**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

# Теория электрических цепей

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль): **Оптические системы и сети связи**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**
Курс: **1, 2**
Семестр: **2, 3**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 2 семестр | 3 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 26 | 32 | 58 | часов |
| 2 | Практические занятия | 22 | 14 | 36 | часов |
| 3 | Лабораторные работы | 20 | 24 | 44 | часов |
| 4 | Всего аудиторных занятий | 68 | 70 | 138 | часов |
| 5 | Самостоятельная работа | 40 | 38 | 78 | часов |
| 6 | Всего (без экзамена) | 108 | 108 | 216 | часов |
| 7 | Подготовка и сдача экзамена | | 36 | 36 | часов |
| 8 | Общая трудоемкость | 108 | 144 | 252 | часов |
| | | 3.0 | 4.0 | 7.0 | З.Е |

Зачет: 2 семестр
Экзамен: 3 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 14862

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 6 от « 19 » 1 2017 г.

# ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного 2015-03-06 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

| | | |
|---|---|---|
| ассистент каф. ТОР | _____ | Ким А. Ю. |
| доцент каф. ТОР | _____ | Мельникова И. В. |

| | | |
|---|---|---|
| Заведующий обеспечивающей каф. ТОР | _____ | Демидов А. Я. |

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

| | | |
|---|---|---|
| Декан РТФ | _____ | Попова К. Ю. |
| Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР | _____ | Шарангович С. Н. |

Эксперты:

| | | |
|---|---|---|
| доцент каф. ТОР | _____ | Богомолов С. И. |

Согласована на портале № 14862

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Целью изучения дисциплины "Теория электрических цепей", является формирование у студентов профессиональных компетенций соответствующих ООП.

### 1.2. Задачи дисциплины

– освоение студентами современных методов анализа электрических цепей с сосредоточенными параметрами в установившемся и переходном режимах;

– освоение методов анализа электрических цепей с линейно-распределенными параметрами – длинные линии при гармоническом воздействии;

– освоение основ расчета резистивных нелинейных электрических цепей (РНЭЦ) с сосредоточенными параметрами

– освоение основ синтеза линейных электрических цепей (ЛЭЦ) с сосредоточенными параметрами

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Теория электрических цепей» (Б1.В.ОД.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Математика, Физика, Электроника.

Последующими дисциплинами являются: Сигналы электросвязи, Схемотехника телекоммуникационных устройств, Цифровая обработка сигналов.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

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

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

В результате изучения дисциплины студент должен:

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

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

– **владеть** навыками планирования и практического выполнения действий, составляющих указанные 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 8.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|

Согласована на портале № 14862

| | | 2 семестр | 3 семестр |
|---|---|---|---|
| Аудиторные занятия (всего) | 148 | 68 | 80 |
| Лекции | 58 | 26 | 32 |
| Практические занятия | 36 | 22 | 14 |
| Лабораторные работы | 44 | 20 | 24 |
| Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа) | 10 | | 10 |
| Самостоятельная работа (всего) | 104 | 40 | 64 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 36 | 20 | 16 |
| Проработка лекционного материала | 28 | 9 | 19 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 40 | 11 | 29 |
| 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 | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа | Курсовая работа | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 семестр | | | | | | | |
| 1 Введение | 4 | 2 | 8 | 10 | 0 | 24 | ПК-7, ПК-9 |
| 2 Основные методы анализа линейных электрических цепей в установившемся режиме | 10 | 12 | 4 | 14 | 0 | 40 | ПК-7, ПК-9 |
| 3 Комплексные и операторные функции цепи. Частотные характеристики. | 6 | 6 | 6 | 11 | 0 | 29 | ПК-7, ПК-9 |
| 4 Резонансные цепи | 6 | 2 | 2 | 5 | 0 | 15 | ПК-7, ПК-9 |
| Итого за семестр | 26 | 22 | 20 | 40 | 0 | 108 | |
| 3 семестр | | | | | | | |
| 5 Резонансные цепи | 0 | 2 | 6 | 5 | 10 | 13 | ПК-7, ПК-9 |
| 6 Теория четырехполюсников | 10 | 6 | 6 | 22 | | 44 | ПК-7, ПК-9 |
| 7 Цепи с распределенными параметрами | 6 | 2 | 4 | 8 | | 20 | ПК-7, ПК-9 |
| 8 Анализ электрических цепей в переходном режиме | 8 | 2 | 8 | 22 | | 40 | ПК-9 |

Согласована на портале № 14862

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 9 Временные и частотные характеристики цепей и их взаимосвязь | 3 | 2 | 0 | 3 | | 8 | ПК-9 |
| 10 Основные методы анализа нелинейных электрических цепей | 4 | 0 | 0 | 2 | | 6 | ПК-9 |
| 11 Заключение | 1 | 0 | 0 | 2 | | 3 | ПК-7, ПК-9 |
| Итого за семестр | 32 | 14 | 24 | 64 | 10 | 144 | |
| Итого | 58 | 36 | 44 | 104 | 10 | 252 | |

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

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

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

| Названия разделов | Содержание разделов дисциплины по лекциям | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 2 семестр | | | |
| 1 Введение | Основные определения и понятия: Электрический ток, цепь, компоненты, элементы цепи, параметры элементов, топология схемы. Идеальные элементы: сопротивление, индуктивность, емкость, источник э.д.с., источник тока. Зависимые источники; операционный усилитель; эквивалентные (рабочие) модели элементов цепи. Типы элементов (линейные, нелинейные и параметрические), их свойства, обозначения, элементные уравнения. Схемы цепи (структурные, принципиальные, эквивалентные).Основные энергетические соотношения в цепи: законы Ома, Кирхгофа, мощность и баланс мощностей (для мгновенных значений); установившийся и неустановившийся режимы работы цепи; понятие двухполюсника, четырехполюсника, многополюсника; типовые входные воздействия в теории цепей; математическая модель цепи (ММЦ) в виде системы уравнений и в виде дифференциального уравнения цепи; зависимость методов решения ММЦ от типа цепи и режима; задачи дисциплины ТЭЦ. | 4 | ПК-7 |
| | Итого | 4 | |
| 2 Основные методы анализа линейных электрических цепей в | Обоснование выбора гармонического сигнала, параметры гармонического | 2 | ПК-7, ПК-9 |

Согласована на портале № 14862

| | | | |
|---|---|---|---|
| установившемся режиме | сигнала, постоянное воздействие – как частный случай гармонического; метод комплексных амплитуд (МКА), алгебраизация ММЦ, законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме, мощность и баланс мощностей в комплексной форме; треугольники сопротивлений, проводимостей, мощностей; векторные диаграммы токов и напряжений. | | |
| | Определение эквивалентных сопротивлений участков цепи. Виды соединения (последовательное, параллельное, последовательно-параллельное), их эквивалентное преобразование; эквивалентное преобразование генераторов тока и напряжения; перенос источников тока и э.д.с. в другие ветви; цепи со взаимоиндукцией, развязка индуктивносвязанных цепей. | 2 | |
| | 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.. | 3 | |
| | Метод наложения (теорема о наложении решений).Метод эквивалентного генератора. Теорема об эквивалентном генераторе. Определение тока в отдельной ветви цепи методом эквивалентного генератора. | 3 | |
| | Итого | 10 | |
| 3 Комплексные и операторные функции цепи. Частотные характеристики. | Основные определения. Общий вид операторной функции на основе дифференциального уравнения цепи. Связь комплексной и операторной функций. Входные и передаточные функции | 2 | ПК-7 |
| | 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. | 2 | |

Согласована на портале № 14862

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 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. | | |
| | Определение реактивного двухполюсника (РД), особенности АЧХ и ФЧХ РД; диаграммы реактивных сопротивлений, основные правила их построения; Применение диаграмм РД для качественного анализа ЧХ цепей с малыми потерями.Применение ЭВМ для расчета комплексных входных и передаточных функций, частотных характеристик электрических цепей, автоматизация расчета. | 2 | |
| | Итого | 6 | |
| 4 Резонансные цепи | Явление резонанса и его значение в радиотехнике и электросвязи. Последовательный и параллельный резонансные контуры. Резонанс напряжения, тока. Последовательный колебательный контур. Резонансная частота. Определение тока и напряжений на участке цепи при резонансе. Векторная диаграмма. Энергетические соотношения при резонансе. Входное сопротивление контура. Частотные характеристики: резонансная кривая (амплитудно-частотная характеристика и фазо-частотная характеристика). Абсолютная и относительная расстройка. Добротность контура. Избирательность и полоса пропускания. Коэффициент передачи контура по напряжению. Типы параллельных колебательных контуров (простой, с разделенными индуктивностями, разделенными емкостями), обобщенная схема. Резонанс токов. Резонансная частота. Резонансное сопротивление. Определение токов в ветвях. Векторная диаграмма. Мощность при резонансе. Частотные характеристики простых и сложных параллельных контуров. Влияние внешних цепей на частотные характеристики контуров. | 6 | ПК-7 |

Согласована на портале № 14862

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Итого | 6 | |
| Итого за семестр | | 26 | |
| 3 семестр | | | |
| 6 Теория четырехполюсников | 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. | 6 | ПК-7, ПК-9 |
| | 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. Корректоры частотных характеристик. Полиномиальные фильтры. | 4 | |
| | Итого | 10 | |
| 7 Цепи с распределенными параметрами | 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, | 6 | ПК-7, ПК-9 |

Согласована на портале № 14862

| | | | |
|---|---|---|---|
| | реактивная нагрузка, несогласованное активное и комплексное сопротивление). Коэффициент отражения. Коэффициент бегущей и стоячей волны. Линия, нагруженная активно-реактивным сопротивлением. Линия как согласующий трансформатор, как изолятор, как реактивное сопротивление, как контур, как фидер, как формирователь прямоугольных импульсов. Понятие S-параметров четырехполюсника, включенного между длинными линиями. | | |
| | Итого | 6 | |
| 8 Анализ электрических цепей в переходном режиме | 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. | 2 | ПК-9 |
| | Вынужденная и свободная составляющие, характеристическое уравнение цепи, связь вида корней характеристического уравнения и характера свободных составляющих; определение постоянных интегрирования, порядок расчета; практическая ограниченность применения метода. | 3 | |
| | Алгебраизация дифференциального уравнения послекоммутационной системы. Преобразование Лапласа, техника перехода к оригиналу, некоторые свойства преобразования по Лапласу. Понятие операторного входного сопротивления двухполюсника. Порядок расчета операторным методом. Невозможность использования методов анализа ПП в НЭЦ. Переходные процессы в разомкнутой и короткозамкнутой линии при включении источников | 3 | |

Согласована на портале № 14862

| | | | |
|---|---|---|---|
| | постоянного напряжения и тока. | | |
| | Итого | 8 | |
| 9 Временные и частотные характеристики цепей и их взаимосвязь | Испытательные сигналы. Определение переходной и импульсной характеристик, размерность характеристик, их взаимосвязь. Вывод соотношений, связывающих операторные и временные функции. | 3 | ПК-9 |
| | Итого | 3 | |
| 10 Основные методы анализа нелинейных электрических цепей | Определение, компонентные уравнения, свойства: неприменимость принципа наложения, способность создавать колебания новых частот; статические и дифференциальные параметры; вид дифференциального уравнения для нелинейных цепей, отсутствие общих методов решения. 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 | 4 | ПК-9 |

Согласована на портале № 14862

| | | | |
|---|---|---|---|
| | дуг и трех ординат. Нелинейное сопротивление при бигармоническом воздействии: образование высших гармоник и комбинационных составляющих. Понятие о коэффициенте нелинейных искажений. | | |
| | Итого | 4 | |
| 11 Заключение | Краткий обзор материала курса. Место и значение изученных разделов в общей структуре радиотехнического образования. | 1 | ПК-7, ПК-9 |
| | Итого | 1 | |
| Итого за семестр | | 32 | |
| Итого | | 58 | |

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

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

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| Наименование дисциплин | № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Предшествующие дисциплины | | | | | | | | | | | |
| 1 Математика | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | |
| 2 Физика | + | + | + | + | | + | + | + | + | + | |
| 3 Электроника | | + | + | + | | + | | + | + | | |
| Последующие дисциплины | | | | | | | | | | | |
| 1 Сигналы электросвязи | | + | + | + | | + | + | | + | + | |
| 2 Схемотехника телекоммуникационных устройств | | + | + | + | | + | + | | + | + | |
| 3 Цифровая обработка сигналов | | + | + | + | | + | | + | | | |

**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

Согласована на портале № 14862

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

| Компетенции | Виды занятий | | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа) | Самостоятельная работа | |
| ПК-7 | + | + | | | + | Контрольная работа, Домашнее задание, Отчет по индивидуальному заданию, Конспект самоподготовки, Тест |
| ПК-9 | + | + | + | + | + | Домашнее задание, Отчет по индивидуальному заданию, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Защита курсовых проектов (работ), Тест, Отчет по курсовой работе |

## 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

## 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 2 семестр | | | |
| 1 Введение | Основные электрические величины и методика их измерений | 4 | ПК-9 |
| | Исследование законов Ома и Кирхгофа в электрической цепи при гармоническом воздействии | 4 | |
| | Итого | 8 | |

Согласована на портале № 14862

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 Основные методы анализа линейных электрических цепей в установившемся режиме | Исследование разветвленной линейной цепи при гармоническом воздействии | 4 | ПК-9 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Комплексные и операторные функции цепи. Частотные характеристики. | Исследование частотных характеристик простейших реактивных двухполюсников | 2 | ПК-9 |
| | Исследование входных частотных характеристик апериодических цепей первого порядка | 2 | |
| | Исследование передаточных частотных характеристик апериодических цепей первого порядка | 2 | |
| | Итого | 6 | |
| 4 Резонансные цепи | Исследование последовательного одиночного колебательного контура | 2 | ПК-9 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 20 | |
| 3 семестр | | | |
| 5 Резонансные цепи | Исследование параллельного одиночного колебательного контура | 4 | ПК-9 |
| | Исследование магнитосвязанных индуктивностей | 2 | |
| | Итого | 6 | |
| 6 Теория четырехполюсников | Исследование пассивных RC-фильтров | 2 | ПК-9 |
| | Исследование LC – фильтров нижних частот типа «k» и «m» | 4 | |
| | Итого | 6 | |
| 7 Цепи с распределенными параметрами | Исследование длинной линии в стационарном и переходном режимах | 4 | ПК-9 |
| | Итого | 4 | |
| 8 Анализ электрических цепей в переходном режиме | Исследование переходных процессов в цепях первого порядка | 4 | ПК-9 |
| | Исследование переходных процессов в цепях второго порядка | 4 | |
| | Итого | 8 | |
| Итого за семестр | | 24 | |
| Итого | | 44 | |

**8. Практические занятия (семинары)**

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Согласована на портале № 14862

Таблица 8. 1 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 2 семестр | | | |
| 1 Введение | Последовательное и параллельное соединение сопротивлений. «Разорванные» и «закороченные» участки электрической цепи. Закон Ома в резистивных цепях . | 2 | ПК-7 |
| | Итого | 2 | |
| 2 Основные методы анализа линейных электрических цепей в установившемся режиме | Идеальные источники напряжения и тока, генераторы, эквивалентные преобразования в схемах с генераторами тока и напряжения; | 2 | ПК-7, ПК-9 |
| | Законы Ома и Кирхгофа в цепях постоянного тока. Баланс мощности. | 2 | |
| | Основы метода комплексных амплитуд | 2 | |
| | Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме. Векторные диаграммы токов и напряжений. Баланс мощности | 2 | |
| | Методы контурных токов и узловых напряжений | 2 | |
| | Метод эквивалентного генератора. Работа с дробно-комплексными функциями | 2 | |
| | Итого | 12 | |
| 3 Комплексные и операторные функции цепи. Частотные характеристики. | Комплексные функции. Частотные характеристики. Полоса пропускания. | 4 | ПК-7 |
| | МУП с зависимыми источниками. Операторные и комплексные функции в схемах с зависимым источником. | 2 | |
| | Итого | 6 | |
| 4 Резонансные цепи | Основные понятия резонансных цепей: добротность, характеристическое сопротивление, резонансное сопротивление, частота резонанса. | 2 | ПК-9 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 22 | |
| 3 семестр | | | |
| 5 Резонансные цепи | Одиночные колебательные контуры | 2 | ПК-7 |
| | Итого | 2 | |
| 6 Теория четырехполюсников | Внутренние параметры четырехполюсников | 2 | ПК-7, ПК-9 |

Согласована на портале № 14862

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Характеристические параметры четырехполюсников | 2 | |
| | Электрические фильтры | 2 | |
| | Итого | 6 | |
| 7 Цепи с распределенными параметрами | Цепи с распределенными параметрами: Длинные линии | 2 | ПК-7, ПК-9 |
| | Итого | 2 | |
| 8 Анализ электрических цепей в переходном режиме | Расчет переходных процессов классическим и операторным методом | 2 | ПК-9 |
| | Итого | 2 | |
| 9 Временные и частотные характеристики цепей и их взаимосвязь | Временные характеристики цепей и их связь с частотными. | 2 | ПК-9 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 14 | |
| Итого | | 36 | |

## 9. Самостоятельная работа

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

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| 2 семестр | | | | |
| 1 Введение | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 1 | ПК-7, ПК-9 | Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 8 | | |
| | Итого | 10 | | |
| 2 Основные методы анализа линейных электрических цепей в установившемся режиме | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 6 | ПК-7, ПК-9 | Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе |
| | Проработка лекционного материала | 4 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Итого | 14 | | |
| 3 Комплексные и операторные функции цепи. Частотные характеристики. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ПК-7, ПК-9 | Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Отчет по лабораторной |
| | Проработка лекционного | 3 | | |

Согласована на портале № 14862

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | материала | | | работе |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 6 | | |
| | Итого | 11 | | |
| 4 Резонансные цепи | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ПК-9, ПК-7 | Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 2 | | |
| | Итого | 5 | | |
| Итого за семестр | | 40 | | |
| 3 семестр | | | | |
| 5 Резонансные цепи | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 3 | ПК-7, ПК-9 | Отчет по лабораторной работе, Тест |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 2 | | |
| | Итого | 5 | | |
| 6 Теория четырехполюсников | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 10 | ПК-7, ПК-9 | Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе |
| | Проработка лекционного материала | 6 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 6 | | |
| | Итого | 22 | | |
| 7 Цепи с распределенными параметрами | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ПК-7, ПК-9 | Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 4 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 2 | | |
| | Итого | 8 | | |
| 8 Анализ электрических цепей в переходном режиме | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 12 | ПК-9 | Конспект самоподготовки, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе |
| | Проработка лекционного материала | 4 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 6 | | |
| | Итого | 22 | | |

Согласована на портале № 14862

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 9 Временные и частотные характеристики цепей и их взаимосвязь | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ПК-9 | Домашнее задание, Конспект самоподготовки |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Итого | 3 | | |
| 10 Основные методы анализа нелинейных электрических цепей | Проработка лекционного материала | 2 | ПК-9 | Конспект самоподготовки |
| | Итого | 2 | | |
| 11 Заключение | Проработка лекционного материала | 2 | ПК-7, ПК-9 | Конспект самоподготовки |
| | Итого | 2 | | |
| Итого за семестр | | 64 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена / зачета | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 140 | | |

## 10. Курсовая работа (проект)

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

Таблица 10. 1 – Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсовой работы (проекта)

| Наименование аудиторных занятий | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|
| 3 семестр | | |
| Выдача задания на курсовую работу, пояснение шифра задания, объяснение основных обозначений | 2 | ПК-9 |
| Исследование частотных характеристик нагрузки | 2 | |
| Исследование транзистора с обобщённой нагрузкой | 3 | |
| Исследование транзистора с избирательной нагрузкой | 3 | |
| Итого за семестр | 10 | |

### 10.1 Темы курсовых работ

Примерная тематика курсовых работ (проектов):

– Схемные функции и частотные характеристики линейных электрических цепей

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

### 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 | 4 |
| Конспект самоподготовки | 7 | 7 | 7 | 21 |

Согласована на портале № 14862

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Контрольная работа | 2 | 10 | 8 | 20 |
| Отчет по индивидуальному заданию | 4 | 6 | 16 | 26 |
| Отчет по лабораторной работе | 6 | 8 | 6 | 20 |
| Тест | | 3 | 6 | 9 |
| Итого максимум за период | 21 | 34 | 45 | 100 |
| Нарастающим итогом | 21 | 55 | 100 | 100 |
| 3 семестр | | | | |
| Домашнее задание | 3 | 3 | 4 | 10 |
| Конспект самоподготовки | 3 | 3 | 3 | 9 |
| Отчет по индивидуальному заданию | 10 | | | 10 |
| Компонент своевременности | 4 | 4 | 4 | 12 |
| Отчет по лабораторной работе | 5 | 8 | 7 | 20 |
| Тест | 3 | 3 | 3 | 9 |
| Итого максимум за период | 28 | 21 | 21 | 70 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Нарастающим итогом | 28 | 49 | 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) |

Согласована на портале № 14862

| | | |
|---|---|---|
| | 70 - 74 | D (удовлетворительно) |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 65 - 69 | |
| | 60 - 64 | E (посредственно) |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Атабеков Г.И. Основы теории цепей.- СПб.: Лань,2009.-432с. [Электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=95

### 12.2. Дополнительная литература

1. Зернов Н.В., Карпов В.Г. Теория радиотехнических цепей.-М.: Энергия.1972.-816с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 18 экз.)
2. Лосев А.К. Теория линейных электрических цепей.-М.: Высш.шк.,1987.-512с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 33 экз.)
3. Попов В.П. Основы теории цепей.-М.: Высш.шк., 2000.-574с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 189 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: 10.02.2017.
2. Теория электрических цепей часть 2: Учебное пособие / Попова К. Ю. - 2015. 160 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5535, дата обращения: 10.02.2017.
3. 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: 10.02.2017.
4. Основные электрические величины и методика их измерений: Руководство к лабораторной работе No1 / Мельникова И. В., Голев Б. Ф., Степной В. С., Дубовик К. Ю. - 2013. 14 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3440, дата обращения: 10.02.2017.
5. Исследование законов Ома и Кирхгофа в электрической цепи при гармоническом воздействии: Руководство к лабораторной работе No2 / Мельникова И. В., Голев Б. Ф., Дубовик К. Ю. - 2013. 10 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3441, дата обращения: 10.02.2017.
6. Исследование разветвленной линейной цепи при гармоническом воздействии: Руководство к лабораторной работе No3 / Мельникова И. В., Голев Б. Ф., Дубовик К. Ю. - 2013. 8 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3442, дата обращения: 10.02.2017.
7. Исследование одиночных колебательных контуров: Руководство к лабораторной работе No 6, 7 по дисциплине «Теория электрических цепей» для студентов радиотехнического факультета всех специальностей / Мельникова И. В., Дубовик К. Ю. - 2013. 19 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3447, дата обращения: 10.02.2017.
8. Исследование частотных характеристик апериодических цепей первого порядка: Руководство к лабораторной работе No 4, 5 / Мельникова И. В., Дубовик К. Ю. - 2013. 12 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3443, дата обращения: 10.02.2017.
9. Исследование переходных процессов в цепях первого и второго порядков: Руководство к лабораторной работе No14, 15 / Мельникова И. В., Дубовик К. Ю. - 2013. 10 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3444, дата обращения: 10.02.2017.

Согласована на портале № 14862

10. 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: 10.02.2017.

11. 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: 10.02.2017.

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

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа 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. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. LibreOffice,
2. Qucs,
3. PTC Mathcad 14,
4. Velleman
5. PcLab2000LT.

## 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

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

#### 13.1.1. Материально-техническое 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 90, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью.

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

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью.

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

Для проведения лабораторных занятий используется учебно-исследовательская вычислительная лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 4 этаж, ауд. 314. Состав оборудования: 16 рабочих станций на базе процессоров Intel Core i5; диагональ мониторов 24". Операционная система: Microsoft Windows 7. Программное обеспечение: LibreOffice; Mozilla Firefox, Google Chrome; ClamAV; WinDjView; Adobe Reader; 7-Zip; Qucs; Scilab; Qt Framework; Velleman PcLab2000LT; Altera Quartus Prime Lite Edition; PTC Mathcad 14; Keysight SystemVue; Keysight Advanced Design System (ADS); Keysight Electromagnetic Professional (EMPro) .

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

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 4 этаж, ауд. 314. Состав оборудования: 16 рабочих станций на базе процессоров Intel Core i5; диагональ мониторов 24". Операционная система: Microsoft Windows 7. Программное обеспечение:

Согласована на портале № 14862

LibreOffice; Mozilla Firefox, Google Chrome; ClamAV; WinDjView; Adobe Reader; 7-Zip; Qucs; Scilab; Qt Framework; Velleman PcLab2000LT; Altera Quartus Prime Lite Edition; PTC Mathcad 14; Keysight SystemVue; Keysight Advanced Design System (ADS); Keysight Electromagnetic Professional (EMPro) .

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

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **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 удаленного просмотра.

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

## 14. Фонд оценочных средств

### 14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

### 14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

**Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью**

| Категории студентов | Виды дополнительных оценочных средств | 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 средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

Согласована на портале № 14862

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

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов 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 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 обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 14862

**Приложение 1**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

# Теория электрических цепей

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль): **Системы мобильной связи**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **1, 2**
Семестр: **2, 3**

Учебный план набора 2016 года

Разработчики:
- ассистент каф. ТОР Ким А. Ю.
- доцент каф. ТОР Мельникова И. В.

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

Томск 2017

Согласована на портале № 14862

## 1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

| Код | Формулировка компетенции | Этапы формирования компетенций |
|---|---|---|
| ПК-9 | умением проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ | *Должен знать:* основные методы математического расчета и моделирования; базовое программное обеспечение для создания математических моделей. *Должен уметь:* проводить расчеты в соответствии с техническим заданием; использовать методы и алгоритмы расчета в соответствии с изученным материалом. *Должен владеть:* навыками самостоятельной работы на компьютере и в компьютерных сетях; навыками анализа данных, обобщения и формирования выводов. |
| ПК-7 | готовностью к изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта | *Должен знать:* основные понятия в области передачи информации в инфокоммуникационных системах; тенденции развития в области инфокоммуникационных технологий и систем связи. *Должен уметь:* проводить анализ технической информации в рамках определенной тематики осуществлять поиск и анализ информации, представленной в различных источниках. *Должен владеть:* навыками работы с технической документацией, в том числе, при поиске информации; навыками самостоятельной работы на компьютере и в компьютерных сетях. |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем | Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы |
| Хорошо (базовый уровень) | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения | Берет ответственность за завершение задач в исследовании, |

Согласована на портале № 14862

| | | | |
|---|---|---|---|
| | изучаемой области | определенных проблем в области исследования | приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | Обладает базовыми общими знаниями | Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач | Работает при прямом наблюдении |

## 2 Реализация компетенций

### 2.1 Компетенция ПК-9

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

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Содержание этапов | основные методы математического расчета и моделирования; базовое программное обеспечение для создания математических моделей. | проводить расчеты в соответствии с техническим заданием; использовать методы и алгоритмы расчета в соответствии с изученным материалом. | навыками самостоятельной работы на компьютере и в компьютерных сетях; навыками анализа данных, обобщения и формирования выводов. |
| Виды занятий | • Практические занятия;<br>• Лабораторные работы;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа); | • Практические занятия;<br>• Лабораторные работы;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа); | • Лабораторные работы;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа); |
| Используемые средства оценивания | • Домашнее задание;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Отчет по индивидуальному заданию;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Тест;<br>• Отчет по курсовой работе; | • Домашнее задание;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Отчет по индивидуальному заданию;<br>• Защита курсовых проектов (работ);<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Тест; | • Домашнее задание;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Отчет по индивидуальному заданию;<br>• Защита курсовых проектов (работ);<br>• Отчет по курсовой работе;<br>• Зачет; |

Согласована на портале № 14862

| | | | |
|---|---|---|---|
| | • Зачет;<br>• Экзамен;<br>• Курсовая работа (проект); | • Отчет по курсовой работе;<br>• Зачет;<br>• Экзамен;<br>• Курсовая работа (проект); | • Экзамен;<br>• Курсовая работа (проект); |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | • знает основные критерии применимости расчетных методов;<br>• анализирует полученные данные в соответствии физическим процессом; | • умеет грамотно выражать и доказывать положения предметной области знания с использованием аргументов;<br>• свободно применяет методы и алгоритмы решения задач ; | • уверенно владеет навыками расчета, анализа и обобщения результатов;<br>• свободно владеет разными способами представления информации; |
| Хорошо (базовый уровень) | • понимает связи между различными понятиями в области изученной информации;<br>• представляет приемы и результаты анализа технической информации.; | • корректно выражает, и доказывать с использованием аргументов положения предметной области знания;<br>• самостоятельно подбирает методы решения задач; | • владеет навыками расчета, анализа и обобщения результатов;<br>• владеет разными способами представления информации; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • дает определения основных понятий в области изученной информации;<br>• воспроизводит основные положения анализа технической информации; | • умеет работать со справочной литературой;<br>• умеет представлять результаты своей работы; | • владеет терминологией предметной области знания;<br>• способен корректно представить знания и информацию; |

### 2.2 Компетенция ПК-7

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

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Содержание этапов | основные понятия в области передачи информации в инфокоммуникационных системах; тенденции развития в области | проводить анализ технической информации в рамках определенной тематики; осуществлять поиск и анализ информации, | навыками работы с технической документацией, в том числе, при поиске информации; навыками самостоятельной работы |

Согласована на портале № 14862

| | | | |
|---|---|---|---|
| | инфокоммуникационных технологий и систем связи. | представленной в различных источниках. | на компьютере и в компьютерных сетях. |
| Виды занятий | • Практические занятия;<br>• Лабораторные работы;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа); | • Практические занятия;<br>• Лабораторные работы;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа); | • Лабораторные работы;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа); |
| Используемые средства оценивания | • Контрольная работа;<br>• Домашнее задание;<br>• Отчет по индивидуальному заданию;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Тест;<br>• Зачет;<br>• Экзамен;<br>• Курсовая работа (проект); | • Контрольная работа;<br>• Домашнее задание;<br>• Отчет по индивидуальному заданию;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Тест;<br>• Зачет;<br>• Экзамен;<br>• Курсовая работа (проект); | • Домашнее задание;<br>• Отчет по индивидуальному заданию;<br>• Зачет;<br>• Экзамен;<br>• Курсовая работа (проект); |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | • анализирует связи между различными понятиями в области передачи информации;<br>• интерпретирует приемы и результаты анализа технической информации. | • умеет грамотно выражать и доказывать положения предметной области знания с использованием аргументов;<br>• свободно применяет методы решения задач в незнакомых ситуациях; | • уверенно владеет навыками работы с литературными источниками;<br>• свободно владеет разными способами представления информации; |
| Хорошо (базовый уровень) | • понимает связи между различными понятиями в области передачи информации;<br>• представляет приемы и результаты анализа технической информации. | • корректно выражает, и доказывать с использованием аргументов положения предметной области знания;<br>• самостоятельно подбирает методы решения проблем.; | • владеет навыками работы с литературными источниками;<br>• владеет разными способами представления информации; |
| Удовлетворительн | • дает определения | • умеет работать со | • владеет |

Согласована на портале № 14862

| | | | |
|---|---|---|---|
| о (пороговый уровень) | основных понятий в передачи информации;<br>• воспроизводит основные положения анализа технической информации.; | справочной литературой;<br>• умеет представлять результаты своей работы; | терминологией предметной области знания;<br>• способен корректно представить знания и информацию; |

## 3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

### 3.1 Вопросы на самоподготовку

- Методы расчета электрических цепей в стационарном режиме
- Частотные характеристики электрических цепей
- Резонансные цепи и их характеристики
- Четырехполюсники и их параметры
- Переходные процессы в электрических цепях при постоянном воздействии
- Длинные линии
- Нелинейные элементы и их особенности

### 3.2 Тестовые задания

**Типовое задание для теста по теме «Комплексные функции. Частотные характеристики. Полоса пропускания.»:**

Фазо-частотная характеристика цепи определяется как частотная зависимость:

1) аргумента функции цепи;
2) мнимой части функции цепи;
3) отношения мнимой части функции цепи к ее действительной части;
4) арктангенс отношения вещественной части функции цепи к ее мнимой части.

**Типовое задание для теста по теме «Одиночные колебательные контуры»:**

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

1) 200В;
2) -200В;
3) 2В;
4) 100В.

**Типовое задание для теста по теме «Характеристические параметры четырехполюсников»:**

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

1) Х.Х. на выходе, К.З. на выходе;
2) Х.Х. на выходе, Х.Х. на входе;
3) К.З. на выходе, К.З. на входе;
4) Х.Х. на входе, К.З. на входе.

**Типовое задание для теста по теме «Цепи с распределенными параметрами: Длинные линии»:**

Чему равно входное сопротивление четвертьволнового короткозамкнутого отрезка длинной линии без потерь?

1) $Z_{BX} = \rho$;
2) $Z_{BX} = 0$;
3) $Z_{BX} = \infty$;

Согласована на портале № 14862

4) $Z_{BX} = R_H$.

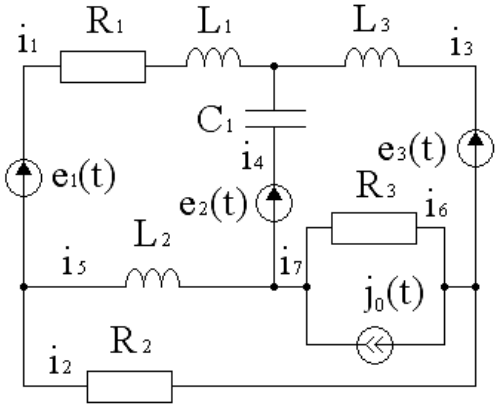
### 3.3 Темы домашних заданий

– Эквивалентные преобразования; законы Ома, Кирхгофа
– Расчет цепей постоянного тока
– Основы метода комплексных амплитуд
– Основы КФЦ, частотные характеристики, ППЦ; диаграммы реактивных сопротивлений
– Вывод определенной матрицы проводимостей, включающей параметры зависимого источника

### 3.4 Темы индивидуальных заданий

**Индивидуальное расчетное задание «Методы математического описания и расчета сложной линейной электрической цепи в стационарном режиме»:**

Расчетная схема:




Исходные данные:

$\dot{E}_1 = 4B; \dot{E}_2 = 8iB; \dot{E}_3 = 4\sqrt{2}\angle -45^0\, B;$

$\dot{J}_0 = -4iA;$

$n = 2;$

$R_1 = 1Ом; R_2 = 1Ом; R_3 = 1Ом;$

$L_1 = 1мГн; L_2 = 1мГн; L_3 = 1мГн;$

$C_1 = 500мкФ;$

$\omega = k \cdot 10^3 = 10^3\, рад/с$

Задание на расчет:

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

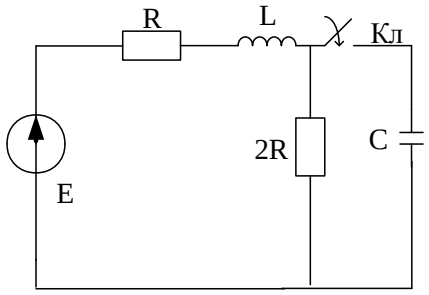
- для мгновенных значений при действии источников сигнала *e*(*t*) и *j*(*t*) произвольной формы,
- для комплексных значений при действии источников гармонических сигналов $e(t) = E_m \cdot \cos(\omega t + \varphi)$ и $j(t) = J_m \cdot \cos(\omega t + \varphi)$ при условии, что все источники работают на одной и той же частоте **ω**,
- 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 $\omega \to \infty$ 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.

**Индивидуальное расчетное задание «Расчет переходных процессов в линейных цепях второго порядка»:**

Согласована на портале № 14862

Расчетная схема:




Исходные данные:

*E=100В*

*R=100Ом*

*L=200мкГн*

*C=500пФ*

Задание на расчет:

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 характеристическое 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 операторным 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.

### 3.5 Экзаменационные вопросы

– 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.

– ВНУТРЕННИЕ ПАРАМЕТРЫ СОСТАВНЫХ ЧЕТЫРЕХПОЛЮСНИКОВ. Системы уравнений неавтономного четырехполюсника. Расчет внутренних параметров сложных четырехполюсников при разных типах регулярного соединения.

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

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

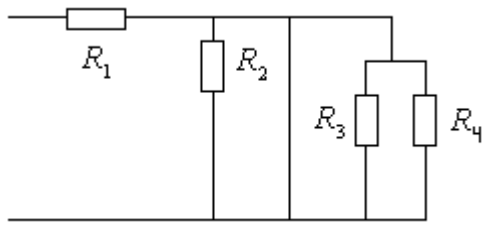
– БЕЗИНДУКТИВНЫЕ RC-ФИЛЬТРЫ (ПАССИВНЫЕ). Схемы и основные частотные зависимости (АЧХ и ФЧХ) пассивных RC-фильтров нижних, верхних частот и полосопропускающих; достоинство и недостатки пассивных RC-фильтров.

### 3.6 Темы контрольных работ

**Типовое задание для контрольной работы №1 «Эквивалентные преобразования; законы Ома, Кирхгофа» :**

Расчетная схема: Задание:

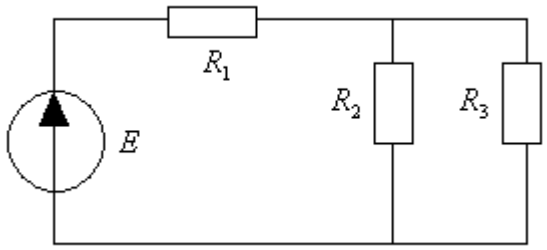
Согласована на портале № 14862




Определите входное сопротивление схемы в общем виде.

**Типовое задание для контрольной работы №2 «Расчет цепей постоянного тока» :**

Расчетная схема:




Задание:

Определите все токи и напряжения в схеме если:

$E = 20B;$

$R_1 = 5Ом;$

$R_2 = 10Ом;$

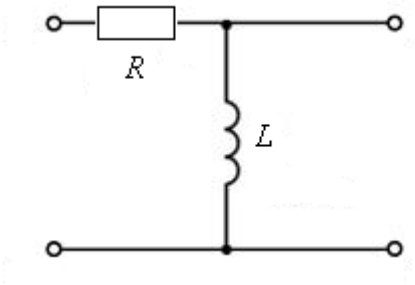
$R_3 = 40Ом.$

**Типовое задание для контрольной работы №3 «Основы метода комплексных амплитуд»:**

Запишите комплексную амплитуду и оператор вращения для сигнала $i(t) = 2 \cdot \cos(10^3 t + 45^0) A.$

**Типовое задание для контрольной работы №4 «Основы КФЦ, частотные характеристики, ППЦ; диаграммы реактивных сопротивлений» :**

Расчетная схема:

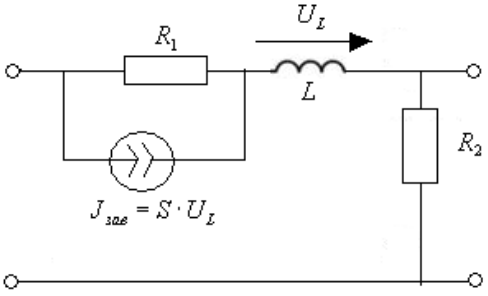



Задание:

Сделать обоснованные предположения о частотных характеристиках на основе схемы, вывести передаточную комплексную функцию цепи, определить $\omega_{гр}$ и указать полосу пропускания цепи.

**Типовое задание для контрольной работы №5 «Вывод определенной матрицы проводимостей, включающей параметры зависимого источника»:**

Расчетная схема:




Задание:

Записать определенную матрицу проводимостей, включающую параметр зависимого источника.

### 3.7 Темы лабораторных работ

- Основные электрические величины и методика их измерений

Согласована на портале № 14862

– Исследование законов Ома и Кирхгофа в электрической цепи при гармоническом воздействии
– Исследование разветвленной линейной цепи при гармоническом воздействии
– Исследование частотных характеристик простейших реактивных двухполюсников
– Исследование входных частотных характеристик апериодических цепей первого порядка
– Исследование передаточных частотных характеристик апериодических цепей первого порядка
– Исследование последовательного одиночного колебательного контура
– Исследование параллельного одиночного колебательного контура
– Исследование магнитосвязанных индуктивностей
– Исследование пассивных RC-фильтров
– Исследование LC – фильтров нижних частот типа «k» и «m»
– Исследование длинной линии в стационарном и переходном режимах
– Исследование переходных процессов в цепях первого порядка
– Исследование переходных процессов в цепях второго порядка

**3.8 Зачёт**

– Рассчитать все токи и напряжения в электрической цепи по законам Кирхгофа
– Рассчитать одним из изученных методов токи и напряжения в электрической цепи
– Сделать обоснованное предположение о характере частотных характеристик заданной схемы
– Вывести КФЦ и построить качественный характер частотных характеристик электрической цепи
– Записать выражения АЧХ и ФЧХ по заданной схеме

**3.9 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.

## 4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

Согласована на портале № 14862