

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по учебной работе

_____ Э.Ю. Майкова
« ____ » _____ 202_ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)»
«Теория электрических цепей»

Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы.

Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы.

Типы задач профессиональной деятельности: проектный, научно-исследовательский.

Форма обучения – очная.

Факультет информационных технологий

Кафедра «Радиотехнические информационные системы»

Тверь 202_

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки специалистов в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы:
доцент кафедры РИС

Ю.В. Ищишин

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РИС
«_____» _____ 2020 г., протокол №____.

Заведующий кафедрой РИС

С.Ф. Боев

Согласовано:
Начальник учебно-методического
отдела УМУ

Д.А. Барчуков

Начальник отдела
комплектования
зональной научной библиотеки

О.Ф. Жмыхова

1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины «Теория электрических цепей» является получение студентами базовой теоретической подготовки, раскрывающей основы и принципы работы и моделирования радиоэлектронных устройств различного назначения, необходимой для дальнейшего изучения специальных дисциплин

Задачами дисциплины являются:

изучение теоретических основ построения и функционирования линейных и нелинейных электрических цепей;

изучение методов анализа электрических цепей при различных воздействиях

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 ОП ВО. Для изучения курса требуются знания, умения и навыки, полученные в процессе изучения дисциплин «Физика» и «Математика» в средней общеобразовательной школе, учреждениях начального профессионального образования или среднего специального образования.

Приобретенные знания в рамках данной дисциплины помимо их самостоятельного значения являются основой для изучения курсов «Радиотехнические цепи и сигналы», «Схемотехника аналоговых электронных устройств» и других дисциплин, профессиональная подготовка по которым предполагает применение методов анализа электрических цепей с сосредоточенными и распределенными параметрами.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

3.1 Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция, закрепленная за дисциплиной в ОХОП:

ОПК-1. *Способен представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знаний основных положений, законов и методов естественных наук и математики.*

Индикаторы компетенции, закреплённые за дисциплиной в ОХОП:

ИОПК-1.1. Применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера.

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

31.1. Законы физики и методы математики, используемые при расчете сложных электрических цепей

31.2. Базовые знания при измерении электрических параметров, частотных характеристик, переходных процессов в линейных электрических цепях прямыми и косвенными методами

Уметь:

У1.1. Рассчитывать и провести анализ электрической цепи в установившемся и не установившемся режимах на персональных ЭВМ.

У1.2. Разрабатывать математические модели электрических цепей

У1.3. Рассчитывать и измерять параметры и характеристики линейных электрических цепей.

Компетенция, закрепленная за дисциплиной в ОХОП:

ОПК-2. *Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и принятия решения.*

Индикаторы компетенции, закреплённые за дисциплиной в ОХОП:

ИОПК-2.1. **Осуществляет поиск и предоставление актуальной информации о состоянии предметной области.**

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

32.1. Основные методики прямых и косвенных измерений электрических параметров, частотных характеристик линейных электрических

32.2. Методы анализа переходных процессов в линейных электрических цепях.

Уметь:

У2.1. Читать электрические схемы радиоэлектронных устройств.

У2.2 Применять методы обработки экспериментальных данных

У2.3. Скорректировать методику измерения для более достоверного результата.

3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Проведение лекционных, практических, лабораторных занятий. Выполнение курсовой работы.

4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
Общая трудоемкость дисциплины	8	288
Аудиторные занятия (всего)		120
В том числе:		
Лекции		45
Практические занятия (ПЗ)		45
Лабораторные работы (ЛР)		30
Самостоятельная работа обучающихся		132+36(экз)
В том числе:		
Курсовая работа		16
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Другие виды самостоятельной работы:		
- проработка лекционного материала		20
- подготовка к практическим занятиям		20
- подготовка отчетов лабораторных работ		30

<i>Промежуточная аттестация (зачет)</i>		<i>10</i>
<i>Промежуточная аттестация (экзамен)</i>		<i>36</i>
<i>Текущий контроль успеваемости</i>		<i>36</i>
<i>Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)</i>		<i>0</i>

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины

Таблица 2. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. работы	Сам. работа
3 семестр						
1	Введение. Основные положения теории электрических цепей	21	4	4	-	7+6 экз.
2	Методы анализа линейных электрических цепей в установившемся режиме. Метод комплексных амплитуд	35	6	6	3	14+6 экз.
3	Эквивалентные преобразования участков цепи	26	4	4	-	12+6 экз.
4	Методы анализа сложных цепей в установившемся режиме	34	6	6	4	12+6 экз.
5	Комплексные и операторные схемные функции цепи. Частотные характеристики	34	6	6	4	12+6 экз.
6	Частотные характеристики реактивных двухполюсников	30	4	4	4	12+6 экз.
	<i>Всего часов за 3 семестр</i>	<i>180</i>	<i>30</i>	<i>30</i>	<i>15</i>	<i>69+36(экз)</i>
4 семестр						
7	Резонансные цепи при гармоническом воздействии	21	3	2	4	12
8	Основы теории четырехполюсников	13	2	2	-	9
9	Фильтры	17	2	2	4	9
10	Цепи с распределенными параметрами. Длинные линии	16	2	2	3	9
11	Общие сведения о переходных процессах. Классический и операторный методы анализа цепи в переходном режиме	21	2	3	4	12
12	Временные характеристики и их связь с частотными	10	2	2	-	6

13	Нелинейные цепи	10	2	2	-	6
	<i>Всего часов за 4 семестр</i>	<i>108</i>	<i>15</i>	<i>15</i>	<i>15</i>	<i>63</i>
	Всего на дисциплину	288	45	45	30	132+36(экз)

5.2. Содержание дисциплины

МОДУЛЬ 1 «Введение. Основные положения теории электрических цепей»

Основные определения и понятия. Электрический ток, напряжение, энергия, мощность. Электрическая цепь, компоненты, топология. Понятие двухполюсника, четырехполюсника, многополюсника. Типы элементов (линейные, нелинейные и параметрические). Идеальные элементы: сопротивление, индуктивность, емкость, источники напряжения и тока. Вольтамперные характеристики. Зависимые источники. Схемы цепи (структурные, принципиальные, эквивалентные). Типовые входные воздействия в теории цепей. Основные соотношения: законы Ома, Кирхгофа, баланс мощностей. Установившийся и неуставившийся режимы работы цепи. Принцип суперпозиции в линейных электрических цепях (ЛЭЦ). Математическая модель цепи (ММЦ) в виде системы уравнений. Основная система уравнений.

МОДУЛЬ 2 «Методы анализа линейных электрических цепей в установившемся режиме. Метод комплексных амплитуд»

Обоснование выбора гармонического сигнала, его параметры. Постоянное воздействие как частный случай гармонического. Метод комплексных амплитуд, алгебраизация ММЦ, законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме, баланс мощностей в комплексной форме. Векторные диаграммы токов и напряжений.

МОДУЛЬ 3 «Эквивалентные преобразования участков цепи»

Определение эквивалентных участков цепи. Виды соединения (последовательное, параллельное, смешанное), их эквивалентное преобразование; эквивалентное преобразование источников тока и напряжения; перенос источников тока и напряжения в другие ветви

МОДУЛЬ 4 «Методы анализа сложных цепей в установившемся режиме»

Уменьшение числа искомым неизвестных. Метод контурных токов и метод узловых потенциалов. Матричная форма записи ММЦ и ее решение. Машинный метод анализа цепей на базе метода узловых потенциалов. Метод наложения. Метод эквивалентного генератора.

МОДУЛЬ 5 «Комплексные и операторные схемные функции цепи. Частотные характеристики»

Входные, выходные и передаточные функции цепи. Определение амплитудно-частотных (АЧХ) и фазочастотных (ФЧХ) характеристик на базе комплексной функции. Частотные характеристики RC-, RL-цепей. Особенности частотных характеристик цепей, которые содержат один реактивный элемент, несколько однотипных реактивных элементов, разнотипные реактивные элементы. Понятие полосы пропускания цепи (ППЦ), методика определения ППЦ. Фильтры нижних частот, верхних частот, полосно-пропускающие и режекторные.

МОДУЛЬ 6 «Частотные характеристики реактивных двухполюсников»

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.

МОДУЛЬ 7 «Резонансные цепи при гармоническом воздействии»

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 и фазо-частотная характеристики). 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.

МОДУЛЬ 8 «Основы теории четырехполюсников»

Определение и классификация четырехполюсников. Основные уравнения четырехполюсников. Первичные параметры четырехполюсников. Соединение четырехполюсников. Входные и передаточные функции четырехполюсников при произвольной нагрузке. Характеристические параметры пассивных четырехполюсников. Каскадное соединение характеристически согласованных четырехполюсников. Четырехполюсники с обратной связью.

МОДУЛЬ 9 «Фильтры»

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 полувенья: вывод, общий анализ, примеры. Безиндуктивные фильтры. Пассивные и активные RC-фильтры. Корректоры частотных характеристик. Полиномиальные фильтры

МОДУЛЬ 10 «Цепи с распределенными параметрами. Длинные линии»

Двухпроводная линия как пример цепи с распределенными параметрами. Первичные параметры однородной линии. Дифференциальные уравнения линии. Решение уравнений для установившегося гармонического воздействия. Падающая и отраженная волны в линии. Вторичные параметры: волновое сопротивление, коэффициент распространения (затухания и фазы). Условия неискаженной передачи. Фазовая и групповая скорости и длина волны. Уравнения линии в гиперболических функциях. Входное сопротивление линии. Линия как четырехполюсник. Линия без потерь. Режимы в линии при различных видах нагрузки (согласованная нагрузка, холостой ход, короткое замыкание, реактивная нагрузка, несогласованное активное и комплексное сопротивление). Коэффициент

отражения. Коэффициент бегущей и стоячей волны. Линия, нагруженная активно-реактивным сопротивлением. Линия как согласующий трансформатор, как изолятор, как реактивное сопротивление, как контур, как фидер, как формирователь прямоугольных импульсов. Понятие S-параметров четырехполюсника, включенного между длинными линиями.

МОДУЛЬ 11 «Общие сведения о переходных процессах. Классический и операторный методы анализа цепи в переходном режиме»

Переходный процесс (ПП) как частный случай неустановившегося режима. Условия возникновения ПП, длительность ПП. Законы коммутации для линейной цепи. Начальные условия: независимые и зависимые, нулевые и ненулевые, методика определения зависимых начальных условий. Методы анализа ПП, как способы решения дифференциального уравнения для модели послекоммутационной цепи. Вынужденная и свободная составляющие, характеристическое уравнение цепи, связь вида корней характеристического уравнения и характера свободных составляющих; определение постоянных интегрирования, порядок расчета; практическая ограниченность применения метода. 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.

МОДУЛЬ 12 «Временные характеристики и их связь с частотными»

Испытательные сигналы. Определение переходной и импульсной характеристик, размерность характеристик, их взаимосвязь. Вывод соотношений, связывающих операторные и временные функции.

МОДУЛЬ 13 «Нелинейные цепи»

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, функции, наиболее часто используемые для аппроксимации характеристик НЭ; способы (критерии, условия) приближения аппроксимирующей функции к аппроксимируемой характеристике, определение коэффициентов аппроксимации. Нелинейное сопротивление при гармоническом воздействии: образование гармоник, расчет амплитуд гармоник методами кратных дуг и трех ординат.

5.3. Лабораторные работы

Таблица 3. Лабораторные работы и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели лабораторных работ	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость в часах
3 семестр		
Модуль 2. Цель: получить первичные навыки в измерении параметров гармонического колебания	Изучение измерительных приборов, рабочего стенда. Измерение параметров гармонического колебания	3
Модуль 4. Цель: получить первичные навыки в проведении анализа амплитудно-фазовых соотношений	Анализ амплитудно-фазовых соотношений в простейших RL-, RC-, RR- цепях	4
Модуль 5. Цель: получить первичные навыки в исследовании разветвленной линейной цепи	Исследование разветвленной линейной цепи в стационарном режиме при гармоническом воздействии	4
Модуль 6. Цель: получить первичные навыки в исследовании передаточных функций	Исследование передаточных функций в электрических цепях первого порядка	4
4 семестр		
Модуль 7. Цель: получить первичные навыки в проведении анализа колебательных контуров	Анализ свойств и характеристик последовательного и параллельного колебательных контуров	4
Модуль 9. Цель: получить первичные навыки в проведении анализа активного RC-фильтра	Анализ свойств и характеристик активного RC-фильтра	4
Модуль 10. Цель: получить первичные навыки в исследовании распределения напряжения вдоль линии	Исследование распределения напряжения вдоль линии в разных режимах	3
Модуль 11. Цель: получить первичные навыки в проведении анализа переходных процессов	Анализ переходных процессов в цепях первого порядка	4

Таблица 4. Тематика, форма практических занятий (ПЗ) и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели практических занятий	Примерная тематика занятий	Трудоемкость в часах
3 семестр		
Модуль 1. Цель: закрепить и углубить знания в рассматриваемых вопросах теории цепей	Идеальные пассивные элементы. Идеальные источники напряжения и тока. Основная система уравнений электрического равновесия цепи. Баланс мощностей. Цепи при воздействии постоянных напряжений и токов	4
Модуль 2. Цель: закрепить и углубить знания в рассматриваемых вопросах теории цепей	Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме. Векторные диаграммы токов и напряжений. Метод комплексных амплитуд	6
Модуль 3. Цель: закрепить и углубить знания в рассматриваемых вопросах теории цепей	Эквивалентные преобразования источников тока и напряжения	4
Модуль 4. Цель: закрепить и углубить знания в рассматриваемых вопросах теории цепей	Методы контурных токов и узловых напряжений- Метод эквивалентного генератора и метод наложений	6
Модуль 5. Цель: закрепить и углубить знания в рассматриваемых	Комплексные (схемные) функции. Частотные характеристики. Полоса	6

Порядковый номер модуля. Цели практических занятий	Примерная тематика занятий	Трудоемкость в часах
вопросах теории цепей	пропускания. Операторные и комплексные функции в схемах с зависимым источником	
Модуль 6. Цель: получить первичные навыки в расчете передаточных функций	Расчет комплексных входных и передаточных функций, частотных характеристик электрических цепей	4
4 семестр		
Модуль 7. Цель: закрепить и углубить знания в рассматриваемых вопросах теории цепей	Влияние внешних цепей на частотные характеристики контуров	2
Модуль 8. Цель: закрепить и углубить знания в рассматриваемых вопросах теории цепей	Основные уравнения и первичные параметры четырехполюсников.	2
Модуль 9. Цель: получить первичные навыки в расчете активного RC-фильтра	Расчет фильтров: типа «К» и «М»	2
Модуль 10. Цель: закрепить и углубить знания в рассматриваемых вопросах теории цепей	Уравнения для установившегося гармонического воздействия.	2
Модуль 11. Цель: закрепить и углубить знания в рассматриваемых вопросах теории цепей	Классический и операторный методы анализа переходных процессов в цепи	3
Модуль 12. Цель: получить первичные навыки в расчете переходной и импульсной характеристик	Характеристики связи операторных и временных функций	2
Модуль 13. Цель: получить навыки в использовании методов анализа простейших НЦ постоянного тока	Методы: проекций, пересечения вольтамперных характеристик и эквивалентных характеристик на примере анализа простейших НЦ постоянного тока.	2

6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль их успеваемости

6.1. Цели самостоятельной работы

Формирование способностей в части выполнения поиска актуальной информации о состоянии рассматриваемой предметной области, ее критического анализа и обобщения в интересах решения поставленной задачи; применения системного подхода, использования знаний физики и математики при решении поставленной задачи.

6.2. Организация и содержание самостоятельной работы

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к лабораторным и практическим работам, к текущему контролю успеваемости, в выполнении курсовой работы и подготовке к экзамену и зачету.

После вводных лекций, в которых обозначается содержание дисциплины, ее проблематика и практическая значимость, студентам выдаются задания на

лабораторные работы. В рамках дисциплины выполняется 8 лабораторных работ, которые защищаются устным опросом. Выполнение всех лабораторных работ обязательно. В случае невыполнения лабораторной работы по уважительной причине студент должен выполнить ее в часы, отведенные на консультирование с преподавателем.

В рамках дисциплины выполняется 13 практических работ, которые защищаются устным опросом. Выполнение всех практических работ обязательно. В случае невыполнения практической работы по уважительной причине студент должен выполнить ее в часы, отведенные на консультирование с преподавателем.

В четвертом семестре выдается задание на курсовую работу. Курсовая работа выполняется в соответствии с методическими указаниями по выполнению курсовой работы, разработанными на кафедре.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература по дисциплине

1. Попов, В.П. Основы теории цепей : учебник для вузов по напр. "Радиотехника" / В.П. Попов. - 4-е изд. ; испр. - Москва : Высшая школа, 2003. - 575 с. - Библиогр. : с. 573. - ISBN 5-06-003949-8 : 199 p. - (ID=15330-7)
2. Основы теории цепей. Сборник задач : учебное пособие для вузов / В.И. Семенов [и др.]; под редакцией В.П. Попова. - 4-е изд. ; доп. и перераб. - Москва : Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-01473-0. - URL: <https://urait.ru/book/osnovy-teorii-cepey-sbornik-zadach-489424> . - (ID=136133-0)
3. Башарин, С.А. Теоретические основы электротехники: Теория электрических цепей и электромагнитного поля : учеб. пособие по напр. подготовки "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / С.А. Башарин, В.В. Федоров. - 3-е изд. ; стер. - М. : Академия, 2008. - 304 с. - Библиогр. : с. 301 - 302. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7695-5179-6 : 220 p. - (ID=73655-12)
4. Атабеков, Г.И. Основы теории цепей : учебник / Г.И. Атабеков. - 7-е изд. ; стер. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 05.09.2022. - ISBN 978-5-507-45036-7. - URL: <https://e.lanbook.com/book/256100> . - (ID=136482-0)

7.2. Дополнительная литература по дисциплине

1. Теория электрических цепей. Лабораторный практикум : учебное пособие для вузов / Е. В. Вострецова, С. М. Зраенко, Ю. В. Шилов ; под научной редакцией А. С. Лучинина. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 136 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10095-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/492222> (дата обращения: 10.05.2023). - (ID=155459-0)
2. Новожилов, О. П. Электротехника (теория электрических цепей) в 2 ч. Часть 2. : учебник для вузов / О. П. Новожилов. — Москва : Издательство Юрайт,

2023. — 247 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04040-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/512887> (дата обращения: 10.05.2023). - (ID=155460-0)
3. Новожилов, О. П. Электротехника (теория электрических цепей) в 2 ч. Часть 1. : учебник для вузов / О. П. Новожилов. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 403 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04038-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/512886> (дата обращения: 10.05.2023). - (ID=155461-0)
 4. Малинин, Л. И. Теория электрических цепей : учебное пособие для вузов / Л. И. Малинин, В. Ю. Нейман. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 345 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04319-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/489941> (дата обращения: 10.05.2023). - (ID=155462-0)
 5. Литвинов, Б. В. Основы теории цепей : учебное пособие для вузов / Б. В. Литвинов, О. Б. Давыденко, И. И. Заякин. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 339 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13052-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/517992> (дата обращения: 10.05.2023). - (ID=155463-0)
 6. Нефедов, В.И. Радиотехнические цепи и сигналы : учебник для вузов по инженерно-техническим направлениям / В.И. Нефедов, А.С. Сигов; под редакцией В.И. Нефедова. - Москва : Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-02408-1. - URL: <https://urait.ru/book/radiotekhnicheskie-цепи-i-signalny-490091> . - (ID=135995-0)
 7. Теоретические основы электротехники. Справочник по теории электрических цепей : справочник по теории электр. цепей : учеб. пособие для вузов по спец. техники и технологии / Ю.А. Бычков [и др.]; под ред.: Ю.А. Бычкова, В.М. Золотницкого, Э.П. Чернышева. - СПб. [и др.] : Питер, 2008. - 348 с. - (Учебное пособие). - Библиогр. : с. 348. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-469-00971-9 : 270 p. - (ID=71579-8)

7.3. Методические материалы

1. Учебно-методический комплекс дисциплины обязательной части Блока 1 "Теория электрических цепей". Направление подготовки специалистов - 11.05.01 Радиотехнические системы и комплексы. Направленность (профиль) – Радиолокационные системы и комплексы : ФГОС 3++ / Каф. Радиотехнические и информационные системы ; сост. Ю.В. Ищишин. - Тверь, 2022. - (УМК). - Текст : электронный. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/155458> . - (ID=155458-0)

7.4. Программное обеспечение по дисциплине

Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).

7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет

ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

1. Ресурсы: <https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭКТвГТУ: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <https://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»: <https://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <https://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <https://elibrary.ru/>
8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ" : сетевая версия (годовое обновление): [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНИПы и др.]. Диск 1,2,3,4. - М. : Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст : электронный. - 119600 р. – (105501-1)
9. База данных учебно-методических комплексов: <https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html>

УМК размещен: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/155458>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, самостоятельной работы обучающихся, текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 20, оборудованная доской, и стандартной учебной мебелью. Для обеспечения наглядности лекционных и практических занятий аудитория оснащена проекционным оборудованием, в наличии имеются презентационные мультимедийные курсы, разработанные преподавателями кафедры РИС и внешними разработчиками.

Для проведения лабораторных работ имеется специализированная лаборатория со следующим оборудованием:

- комплект стандартной учебной мебели;
- доска магнитно-маркерная;
- рабочее место преподавателя;
- лабораторный стенд «Основы радиотехники»;
- 6 специализированных рабочих станций на базе процессоров Intel Core i5 с программным обеспечением:

9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

9.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена

1. Экзаменационный билет соответствует форме, утвержденной Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих федеральным государственным образовательным стандартам высшего образования с учетом профессиональных стандартов. Типовой образец экзаменационного билета приведен в Приложении. Обучающемуся даётся право выбора заданий из числа, содержащихся в билете, принимая во внимание оценку, на которую он претендует.

Число экзаменационных билетов – 15. Число вопросов (заданий) в экзаменационном билете – 3 (2 вопроса категории «знать» и 1 вопрос категории «уметь»).

Продолжительность экзамена – 60 минут.

2. Шкала оценивания – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

3. Критерии оценки:

для вопросов категории «знать»:

выше базового – 2 балла;

базовый – 1 балл;

ниже базового – 0 баллов;

для вопросов категории «уметь»:

наличие умения – 2 балла;

отсутствие умения – 0 баллов;

для итоговой оценки за экзамен:

«отлично» – при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» – при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» – при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» – при сумме баллов 0 или 1 или 2.

4. Вид экзамена – письменный экзамен, включающий решение задач с использованием ЭВМ.

5. База заданий, предъявляемая обучающимся на экзамене (вопросы).

1. Электрический ток, напряжение, энергия, мощность. Электрическая цепь, компоненты, топология.

2. Понятие двухполюсника, четырехполюсника, многополюсника.

3. Типы элементов (линейные, нелинейные и параметрические).

Идеальные элементы: сопротивление, индуктивность, емкость, источники напряжения и тока.

4. Вольтамперные характеристики. Зависимые источники.

5. Схемы цепи (структурные, принципиальные, эквивалентные). Типовые входные воздействия в теории цепей.

6. Законы Ома и Кирхгофа. Баланс мощностей.

7. Установившийся и неуставившийся режимы работы цепи.

8. Принцип суперпозиции в линейных электрических цепях (ЛЭЦ).

9. Математическая модель цепи (ММЦ) в виде системы уравнений.

Основная система уравнений.

10. Гармонический сигнал и его параметры. Постоянное воздействие как частный случай гармонического.
11. Метод комплексных амплитуд.
12. Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме
13. Баланс мощностей в комплексной форме.
14. Векторные диаграммы токов и напряжений.
15. Эквивалентные участки цепи.
16. Виды соединения (последовательное, параллельное, смешанное), их эквивалентное преобразование.
17. Эквивалентное преобразование источников тока и напряжения.
18. Перенос источников тока и напряжения в другие ветви.
19. Метод контурных токов.
20. Метод узловых потенциалов.
21. Матричная форма записи ММЦ и ее решение.
22. Метод наложения.
23. Метод эквивалентного генератора
24. Входные, выходные и передаточные функции цепи.
25. Определение амплитудно-частотных (АЧХ) и фазочастотных (ФЧХ) характеристик на базе комплексной функции.
26. Частотные характеристики RC-, RL-цепей.
27. Особенности частотных характеристик цепей, которые содержат один реактивный элемент
28. Особенности частотных характеристик цепей, которые содержат несколько однотипных реактивных элементов
29. Особенности частотных характеристик цепей, которые содержат разнотипные реактивные элементы.
30. Понятие полосы пропускания цепи, методика определения полосы пропускания цепи.
31. Фильтры нижних и верхних частот, полосно-пропускающие и режекторные.
32. Реактивный двухполюсник. Особенности АЧХ и ФЧХ реактивного двухполюсника.
33. Диаграммы реактивных сопротивлений, основные правила их построения.
34. Применение диаграмм реактивного двухполюсника для качественного анализа частотных характеристик цепей.

Пользование различными техническими устройствами, кроме ЭВМ компьютерного класса и программным обеспечением, необходимым для решения поставленных задач, не допускается. При желании студента покинуть пределы аудитории во время экзамена экзаменационный билет после его возвращения заменяется.

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов на экзаменационные вопросы и решенных задач задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках содержания экзаменационного билета, выданного студенту.

Иные нормы, регламентирующие процедуру проведения экзамена, представлены в Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

9.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме зачета

1. Вид промежуточной аттестации в форме зачета устанавливается преподавателем:

по результатам текущего контроля знаний и умений обучающегося без дополнительного контрольного испытания;

по результатам выполнения дополнительного контрольного испытания при наличии у студентов задолженностей по текущему контролю.

2. При промежуточной аттестации без выполнения дополнительного контрольного испытания «зачтено» выставляется обучающемуся при условии выполнения им всех контрольных мероприятий: посещение лекций в объеме не менее 80% контактной работы с преподавателем, выполнения и защиты лабораторных работ.

При промежуточной аттестации с выполнением заданий дополнительного контрольного испытания студенту выдается билет с вопросами и задачами. Число заданий для дополнительного контрольного испытания – 15. Число вопросов – 3 (2 вопроса для категории «знать» и 1 вопрос для категории «уметь»). Форма выполнения – письменная. Продолжительность выполнения – 60 минут.

3. Шкала оценивания – «зачтено», «не зачтено».

4. Критерии оценки:

для вопросов категории «знать» бинарный критерий:

ниже базового уровня – 0 баллов;

базовый уровень – 1 балл;

для вопросов категории «уметь» бинарный критерий:

отсутствие умения – 0 баллов;

наличие умения – 1 балл.

для итоговой оценки за зачет:

«зачтено» – при сумме баллов 2 или 3;

«не зачтено» – при сумме баллов 0 или 1.

5. Для подготовки к дополнительному контрольному испытанию студенту в обязательном порядке предоставляются:

база заданий, предназначенных для предъявления на дополнительном итоговом контрольном испытании (типовой образец задания приведен в Приложении);

методические материалы, определяющие процедуру проведения дополнительного контрольного испытания и проставления зачёта.

6. База заданий, предъявляемая обучающимся на зачете (вопросы).

1. Явление резонанса. Последовательный и параллельный резонансные контуры.

2. Резонанс напряжения, тока. Резонансная частота и сопротивление.

3. Определение тока и напряжений на участке цепи при резонансе.

4. Входное сопротивление контура.
5. Резонансная кривая. Амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики.
6. Влияние внешних цепей на частотные характеристики контуров.
7. Абсолютная и относительная расстройка. Добротность контура.
8. Избирательность и полоса пропускания.
9. Коэффициент передачи контура по напряжению.
10. Определение и классификация четырехполюсников.
11. Основные уравнения четырехполюсников.
12. Первичные параметры четырехполюсников.
13. Соединение четырехполюсников.
14. Характеристические параметры пассивных четырехполюсников.
15. Каскадное соединение характеристически согласованных четырехполюсников.
16. Четырехполюсники с обратной связью.
17. Назначение и классификация фильтров. Полосы прозрачности и задерживания.
18. Фильтры типа «К». Фильтры типа «М».
19. Безиндуктивные и полиномиальные фильтры.
20. Пассивные и активные RC-фильтры.
21. Двухпроводная линия как пример цепи с распределенными параметрами.
22. Первичные и вторичные параметры однородной линии.
23. Падающая и отраженная волны в однородной линии.
24. Условия неискаженной передачи в однородной линии.
25. Фазовая и групповая скорости и длина волны.
26. Однородная линия как четырехполюсник.
27. Режимы в линии при различных видах нагрузки.
28. Коэффициент отражения. Коэффициент бегущей и стоячей волны.
29. S-параметры четырехполюсника, включенного между длинными линиями.
30. Переходный процесс. Условия его возникновения и длительность.
31. Законы коммутации для линейной цепи.
32. Вынужденная и свободная составляющие переходного процесса.
33. Характеристическое уравнение линейной цепи.
34. Понятие операторного входного сопротивления двухполюсника.
35. Определение переходной и импульсной характеристик, их взаимосвязь.

Пользование различными техническими устройствами, кроме ЭВМ компьютерного класса и программным обеспечением, необходимым для решения поставленных задач, не допускается. При желании студента покинуть пределы аудитории во время экзамена экзаменационный билет после его возвращения заменяется.

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов вопросы задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках задания, выданного студенту.

9.3. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме курсовой работы

1. Тема курсовой работы: «Исследование сложной линейной электрической цепи в частотной области».
2. Шкала оценивания курсовой работы (проекта) – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».
3. Критерии итоговой оценки за курсовую работу.
«отлично» – при сумме баллов за разделы работы от 22 до 24;
«хорошо» – при сумме баллов за разделы работы от 17 до 21;
«удовлетворительно» – при сумме баллов за разделы работы от 12 до 16;
«неудовлетворительно» – при сумме баллов за разделы работы менее 12, а также при любой другой сумме, если раздел «Специальная часть» оценен в 0 баллов.

Таблица 5. Система оценки разделов курсовой работы

№ раздела	Наименование раздела	Баллы по шкале уровня
	Термины и определения	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
	Введение	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
1	Общая часть (обзор литературы по выбранной теме курсовой работы)	Выше базового – 6 Базовый – 3 Ниже базового – 0
2	Специальная часть	Выше базового – 10 Базовый – 6 Ниже базового – 0
	Заключение	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
	Список использованных источников	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0

4. В процессе выполнения курсовой работы руководитель осуществляет систематическое консультирование.

5. Дополнительные процедурные сведения:

– студенты выбирают тему для курсовой работы самостоятельно из предложенного списка и согласовывают свой выбор с преподавателем в течение двух первых недель обучения;

– проверку и оценку курсовой работы осуществляет руководитель, который доводит до сведения обучающего достоинства и недостатки курсовой работы и ее оценку; оценка проставляется в зачетную книжку обучающегося и ведомость для курсовой работы;

– защита курсовой работы перед комиссией, назначенной заведующим кафедрой, проводится в форме устного доклада и презентации на 5-7 минут с

последующим ответом на поставленные вопросы (защита проводится, если обучающийся не согласен с оценкой руководителя);

- курсовые работы не подлежат обязательному внешнему рецензированию;
- курсовые работы хранятся на кафедре в течение трех лет.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Перед началом непосредственного изучения дисциплины студенты должны быть ознакомлены с системами кредитных единиц и балльно-рейтинговой оценки.

Обучаемые обеспечиваются доступом к электронным изданиям и к учебно-методическому комплексу по дисциплине (включая методические указания к выполнению практических, лабораторных, курсовых работ, а также всех видов самостоятельной работы).

Рекомендовано внедрение в учебный процесс субъект-субъектной педагогической технологии, при которой в расписании каждого преподавателя определяется время консультаций студентов по закрепленному за ним модулю дисциплины.

11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины

Протоколами заседаний кафедры ежегодно обновляется содержание рабочих программ дисциплин, по форме, утвержденной «Положением о рабочих программах дисциплин».

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы
и комплексы

Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы.

Кафедра «Радиотехнические информационные системы»

Дисциплина «Теория электрических цепей»

Семестр 3

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:
Законы Ома и Кирхгофа. Баланс мощностей
2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:
Построить частотную характеристику цепи, которая содержит несколько
однотипных реактивных элементов
3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:
Определить перечень исходных данных для проведения расчета фильтров: типа
«М»

Критерии итоговой оценки за экзамен:

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0 или 1 или 2 балла.

Составитель: проф. кафедры РИС _____ Ю.В. Ищишин

Заведующий кафедрой РИС _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы
и комплексы

Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы.

Кафедра «Радиотехнические информационные системы»

Дисциплина «Теория электрических цепей»

Семестр 4

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ИТОГОВОГО КОНТРОЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ № 1

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 балл:
Четырехполюсники с обратной связью
2. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 балл:
Условия неискаженной передачи в однородной линии
3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 1 балл:
Определить перечень исходных данных для проведения расчета фильтров:
типа «К»

Критерии итоговой оценки за зачет:

«зачтено» - при сумме баллов 2 или 3;

«не зачтено» - при сумме баллов 0 или 1.

Составитель: проф. кафедры РИС _____ Ю.В. Ищишин

Заведующий кафедрой РИС _____ С.Ф. Боев