**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

# Основы теории цепей

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.01 Радиотехника**
Направленность (профиль) / специализация: **Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**
Курс: **1, 2**
Семестр: **2, 3**
Учебный план набора 2015 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 | 64 | 112 | 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

Согласована на портале № 28541

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 12 от « 1 » 6 2018 г.

Томск 2018

Согласована на портале № 28541

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.01 Радиотехника, утвержденного 06.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОР «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

| | | |
|---|---|---|
| доцент каф. 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. ТОР | _____ | А. А. Гельцер |

Эксперты:

| | | |
|---|---|---|
| Доцент кафедры телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР) | _____ | С. И. Богомолов |
| Заведующий кафедрой телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР) | _____ | А. А. Гельцер |

Согласована на портале № 28541

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

- Дисциплина ОТЦ является одной из основных общепрофессиональных дисциплин, на ней базируется подготовка дипломированного бакалавра по направлению 11.03.01 Радиотехника.
- В процессе изучения ОТЦ 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, основ расчета резистивных нелинейных электрических цепей (РНЭЦ) с сосредоточенными параметрами и основ синтеза линейных электрических цепей (ЛЭЦ) с сосредоточенными параметрами.

### 1.2. Задачи дисциплины

- Задачами изучения дисциплины ° Основы теории цепей° , является формирование у
- студентов общекультурных и профессиональных компетенций соответствующих
- ООП.
-

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Основы теории цепей» (Б1.Б.20) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Линейная алгебра и аналитическая геометрия, Математический анализ, Физика.

Последующими дисциплинами являются: Основы компьютерного проектирования РЭС, Проектирование аналоговых электронных устройств, Проектирование элементов и устройств радиосвязи, Схемотехника аналоговых электронных устройств, Устройства приема и обработки сигналов, Устройства сверхвысокой частоты и антенны.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

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

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** 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. - навыками разрабатывать проектную и техническую документацию
- **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. - навыками разрабатывать

Согласована на портале № 28541

проектную и техническую документацию

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8.0 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 |
| Практические занятия | 32 | 18 | 14 |
| Лабораторные работы | 42 | 18 | 24 |
| Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа) | 10 | | 10 |
| Самостоятельная работа (всего) | 112 | 48 | 64 |
| Выполнение расчетных работ | 26 | 18 | 8 |
| Выполнение курсового проекта (работы) | 16 | | 16 |
| Выполнение домашних заданий | 12 | 12 | |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 42 | 18 | 24 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 16 | | 16 |
| 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 1 Семестр(2-ой учеб.семестр) Введение 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 | | | | | | | |

Согласована на портале № 28541

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 Семестр(3-ий учеб.семестр) Теория четырехполюсников. Схемные функции. Электрические фильтры. Цепи с распределенными параметрами. Анализ электрических цепей в переходном режиме. Временные и частотные характеристики цепей. и их взаимосвязь Основные методы анализа нелинейных электрических цепей. Заключение. | 32 | 14 | 24 | 64 | 10 | 134 | ОПК-3 |
| Итого за семестр | 32 | 14 | 24 | 64 | 10 | 144 | |
| Итого | 56 | 32 | 42 | 112 | 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 1 Семестр(2-ой учеб.семестр) Введение 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, параметрыэлементов, топология схемы. Идеальные элементы:сопротивление, индуктивность, емкость, источникэ.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 энергетическиесоотношения в цепи: законы Ома, Кирхгофа,мощность и баланс мощностей (для мгновенныхзначений); установившийся и неустановившийсярежимы работы цепи; понятие двухполюсника,четырехполюсника, многополюсника; типовыевходные воздействия в теории цепей;математическая модель цепи (ММЦ) в виде системыуравнений и в виде дифференциального уравнениецепи; зависимость методов решения ММЦ от типацепи и режима.Раздел 2 Методы анализа цепиЛЭЦ в установившемся режимеТема 1Метод комплексных амплитудОбоснование выбора гармонического сигнала,параметры гармонического сигнала, постоянноевоздействие – как частный случай гармонического;метод комплексных амплитуд (МКА), алгебраизацияММЦ, законы Ома и Кирхгофа в комплекснойформе, мощность и баланс мощностей вкомплексной форме; треугольники сопротивлений,проводимостей, мощностей; векторные диаграммытоков и напря- | 24 | ОПК-3 |

Согласована на портале № 28541

| | | | |
|---|---|---|---|
| | жений.Тема 2Эквивалентные преобразованияучастков цепиОпределение эквивалентных сопротивленийучастков цепи. Виды соединения (последовательное,параллельное, последовательно-параллельное), ихэквивалентное преобразование; эквивалентноепреобразование генераторов тока и напряжения;перенос источников тока и э.д.с. в другие ветви;цепи со взаимоиндукцией, развязкаиндуктивносвязанных цепей.Тема 3Методы анализа сложных цепейМетод контурных токов и метод узловыхпотенциалов. Получение канонических ММЦ наоснове соответствующих законов Кирхгофа;уменьшение числа искомых неизвестных; матричнаяформа записи ММЦ и ее решение. Машинный методанализа цепей на базе метода узловых потенциалов..Тема 4Основные теоремы теории цепейМетод наложения (теорема о наложении решений).Метод эквивалентного генератора. Теорема обэквивалентном генераторе. Определение тока вотдельной ветви цепи методом эквивалентногогенератора.Теорема взаимности (или обратимости), понятиевходного и передаточного сопротивления ипроводимости; теорема компенсации. Теорема-ТелегенаРаздел 3Комплексные и операторныефункции цепиТема 1: Понятие комплексной иоператорной функций цепи.Основные определения. Общий вид операторнойфункции на основе дифференциального уравненияцепи. Связь комплексной и операторной функций.Входные и передаточные функцииТема 2Частотные Характеристики (ЧХ)Определение АЧХ и ФЧХ на базе комплекснойфункции. Частотные характеристики (ЧХ) RC, RL иRLC-цепей. Особенности ЧХ цепей, модели которыхсодержат единственный реактивный элемент,несколько однотипных реактивных элементов,разнотипные реактивные элементы. Фазовый-резонанс и методика определения резонансныхчастот резонансных сопротивлений. Чѐтностьактивной и нечетность реактивной составляющихсопротивления относительно частоты. Понятиеполосы пропускания цепи (ППЦ), методикаопределения ППЦ.Тема 3Частотные характеристикиреактивных двухполюсниковОпределение реактивного двухполюсника (РД),особенности АЧХ и ФЧХ РД; диаграммыреактивных сопротивлений, основные правила ихпостроения; Применение диаграмм РД длякачественного анализа ЧХ цепей с малымипотерями.Применение ЭВМ для расчета комплексныхвходных и передаточных функций, частотныххарактеристик электрических цепей, автоматизациярасчета.Раздел 4Резонансные цепи пригармоническом воздействии.Тема 1Одиночные колебательныеконтурыЯвление резонанса и его значение врадиотехнике и электросвязи. Последовательный | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | ипараллельный резонансные контуры. Резонанс-напряжения, тока.Последовательный колебательный контур.Резонансная частота. Определение тока инапряжений на участке цепи при резонансе.Векторная диаграмма. Энергетические соотношенияпри резонансе. Входное сопротивление контура.Частотные характеристики: резонансная кривая(амплитудно-частотная характеристика и фазо-частотная характеристика). Абсолютная иотносительная 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. Резонансноесопротивление. Определение токов в ветвях.Векторная диаграмма. Мощность при резонансе.Частотные характеристики простых и сложныхпараллельных контуров. Влияние внешних цепей начастотные характеристики контуров.Тема 2Система связанных контуровСвязанные контуры: виды связи для связанныхконтуров. Коэффициент связи. Обобщенная модель2хконтурной связанной системы. Входноесопротивление, токи контуров. Виды резонансов.Частотные характеристики 2хконтурных связанныхсистем разного типа. Полоса пропускания.Энергетические соотношения. | | |
| | Итого | 24 | |
| Итого за семестр | | 24 | |
| 3 семестр | | | |
| 2 Семестр(3-ий учеб.семестр) Теория четырехполюсников. Схемные функции. Электрические фильтры. Цепи с распределенными параметрами. Анализ электрических цепей в переходном режиме. Временные и частотные характеристики цепей. и их взаимосвязь Основные методы анализа нелинейных электрических цепей. Заключение. | Теория4-х полюсниковТема 1Основы теориичетырехполюсниковОпределение и классификация четырехполюсников.Основные уравнения четырехполюсниковПервичные параметры четырехполюсников.Регулярное соединение четырехполюсников.Входные и передаточные функции нагруженныхчетырехполюсников. Характеристическиепараметры пассивных четырехполюсников.Каскадное соединение характеристическисогласованных четырехполюсников.Четырехполюсники с обратной связью.Тема 2ФильтрыНазначение и классификация фильтров. Полосыпрозрачности 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-производныеи параллельно-производные полузвенья: вывод,общий анализ, примеры.Безындуктивные фильтры. Пассивные и активныеRC-фильтры. Корректоры частотных характеристик.Полиномиальные фильтры.Раздел | 32 | ОПК-3 |

Согласована на портале № 28541

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 6Цепи с распределеннымипараметрамиТема 1Длинные линииДвухпроводная линия как пример цепи сраспределенными параметрами. Первичныепараметры однородной линии. Дифференциальныеуравнения линии. Решение уравнений дляустановившегося гармонического воздействия.Падающая и отраженная волны в линии. Вторичныепараметры: волновое сопротивление, коэффициентыраспространения, затухания ослабления и фазы.Условия неискаженной передачи. Фазовая групповая скорости и длина волны. Уравнениялинии в гиперболических функциях. Входноесопротивление линии. Линия как четырехполюсник.Линия без потерь Режимы в линии при различныхвидах нагрузки (согласованная нагрузка, холостойход, короткое замыкание, реактивная нагрузка,несогласованное активное и комплексноесопротивление). Коэффициент отражения.Коэффициент бегущей и стоячей волны. Линия,нагруженная активно-реактивным сопротивлением.Линия как согласующий трансформатор, какизолятор, как реактивное сопротивление, как контур,как фидер, как формирователь прямоугольныхимпульсов.Понятие S-параметров четырехполюсника,включенного между длинными линиями.Раздел 7 Анализ электрическихцепей в установившемся режимеТема 1Общие сведения о переходныхпроцессахПереходный процесс (ПП) как частный случайнеустановившегося режима. Условия возникновенияПП, длительность ПП. Принцип непрерывности длязаряда, потокосцепления и энергии в любой цепи;законы коммутации для линейной цепи. Начальныеусловия: независимые и зависимые, нулевые иненулевые, методика определения зависимыхначальных условий. Методы анализа ПП какспособы решения дифференциального уравниядля модели послекоммутационной цепи.Тема 2 Классический методанализа цепи в переходном режимеВынужденная и свободная составляющие,характеристическое уравнение цепи, связь видакорней характеристического уравнения и характерасвободных составляющих; определение постоянныхинтегрирования, порядок расчета; практическаяограниченность применения метода.Тема 3 Операторный метод анализацепи в переходном режиме методАлгебраизация дифференциального уравненияпослекоммутационной системы. ПреобразованиеЛапласа, техника перехода к оригиналу, некоторыесвойства преобразования по Лапласу. Понятиеоператорного входного сопротивлениядвухполюсника. Порядок расчета операторнымметодом.Невозможность использования методов анализа ППв НЭЦ.Переходные процессы в разомкнутой икороткозамкнутой линии при включении источниковпостоянного напряжения и | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | тока.Тема 4 Введение в синтез Задачи синтеза. Сопротивление и проводимостьдвухполюсника, как положительная действительнаяфункция. Физическая реализуемость функции.Необходимые и достаточные условия.Фазоминимальные и фазонеминимальные цепи.Связь между АЧХ и ФЧХ передаточных функций.Понятие о методах построения четырехполюсникапо заданным передаточным функциям и синтезефильтрующих систем и корректирующих цепей.Временные характеристики и ихсвязь с частотнымиИспытательные сигналы. Определение переходной иимпульсной характеристик, размерностьхарактеристик, их взаимосвязь.Вывод соотношений, связывающих операторные ивременные функции.Нелинейные цепиОпределение, компонентные уравнения, свойства:неприменимость принципа наложения, способностьсоздавать колебания новых частот; статические идифференциальные параметры; виддифференциального уравнения для нелинейныхцепей, отсутствие общих методов решения.Графические методы анализа нелинейныхрезистивных цепей. Общая характеристикаграфических методов. Метод проекций; методпересечения вольтамперных характеристик и методэквивалентных характеристик на примере анализапростейших НЦ постоянного тока, состоящих изпоследовательного или параллельного соединениядвух нелинейных элементов. Понятие одинамических характеристиках НЦ. Динамическиехарактеристики неуправляемых НЭ. Построениединамических характеристик электрическиуправляемых НЭ. Применение нелинейныхрезистивных цепей для стабилизации тока(напряжения) и ограничения колебаний.Аналитические методы анализа НЦ. Понятиеаппроксимации, противоречивость задачиаппроксимации, два этапа решения задачиаппроксимации; функции, наиболее частоиспользуемые для аппроксимации характеристикНЭ; способы (критерии, условия) приближенияаппроксимирующей функции к аппроксимируемойхарактеристике, определение коэффициентоваппроксимации. Нелинейное сопротивление пригармоническом воздействии: образование гармоник,расчет амплитуд гармоник методами кратных дуг итрех ординат. Нелинейное сопротивление прибигармоническом воздействии: образование высшихгармоник и комбинационных составляющих.Понятие о коэффициенте нелинейных искажений. ЗаключениеКраткий обзор материала курса. Место и значениеизученных разделов в общей структурерадиотехнического образования | | |
| | Итого | 32 | |
| Итого за семестр | | 32 | |

Согласована на портале № 28541

| | | |
|---|---|---|
| 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 Линейная алгебра и аналитическая геометрия | + | + |
| 2 Математический анализ | | + |
| 3 Физика | + | + |
| Последующие дисциплины | | |
| 1 Основы компьютерного проектирования РЭС | + | + |
| 2 Проектирование аналоговых электронных устройств | + | + |
| 3 Проектирование элементов и устройств радиосвязи | + | + |
| 4 Схемотехника аналоговых электронных устройств | + | + |
| 5 Устройства приема и обработки сигналов | + | + |
| 6 Устройства сверхвысокой частоты и антенны | + | + |

### 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. | |
| ОПК-3 | + | + | + | + | + | Контрольная работа, Домашнее задание, Экзамен, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов (работ), Зачет, Расчетная работа, Тест, Отчет по курсовой работе, Дифференцированный зачет |

Согласована на портале № 28541

## 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 1 Семестр(2-ой учеб.семестр) Введение Основные методы анализа линейных электрических цепей в установившемся режиме. Комплексные и операторные функции цепи. Частотные характеристики. Резонансные цепи | 1.Изучение измерительных приборов,рабочего стенда. Измерение параметровгармонического колебания2. Исследование амплитудно-фазовыхсоотношений в простейших RL-, RC-, RR-цепях.3. Исследование разветвленной линейнойцепи в стационарном режиме пригармоническом воздействии.4. Исследование передаточных функций вцепях первого порядка.5.Исследование входных функций в цепяхпервого порядка.Цепи с взаимной индукцией.6. Исследование частотных характеристикпоследовательного колебательного контура.Исследование частотных характеристик параллельного колебательного контура | 18 | ОПК-3 |
| | Итого | 18 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| 3 семестр | | | |
| 2 Семестр(3-ий учеб.семестр) Теория четырехполюсников. Схемные функции. Электрические фильтры. Цепи с распределенными параметрами. Анализ электрических цепей в переходном режиме. Временные и частотные характеристики цепей. и их взаимосвязь Основные методы анализа нелинейных электрических цепей. Заключение. | 1. Исследование системы двух связанныхконтуров.2. Исследование пассивных RC-фильтров. 3. Активный RC-фильтр.4. Передаточные характеристики ФНЧ типа „k“и „m“ в согласованном и несогласованномрежимах.5. Экспериментальное исследованиехарактеристического сопротивления ФНЧтипа К и М.6. Исследование распределения напряженияВдоль линии в разных режимах.7. Анализ переходных процессов в цепяхпервого порядка.8. Анализ переходных процессов в цепяхвторого порядка | 24 | ОПК-3 |
| | Итого | 24 | |
| Итого за семестр | | 24 | |
| Итого | | 42 | |

## 8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Согласована на портале № 28541

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 2 семестр | | | |
| 1 1 Семестр(2-ой учеб.семестр) Введение Основные методы анализа линейных электрических цепей в установившемся режиме. Комплексные и операторные функции цепи. Частотные характеристики. Резонансные цепи | Идеальные пассивные элементы. Элементныеи топологические уравнения. Мощность,энергия.Идеальные источники напряжения и тока,генераторы, эквивалентные преобразования всхемах 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 узловыхнапряжений. Метод эквивалентного генератора.Комплексные функции. Частотныехарактеристики. Полоса пропускания.Операторные и комплексные функции в схемахс зависимым источникомПоследовательный колебательный контур.Параллельный колебательный контур. | 18 | ОПК-3 |
| | Итого | 18 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| 3 семестр | | | |
| 2 Семестр(3-ий учеб.семестр) Теория четырехполюсников. Схемные функции. Электрические фильтры. Цепи с распределенными параметрами. Анализ электрических цепей в переходном режиме. Временные и частотные характеристики цепей. и их взаимосвязь Основные методы анализа нелинейных электрических цепей. Заключение. | Внутренние параметры четырехполюсников. Характеристические параметрычетырехполюсников.Электрические фильтры. Расчет переходных процессов классическимметодом.Расчет переходных процессов операторнымметодом.Временные характеристики цепей и их связь счастотными.Длинные линии. | 14 | ОПК-3 |
| | Итого | 14 | |
| Итого за семестр | | 14 | |
| Итого | | 32 | |

## 9. Самостоятельная работа

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

Согласована на портале № 28541

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| 2 семестр | | | | |
| 1 1 Семестр(2-ой учеб.семестр) Введение Основные методы анализа линейных электрических цепей в установившемся режиме. Комплексные и операторные функции цепи. Частотные характеристики. Резонансные цепи | Оформление отчетов по лабораторным работам | 18 | ОПК-3 | Домашнее задание, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа, Тест |
| | Выполнение домашних заданий | 12 | | |
| | Выполнение расчетных работ | 18 | | |
| | Итого | 48 | | |
| Итого за семестр | | 48 | | |
| 3 семестр | | | | |
| 2 Семестр(3-ий учеб.семестр) Теория четырехполюсников. Схемные функции. Электрические фильтры. Цепи с распределенными параметрами. Анализ электрических цепей в переходном режиме. Временные и частотные характеристики цепей. и их взаимосвязь Основные методы анализа нелинейных электрических цепей. Заключение. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 16 | ОПК-3 | Домашнее задание, Защита курсовых проектов (работ), Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по курсовой работе, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа, Тест |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 24 | | |
| | Выполнение курсового проекта (работы) | 16 | | |
| | Выполнение расчетных работ | 8 | | |
| | Итого | 64 | | |
| Итого за семестр | | 64 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена / зачета | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 148 | | |

## 10. Курсовая работа (проект)

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

Согласована на портале № 28541

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 | 3 | 3 | 3 | 9 |
| Зачет | | | 20 | 20 |
| Контрольная работа | 8 | 8 | 8 | 24 |
| Опрос на занятиях | 2 | 2 | 2 | 6 |
| Отчет по лабораторной работе | 6 | 8 | 6 | 20 |
| Расчетная работа | 3 | 4 | 5 | 12 |
| Тест | 3 | 3 | 3 | 9 |
| Итого максимум за период | 25 | 28 | 47 | 100 |
| Нарастающим итогом | 25 | 53 | 100 | 100 |
| 3 семестр | | | | |
| Домашнее задание | 2 | 2 | 2 | 6 |
| Защита курсовых проектов (работ) | 4 | 4 | 10 | 18 |

Согласована на портале № 28541

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Контрольная работа | 2 | 2 | 2 | 6 |
| Опрос на занятиях | 1 | 1 | 1 | 3 |
| Отчет по курсовой работе | | 2 | 4 | 6 |
| Отчет по лабораторной работе | 4 | 4 | 5 | 13 |
| Проверка контрольных работ | 2 | 2 | 2 | 6 |
| Расчетная работа | 1 | 2 | 3 | 6 |
| Тест | 2 | 2 | 2 | 6 |
| Итого максимум за период | 18 | 21 | 31 | 70 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Нарастающим итогом | 18 | 39 | 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 ТУСУР - 49 экз.)

Согласована на портале № 28541

### 12.2. Дополнительная литература

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

### 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: 05.06.2018.
2. 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. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1430, дата обращения: 05.06.2018.
3. Основы теории цепей. Схемные функции и частотные характеристики линейных электрических цепей: Методические указания по выполнению курсовой работы / Мельникова И. В. - 2012. 68 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1549, дата обращения: 05.06.2018.
4. Исследование одиночных колебательных контуров: Руководство по лабораторным работам / Мельникова И. В. - 2011. 35 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1142, дата обращения: 05.06.2018.
5. 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: 05.06.2018.
6. Исследование пассивных RC - фильтров: Руководство к лабораторной работе No 10 / Мельникова И. В., Дубовик К. Ю. - 2013. 6 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3448, дата обращения: 05.06.2018.
7. Теория электрических цепей. Часть 2: Учебное пособие / Попова К. Ю. - 2015. 160 с. (рекомендована для самостоятельной работы). [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5535, дата обращения: 05.06.2018.
8. Методические рекомендации по самостоятельной работе студентов всех специальностей и направлений: Учебно-методическое пособие / Казакевич Л. И. - 2016. 15 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6050, дата обращения: 05.06.2018.

#### 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

Согласована на портале № 28541

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, реферативная база данных.

4. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки (ЭБД РГБ) – полнотекстовая база диссертаций.

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

### 12.5. Периодические издания

1. Журнал Радиотехника URL: [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://www.radiotec.ru/journal_section/1, дата обращения: 05.06.2018.

## 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, 307 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

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, 306 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

#### 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.);

Согласована на портале № 28541

- 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:

– Keysight Advanced Design System (ADS)
– Keysight SystemVue
– Microsoft Office 2010 и ниже
– Microsoft Windows 8.1 и ниже
– Qucs
– 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.

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.

Согласована на портале № 28541

## 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;
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

Согласована на портале № 28541

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 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: A11=1; A21=j0.3; A22=0.4. Определить значение коэффициента A12.

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;

Согласована на портале № 28541

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

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 уравнений не автономного 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 коэффициента передачи для схемы из двух каскадновключенных четырехполюсников.

5) 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.

6) ФНЧ ТИПА " K". 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 K.

7) ФНЧ ТИПА "м". 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 "м".

8) Определение переходного процесса (ПП), условия возникновения ПП, длительность ПП; принцип непрерывности для любых цепей, законы коммутации для линейных цепей, независимые и зависимые начальные условия. и методика определения послед-них.

9) Сравнительный обзор классического и операторного методов расчета переходных процессов, в том числе, необходимость составления дифференциального уравнения для после коммутационной цепи, учет ненулевых начальных условий, порядок исследуемой цепи, характер входного воздействия при использовании разных методов расчета.

10) Особенности классического метода анализа переходного процесса для цепей второго порядка. Показать на примере последовательного соединения R,L,C элементов.

11) 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.

12) 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

Согласована на портале № 28541

величины и фазового сдвига.

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

14) 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 четвертьволнового трансформатора и реактивного шлейфа).

15) 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.

16) Возможные режимы работы ЛБП режим стоячих волн на примере холостоходного отрезка 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) К последовательному колебательному контуру подключен источник гармонического сигнала с амплитудой 1 В и частотой 3 МГц. Контур настроен на частоту источника и имеет параметры: C=60 пФ, R=20 Ом. Определить амплитуду напряжения на ёмкости при резонансе. Изобразить зависимость входного сопротивления от частоты.

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 контрольных работ

Эквивалентные преобразования; законы Ома, Кирхгофа

Расчет цепей постоянного тока

Основы метода комплексных амплитуд

Вывод определенной матрицы проводимостей, включающей параметры зависимого источника

### 14.1.4. Темы опросов на занятиях

Основные теоремы в электрических цепях. Принцип суперпозиции.

Основные параметры последовательного и параллельного колебательных контуров: добротность, характеристическое сопротивление, обобщенная расстройка, полоса пропускания.

Особенности классического и операторного методов расчета переходного процесса в электрических цепях.

Первичные и вторичные параметры четырехполюсников.

Основные параметры реактивных фильтров. Определение условий для полосы прозрачности и полосы затухания.

### 14.1.5. Темы контрольных работ

Схемы замещения реактивных элементов в операторном методе.

Определение Z,Y,A,H-параметров пассивных четырехполюсников.

Взаимосвязь волновых S-параметров с классическими параметрами.

Режимы работы длинной линии. Взаимосвязь коэффициента отражения с КСВ и КБВ.

### 14.1.6. Темы домашних заданий

Расчет электрической цепи на постоянном и переменном токе на основе законов Ома и

Согласована на портале № 28541

Кирхгоффа.

Расчет баланса мощностей для разветвленной электрической цепи

Расчет параметров параллельного колебательного контура с разделенными индуктивностями и емкостями.

Расчет переходного процесса в цепях первого порядка классическим и операторным методом.

Расчет параметров ФНЧ и ФВЧ типа "к" и "м"

### 14.1.7. Зачёт

Составление уравнений в матричном виде для сложных электрических цепей методом контурных токов и узловых потенциалов.

Определение схемных функций для резистивно-емкостных и резистивно-индуктивных цепей.

Определение параметров резонансных цепей.

Определение коэффициента передачи и входного сопротивления для цепей с зависимыми источниками.

### 14.1.8. Темы расчетных работ

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

Расчет переходных процессов в линейных цепях второго порядка.

Расчет внутренних и характеристических параметров четырехполюсника

### 14.1.9. Темы лабораторных работ

1.Изучение измерительных приборов,
рабочего стенда. Измерение параметров
гармонического колебания
2. Исследование амплитудно-фазовых
соотношений в простейших RL-, RC-, RR-
цепях.
3. Исследование разветвленной линейной
цепи в стационарном режиме при
гармоническом воздействии.
4. Исследование передаточных функций в
цепях первого порядка.
5.Исследование входных функций в цепях
первого порядка.
Цепи с взаимной индукцией.
6. Исследование частотных характеристик
последовательного колебательного
контура.
Исследование частотных характеристик
параллельного колебательного контура
1. Исследование системы двух связанных
контуров.
2. Исследование пассивных RC-фильтров.
3. Активный RC-фильтр.
4. Передаточные характеристики ФНЧ типа „k“
и „m“ в согласованном и несогласованном
режимах.
5. Экспериментальное исследование
характеристического сопротивления ФНЧ
типа К и М.
6. Исследование распределения напряжения
вдоль линии в разных режимах.
7. Анализ переходных процессов в цепях

Согласована на портале № 28541

первого порядка.
8. Анализ переходных процессов в цепях
второго порядка

### 14.1.10. Темы курсовых проектов (работ)

Расчет передаточных и входных характеристик транзистора с избирательной нагрузкой.

Согласно индивидуальному шифру студенту необходимо рассчитать частотные характеристики транзистора (эквивалентная схема - четырехполюсник с зависимым источником (по вариантам)) и соединенной с ним нагрузкой ( 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.

## 14.2. 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.

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:**

Согласована на портале № 28541

– 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 № 28541