными.Длинные линии | 14 | ОПК-3 |
| | Итого | 14 | |
| Итого за семестр | | 14 | |
| Итого | | 32 | |

Согласована на портале № 29675

## 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 Основные методы анализа линейных электрических цепей в установившемся режиме. Комплексные и операторные функции цепи. Частотные характеристики. Резонансные цепи | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 21 | ОПК-3 | Домашнее задание, Зачет, Защита отчета, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Расчетная работа, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 3 | | |
| | Проработка лекционного материала | 6 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 18 | | |
| | Итого | 48 | | |
| Итого за семестр | | 48 | | |
| 3 семестр | | | | |
| 2 Теория четырехполюсников.Схемные функции.Цепи с распределенными параметрами.Анализ электрических цепей в переходном режиме.Временные и частотные характеристики цепей и их взаимосвязь.Основные методы анализа нелинейных электрических цепей. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ОПК-3 | Домашнее задание, Защита курсовых проектов (работ), Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по курсовой работе, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа, Тест, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 8 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 16 | | |
| | Итого | 28 | | |
| Итого за семестр | | 28 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена / зачета | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 112 | | |

## 10. Курсовая работа (проект)

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

Согласована на портале № 29675

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 | ОПК-3 |
| 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 | |

### 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 | 2 | 2 | 2 | 6 |
| Зачет | | | 10 | 10 |
| Защита отчета | 3 | 3 | 3 | 9 |
| Контрольная работа | 4 | 4 | 4 | 12 |
| Опрос на занятиях | | | 16 | 16 |
| Отчет по лабораторной работе | 6 | 8 | 6 | 20 |
| Отчет по практическому занятию | 2 | 3 | 3 | 8 |
| Расчетная работа | 4 | 6 | | 10 |
| Тест | | 3 | 6 | 9 |
| Итого максимум за период | 21 | 29 | 50 | 100 |
| Нарастающим итогом | 21 | 50 | 100 | 100 |
| 3 семестр | | | | |

Согласована на портале № 29675

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Домашнее задание | 2 | 2 | 2 | 6 |
| Защита курсовых проектов (работ) | | | 25 | 25 |
| Контрольная работа | 2 | 2 | 2 | 6 |
| Опрос на занятиях | 2 | 2 | 2 | 6 |
| Отчет по курсовой работе | 1 | 2 | 3 | 6 |
| Отчет по лабораторной работе | 3 | 3 | 3 | 9 |
| Расчетная работа | 3 | 3 | | 6 |
| Тест | 2 | 2 | 2 | 6 |
| Итого максимум за период | 15 | 16 | 39 | 70 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Нарастающим итогом | 15 | 31 | 70 | 100 |

### 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. Попов В.П. Основы теории цепей.- М.: Высш.шк.,2005.-574с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 252 экз.)

2. Атабеков Г.И. Основы теории цепей.- СПб.: Лань,2006.-424с. (наличие в библиотеке

Согласована на портале № 29675

ТУСУР - 49 экз.)

### 12.2. Дополнительная литература

1. Лосев А.К. Теория линейных электрических цепей.-М.: Высш.шк.,1987.-512с (наличие в библиотеке ТУСУР - 33 экз.)
2. Матханов П.Н. Основы анализа электрических цепей. Линейные цепи.-М.: Высш.шк., 1990.-336с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 22 экз.)
3. Андреев В.С. Теория нелинейных электрических цепей.-М.: Радио и связь,1982.-327с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 44 экз.)

### 12.3. Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Теория электрических цепей: Учебное пособие к практическим занятиям / И.В. Мельникова, К.Ю.Дубовик. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/1432, дата обращения: 13.06.2018.
2. Основы теории цепей. Схемные функции и частотные характеристики линейных электрических цепей: Методические указания по выполнению курсовой работы/ Мельникова И.В. - Томск: ТУСУР. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/1549, дата обращения: 13.06.2018.
3. Исследование законов Ома и Кирхгофа в электрической цепи при гармоническом воздействии: Руководство по лабораторной работе / Голев Б. Ф., Мельникова И. В. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/1140, дата обращения: 13.06.2018.
4. Исследование разветвленной линейной цепи при гармоническом воздействии: Руководство по лабораторной работе / Мельникова И. В., Голев Б. Ф. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/1141, дата обращения: 13.06.2018.
5. Основные электрические величины и методика их измерений: Руководство по лабораторной работе /Дубовик К. Ю., Дмитриев В. Д., Голев Б. Ф. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/1139, дата обращения: 13.06.2018.
6. 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.(для практической и самостоятельной работы) [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1430, дата обращения: 13.06.2018.

#### 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

1. . Сайт с электронным каталогом библиотеки «Либрус» [Электронный ресурс]. – Режим доступа :http ://www.librus .ru
2. Сайт учебно - методической и профессиональной литературы для студентов и преподавателейтехнических, естественно - научных и гуманитарных специальностей [Электронный ресурс].:http ://www. twirpx .com
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU http://elibrary.ru – полнотекстовая, ре-

Согласована на портале № 29675

феративная база данных.

## 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 «Вычислительный зал» / Компьютерный класс

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

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 318 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска маркерная;
- Экран для проектора;
- 8 рабочих станций на базе процессоров AMD Athlon II X2;
- 2 рабочих станций на базе процессоров Core 2 Duo;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– Google Chrome
– Microsoft Windows 7 Pro
– PTC Mathcad13, 14
– Qucs

#### 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:

– Google Chrome
– Microsoft Office 2010 и ниже
– PTC Mathcad13, 14
– Qucs
– Velleman PcLab2000LT

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

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы),

Согласована на портале № 29675

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.

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) Фазо-частотная характеристика цепи определяется как частотная зависимость:

а) аргумента функции цепи;

б) мнимой части функции цепи;

в) отношения мнимой части функции цепи к ее действительной части;

г) арктангенс отношения вещественной части функции цепи к ее мнимой части.

2) Укажите амплитуду напряжения на емкости последовательного колебательного контура с добротностью 100, если амплитуда входного напряжения равна 2В:

а) 200В;

б) -200В;

в) 2В;

Согласована на портале № 29675

г) 100В.

3) При каких режимах работы (Х.Х. - холостой ход, К.З. - короткое замыкание) определяются А – параметры четырехполюсника:

а) Х.Х. на выходе, К.З. на выходе;

б) Х.Х. на выходе, Х.Х. на входе;

в) К.З. на выходе, К.З. на входе;

г) Х.Х. на входе, К.З. на входе.

4) 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

5) 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.

6) 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.

7) Переходной процесс в цепи невозможен при:

а) отсутствии конденсатора;

б) воздействии гармонического сигнала;

в) изменении энергии в реактивном элементе;

г) отсутствии резистора.

8) 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.

9) На выводах какого элемента невозможно скачкообразное изменение напряжения?

а) конденсатора;

б) источника напряжения

в) катушки индуктивности;

г) резистора

10) 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.

11) 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.

12) Выражения для амплитудно-частотной и фазо-частотной характеристики определяется

Согласована на портале № 29675

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.

13) 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.

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

а) резонанс напряжений;

б) резонанс токов;

в) параллельный резонанс;

г) совместный резонанс.

15) Для обратимого четырехполюсника в уравнениях типа А заданы коэффициенты: А11=1; А21=j0.3; А22=0.4. Определить значение коэффициента А12.

а) 1 в) -2j

б) 0 г) 2j

16) Определить режим в линии, если нагружена на индуктивность

а) режимом линии без искажений;

б) режимом смешанных волн;

в) режимом бегущей волны;

г) режимом стоячей волны.

17) Y-параметры четырехполюсника называют параметрами:

а) холостого хода;

б) рассеяния;

в) короткого замыкания;

г) гибридными.

18) Определите тип фильтра для которого полоса прозрачности лежит в диапазоне от 0 до ωср

а) ФНЧ;

б) ФВЧ;

в) ПЗФ;

г) ППФ.

19) Входное сопротивление короткозамкнутой линии является:

а) активным;

б) комплексным;

в) реактивным;

г) равна нулю.

20)Характеристическое сопротивление контура это:

а) активное сопротивление контура;

б) реактивное сопротивление;

в) входное сопротивление контура;

г) сопротивление индуктивности и емкости на резонансной частоте.

### 14.1.2. Экзаменационные вопросы

Список типовых экзаменационных вопросов:

1) 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.

2) ВНУТРЕННИЕ ПАРАМЕТРЫ СОСТАВНЫХ ЧЕТЫРЕХПОЛЮСНИКОВ. Системы

Согласована на портале № 29675

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

3) ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ЧЕТЫРЕХПОЛЮСНИКА. Выражения, методика определения, физический смысл характеристических параметров; логарифмические единицы затухания (НЕП и дБ).

4) КАСКАДНОЕ СОЕДИНЕНИЕ СОГЛАСОВАННЫХ ЧЕТЫРЕХПОЛЮСНИКОВ. Условие полного согласования четырехполюсника. Схема, вывод и для схемы из двух каскадно и согласованно включенных четырехполюсников.

5) ЧЕТЫРЕХПОЛЮСНИК В РЕЖИМЕ ПРОИЗВОЛЬНЫХ НАГРУЗОК.Схема, исходная система уравнений, схемные функции.

6) БЕЗИНДУКТИВНЫЕ RC-ФИЛЬТРЫ (ПАССИВНЫЕ). Схемы и основные частотные зависимости (АЧХ и ФЧХ) пассивных RC-фильтров нижних, верхних частот и полосопропускающих; достоинство и недостатки пассивных RC-фильтров.

7) ЦЕПОЧЕЧНЫЕ LC-ФИЛЬТРЫ. Определение электрического фильтра. Структура цепочечных фильтров: Т-, П- и Г-образные звенья. Классификация по частотному признаку. Обоснование требования разного характера реактивностей плеч фильтра, определение фильтра К. Схемы полузвеньев ФНЧ, ФВЧ и ППФ типа К с указанием параметров элементов. Увязать тип фильтра со значением Ku(ω) в характерных точках. Для ФНЧ и ФВЧ записать выражения ωср.

8) АНАЛИЗ Т-, П- И Г-ОБРАЗНЫХ LC-ФИЛЬТРОВ БЕЗ ПОТЕРЬ. Вывод граничных условий для полосы прозрачности и общих соотношений в режиме согласования для затухания, фазы и характеристического сопротивления в полосах прозрачности и задержания на основе заданных предварительных соотношений.

9) ФНЧ ТИПА К. Определение, схема, параметры, физика работы, полоса прозрачности; выражения и графики характеристического затухания, фазы, коэффициента передачи, сопротивления с Т- и П-образной стороны; расчет параметров, условность хода характеристик; достоинства и недостатки фильтров К.

10) ФВЧ ТИПА К.Определение, схема, параметры, физика работы, полоса прозрачности; выражения и графики характеристического затухания, фазы, коэффициента передачи, сопротивления с Т- и П-образной стороны; расчет параметров; условность хода характеристик; достоинства и недостатки фильтров К.

11) ФИЛЬТРЫ ТИПА М, ИХ ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА, ПАРАМЕТРЫ.Принцип увеличения крутизны затухания, условия согласованности с прототипом и расчет параметров производного полузвена; полоса прозрачности прототипа и производного полузвена.

12) ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ОБЗОР МЕТОДОВ РАСЧЕТА ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ.Определение переходного процесса (ПП), условия возникновения ПП, длительность ПП; принцип непрерывности для любых цепей, законы коммутации для линейных цепей, независимые и зависимые НУ и методика определения последних; сравнительный обзор классического и операторного методов расчета переходных процессов, в том числе, необходимость составления дифференциального уравнения для послекоммутационной цепи, учет ненулевых начальных условий, порядок исследуемой цепи, характер входного воздействия при использовании разных методов расчета.

13) 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.

14) 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.

15) 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.

16) Возможные режимы работы ЛБП режим стоячих волн на примере холостоходного от-

Согласована на портале № 29675

резка линии: результат интерференции падающей и отраженной волны; вывод общих соотношений для режима стоячих волн и графики распределения тока, напряжения, входного сопротивления вдоль холостоходной линии; частотная зависимость входного сопротивления; практическое использование холостоходных отрезков линии.

17) ПРИМЕНЕНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ РЕЗИСТИВНЫХ ЦЕПЕЙ ДЛЯ ОГРАНИЧЕНИЯ КОЛЕБАНИЙ. Одностороннее ограничение колебаний при включении диода в последовательное плечо, в параллельное плечо схемы; работа двустороннего ограничителя: схемы, входные и выходные сигналы, поясняющие записи на основе соответствующих законов теории цепей в режимах «открыто» и «закрыто»; вид характеристик Uвых(Uвх).

18) Простой параллельный колебательный контур. Характеристическое сопротивление, добротность. Сопротивление контура на резонансной частоте, АЧХ и ФЧХ водного сопротивления. Влияние сопротивления нагрузки (шунта) на частотные характеристики.

19) Параллельный колебательный контур 2-ого и 3-ого вида. Коэффициент включения, взаимосвязь частоты параллельного резонанса с частотой последовательного резонанса через коэффициент включения. Основные частотные характеристики.

20) ГРАФИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА НЕЛИНЕЙНЫХ РЕЗИСТИВНЫХ ЦЕПЕЙ В УСТАНОВИВШЕМСЯ РЕЖИМЕ. Общая характеристика графических методов; метод проекций; метод эквивалентных характеристик для последовательного и параллельного соединения двух нелинейных сопротивлений с известными ВАХ.

### 14.1.3. Темы домашних заданий

1. Найти вынужденные докоммутационные значения, установившиеся послекоммутационные значения и начальные значения всех токов и напряжений для заданной схемы в общем виде и в цифрах, результаты расчета свести в таблицу и проверить по законам Кирхгофа;

2. Составить характерестическое уравнение для заданной схемы любыми двумя способами, вычислить его корни, произвести проверку числовых значений корней уравнения;

3. Найти законы изменения тока и напряжения в цепи в послекоммутационный период классическим и опреаторным методами;

4.Построить кривые изменения тока и напряжения, указав на графиках соответствующие докоммутационные значения;

5.Записать алгоритм определения всех остальных токов и напряжений;

6.Вычислить длительность переходного процесса для найденного тока или напряжения;

7. Сделать заключение (с соответствующим пояснением) о возможности рассматривать полученные кривые в качестве соответствующих переходных характеристик цепи;

8. Сформулировать общие выводы по работе.

### 14.1.4. 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.

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.

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. По-

Согласована на портале № 29675

нятие полосы пропускания цепи (ППЦ), методика определения ППЦ.

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.

Связанные контуры: виды связи для связанных контуров. Коэффициент связи. Обобщенная модель 2хконтурной связанной системы. Входное сопротивление, токи контуров. Виды резонансов. Частотные характеристики 2хконтурных связанных систем разного типа. Полоса пропускания. Энергетические соотношения.

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.

Назначение и классификация фильтров. Полосы прозрачности и задерживания.

Общий анализ фильтров без потерь. Фильтры типа «К». Фильтры нижних частот, 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.

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.

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. 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 свободных составляющих; определение постоянных интегрирования, порядок расчета.

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.

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

Вывод соотношений, связывающих операторные и временные функции.

Графические методы анализа нелинейных резистивных цепей. Общая характеристика графических методов. Метод проекций; метод пересечения вольтамперных характеристик и метод эк-

Согласована на портале № 29675

вивалентных характеристик на примере анализа простейших НЦ постоянного тока, состоящих из последовательного или параллельного соединения двух нелинейных элементов. Понятие о динамических характеристиках НЦ. Динамические характеристики неуправляемых НЭ. Построение динамических характеристик электрически управляемых НЭ. Применение нелинейных резистивных цепей для стабилизации тока (напряжения) и ограничения колебаний.

Аналитические методы анализа НЦ. Понятие аппроксимации, противоречивость задачи аппроксимации, два этапа решения задачи аппроксимации; функции, наиболее часто используемые для аппроксимации характеристик НЭ; способы (критерии, условия) приближения аппроксимирующей функции к аппроксимируемой характеристике, определение коэффициентов аппроксимации. Нелинейное сопротивление при гармоническом воздействии: образование гармоник, расчет амплитуд гармоник методами кратных дуг и трех ординат. Нелинейное сопротивление при бигармоническом воздействии: образование высших гармоник и комбинационных составляющих. Понятие о коэффициенте нелинейных искажений.

### 14.1.5. Темы контрольных работ

Исследование разветвленной линейной цепи при гармоническом воздействии.

Исследование входных и передаточных частотных характеристик апериодических цепей первого порядка.

### 14.1.6. Зачёт

1. составить математические модели цепи (ММЦ) на основе заданной схемы относительно токов ветвей:

- для мгновенных значений при действии источников сигнала e(t) и j(t) произвольной формы,

- для комплексных значений при действии источников гармонических сигналов и при условии, что все источники работают на одной и той же частоте $_{o}$,

- для постоянных значений при действии источников постоянных сигналов e(t)=E=const и j(t)=J=const;

2. записать уравнения баланса мощностей для мгновенных значений и для комплексных значений;

3. при действии постоянных источников E и J вычислить все токи и напряжения. Проверить выполнение баланса мощностей;

4. вычислить значения входного сопротивления на постоянном токе и частоте $_{o}$ относительно зажимов подключения источника сигнала, заданного значением n (таблица 2.1), полагая значения всех остальных источников равными нулю;

5. рассчитать комплексное значение тока в заданной ветви схемы в установившемся режиме при действии гармонических источников сигнала методами контурных токов и узловых потенциалов;

6. записать мгновенное значение искомого тока;

7. вычислить значения активной и реактивной мощностей в заданной ветви схемы;

8. определить, при каком сопротивлении исследуемой ветви выделяемая в ней активная мощность будет максимальна; вычислить значение этой максимальной мощности;

9. сделать выводы по работе.

### 14.1.7. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

Идеальные пассивные элементы. Элементные и топологические уравнения. Мощность, энергия.

Идеальные источники напряжения и тока, генераторы, эквивалентные преобразования в схемах с генераторами тока и напряжения; перенос источников, баланс мощностей

Основы метода комплексных амплитуд

Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме. Векторные диаграммы токов и напряжений

Методы контурных токов и узловых напряжений

Метод эквивалентного генератора

Согласована на портале № 29675

Комплексные функции. Частотные характеристики. Полоса пропускания

Операторные и комплексные функции в схемах с зависимым источником

Последовательный колебательный контур

Параллельный колебательный контур

### 14.1.8. Темы расчетных работ

1. Найти вынужденные докоммутационные значения, установившиеся послекоммутационные значения и начальные значения всех токов и напряжений для заданной схемы в общем виде и в цифрах, результаты расчета свести в таблицу и проверить по законам Кирхгофа;

2. Составить характерестическое уравнение для заданной схемы любыми двумя способами, вычислить его корни, произвести проверку числовых значений корней уравнения;

3. Найти законы изменения тока и напряжения в цепи в послекоммутационный период классическим и опреаторным методами;

4.Построить кривые изменения тока и напряжения, указав на графиках соответствующие докоммутационные значения;

### 14.1.9. Темы лабораторных работ

Изучение измерительных приборов, рабочего стенда. Измерение параметров гармонического колебания.

Исследование амплитудно-фазовых соотношений в простейших RL-, RC-, RR- цепях.

Исследование разветвленной линейной цепи в стационарном режиме при гармоническом воздействии

Исследование передаточных функций в цепях первого порядка.

Исследование входных функций в цепях первого порядка.

Исследование частотных характеристик последовательного колебательного контура

Исследование частотных характеристик параллельного колебательного контура

Исследование системы двух связанных контуров.

Исследование пассивных RC-фильтров

Активный RC-фильтр.

Передаточные характеристики ФНЧ типа ‘k’ и ‘m’ в согласованном и рассогласованном режимах

Экспериментальное исследование характеристического сопротивления ФНЧ типа К и М.

Исследование распределения напряжения вдоль линии в разных режимах.

Анализ переходных процессов в цепях первого порядка.

Анализ переходных процессов в цепях второго порядка.

### 14.1.10. Темы курсовых проектов (работ)

Типовое задние на курсовую работу по теме «Схемные функции и частотные характеристики линейных электрических цепей»:

Получить и исследовать входные и передаточные операторные функции. Рассчитать частотные характеристики по выражениям амплитудно-частотной и фазо-частотной характеристики и с использованием автоматизированных методов анализа.

### 14.1.11. Методические рекомендации

Методические указания по самостоятельной работе, необходимой для успешного изучения теоретического материала, выполнения расчетно-графических заданий, приведено в учебно-методическом пособии:

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. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/1430 - 2012. 44 с.

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

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополни-

Согласована на портале № 29675

тельные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

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 № 29675