МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор обеспечивающей Школы неразрушающего контроля и безопасности
_____ Д.А. Седнев
«30» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2017 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Электроника

Направление подготовки/ специальность	**11.03.04 Электроника и наноэлектроника**		
Образовательная программа (направленность (профиль))	**Электроника и наноэлектроника**		
Специализация	**Прикладная электронная инженерия**		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	2	семестр	**4**
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	**4**		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		**40**
	Практические занятия		**16**
	Лабораторные занятия		**24**
	ВСЕГО		**80**
Самостоятельная работа, ч			**64**
ИТОГО, ч			**144**

Вид промежуточной аттестации	**экзамен**	Обеспечивающее подразделение	**Отделение Электронной инженерии**

Зав. кафедрой-руководитель отделения на правах кафедры	П.Ф. Баранов
Руководитель ООП	В.С. Иванова
Преподаватель	Е.В. Ярославцев

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 6. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Результаты освоения ООП	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
			Код	Наименование
ОПК(У)-3	Способность решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей	Р2	ОПК(У)-3 З 4	Знает методы расчета электрических и электронных цепей
ПК(У)-1	Способность строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования		ПК(У)-1.У2	Умеет выполнять расчет и проектирование базовых узлов электронной аппаратуры
			ПК(У)-1.З1	Знает основные характеристики, параметры, модели, схемы замещения базовых компонентов электронных схем.
			ПК(У)-1.З2	Знает базовые элементы и узлы аналоговой микросхемотехники
ПК(У)-2	Способность аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения	Р5	ПК(У)-2.В2	Владеет методами определения основных характеристик и параметров пассивных электрических цепей.
			ПК(У)-2.У1	Умеет выполнять расчет и проектирование базовых пассивных электрических цепей с заданными характеристиками и параметрами.
			ПК(У)-2.У3	Умеет работать с измерительным и испытательным оборудованием
			ПК(У)-2.З3	Знает методы обработки, анализа и представления данных, полученных при теоретических и экспериментальных исследованиях электрических цепей.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине[1]		Компетенция
Код	Наименование	
РД-1	Применять знания общих законов, теорий, уравнений, методов для решения инженерных задач в области электрических и электронных цепей	ОПК(У)-3
РД-2	Выполнять расчеты и проектирование базовых пассивных электрических цепей с заданными характеристиками и параметрами.	ПК(У)-1

РД -3	Применять экспериментальные методы определения основных характеристик и параметров пассивных электрических цепей.	ПК(У)-2
РД-4	Выполнять обработку и анализ данных, полученных при теоретических и экспериментальных исследованиях электрических и электронных цепей	ОПК(У)-3 ПК(У)-2

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1. Анализ пассивных электрических цепей в частотной и временной области. Основные понятия и определения	РД-1, РД-2, РД-3, РД-4	Лекции	**8**
		Практические занятия	**4**
		Лабораторные занятия	**4**
		Самостоятельная работа	**12**
Раздел 2. Частотный анализ простейших электрических цепей с одним реактивным элементом	РД-1, РД-2, РД-3, РД-4	Лекции	**16**
		Практические занятия	**4**
		Лабораторные занятия	**6**
		Самостоятельная работа	**18**
Раздел 3. Частотный анализ разветвленных электрических цепей с несколькими реактивными элементами одного характера	РД-1, РД-2, РД-3, РД-4	Лекции	**4**
		Практические занятия	**2**
		Лабораторные занятия	**2**
		Самостоятельная работа	**10**
Раздел 4. Частотно-избирательные цепи на основе колебательных контуров	РД-1, РД-2, РД-3, РД-4	Лекции	**6**
		Практические занятия	**2**
		Лабораторные занятия	**4**
		Самостоятельная работа	**12**
Раздел 5. Электронные ключи	РД-1, РД-2, РД-3, РД-4	Лекции	**6**
		Практические занятия	**4**
		Лабораторные занятия	**8**
		Самостоятельная работа	**12**

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. ***Анализ пассивных электрических цепей в частотной и временной области. Основные понятия и определения***

Рассматриваются свойства, математические модели, схемы замещения, условные графические обозначения пассивных и активных элементов электрических цепей. Даются определения и раскрывается физический смысл основных частотных параметров и характеристик, используемых при проведении частотного анализа электрической цепи.

Темы лекций:

1. Задачи курса «Электроника», введение в дисциплину. Основные понятия и определения при проведении частотного анализа электрической цепи (ЭЦ).
2. Частотные параметры и характеристики электрической цепи: входные, выходные. Физический смысл, способы определения.
3. Передаточные частотные параметры и характеристики: коэффициент передачи, амплитудно-частотная (АЧХ) и фазо-частотная (ФЧХ) характеристики. Полоса пропускания, подавления ЭЦ.
4. Амплитудно-фазовая характеристика ЭЦ – годограф. Классификация ЭЦ по виду АЧХ, области применения цепей конкретного типа.

Темы практических занятий:

1. Математические модели и свойства пассивных элементов ЭЦ: резистивного (R), индуктивного (*L*) и емкостного (*C*). Условно-графическое обозначение (УГО) элементов на принципиальной схеме.
2. Математические модели и свойства активных элементов ЭЦ: идеальный источник напряжения; идеальный источник тока.

Названия лабораторных работ:

1. Освоение лабораторного оборудования.

Раздел 2. Частотный анализ простейших ЭЦ с одним реактивным элементом

Проводится анализ в частотной области однозвенных RC-цепей с резистором и конденсатором на входе. Определяются выражения для расчета основных частотных параметров и характеристик указанных цепей, рассматриваются вопросы проектирования и области применения.

Темы лекций:

1. Частотный анализ *RC*-цепи с резистором *R* на входе: физический и математический анализ с определением основных параметров и характеристик, годограф, векторные диаграммы. Частотные характеристики в логарифмическом масштабе (диаграммы Боде).
2. Области применения *RC*-цепи с резистором на входе: фильтр низких частот (ФНЧ); помехоподавляющая цепь; интегрирующая (квазиинтегрирующая) цепь. Интегрирование гармонического сигнала, одиночного идеального прямоугольного импульса. Погрешность интегрирования.
3. Интегрирование последовательности идеальных прямоугольных импульсов *RC*-цепью с бесконечно большой постоянной времени. Физика процессов, основные параметры электрических сигналов на элементах цепи.
4. Интегрирование последовательности идеальных прямоугольных импульсов *RC*-цепью с конечным значением постоянной времени. Расчет переходных процессов, диаграммы сигналов на элементах цепи, основные параметры.
5. Частотный анализ *RC*-цепи с конденсатором *C* на входе: физический и математический анализ с определением основных параметров и характеристик, годограф, векторные диаграммы, диаграммы Боде.
6. Области применения *RC*-цепи с конденсатором на входе: фильтр высоких частот (ФВЧ); дифференцирующая (квазидифференцирующая) цепь. Дифференцирование гармонического сигнала, одиночного идеального прямоугольного импульса. Погрешность дифференцирования.
7. Укорачивающая *RC*-цепь: назначение, условия реализации. Прохождение последовательности прямоугольных импульсов через укорачивающую *RC*-цепь: расчет переходных процессов, определение основных параметров сигналов на элементах цепи.
8. Разделительная *RC*-цепь: назначение, условия реализации, области применения. Прохождение последовательности прямоугольных импульсов через разделительную *RC*-цепь: физика работы, расчет основных параметров сигналов на элементах цепи.

Темы практических занятий:

1. Последовательность действий при построении векторных диаграмм (ВД) и проведении физического анализа (ФА) разветвленной ЭЦ.
2. Алгоритм проведения расчета переходных процессов (п/п) в ЭЦ постоянного тока первого порядка на конкретном примере.

Названия лабораторных работ:

1. Частотный анализ пассивных электрических цепей.
2. Прохождение последовательности прямоугольных импульсов через *RC*- и *RL*-цепи

различного назначения.

Раздел 3. ***Частотный анализ разветвленных ЭЦ с несколькими реактивными элементами одного характера***

Рассматриваются разветвленные электрические цепи с несколькими реактивными элементами одного характера, широко используемые в электронике для выполнения различных функций: фазирующие цепочки, полосовой и режекторный фильтры, частотно-компенсированный делитель (неискажающая цепь). Выводятся выражения для определения основных частотных параметров и характеристик указанных цепей, даются рекомендации по проектированию.

Темы лекций:

1. Неискажающие цепи (частотно-компенсированный делитель): назначение, особенности схемотехники, условие компенсации, области применения. Фазирующие *RC*-цепи – принцип действия, характеристики, параметры, области применения.
2. Частотно-избирательные цепи нерезонансного типа: полосовой фильтр, мост Вина-Робинсона, двойной Т-образный мост: принцип действия, частотные характеристики, основные параметры, области применения.

Темы практических занятий:

1. Основы проектирования реальных ЭЦ конкретного назначения. Выбор номинальных значений параметров элементов с учетом внутреннего сопротивления источника входного сигнала $R_г$, сопротивления нагрузки $R_н$, а также паразитных емкостей и индуктивностей ЭЦ. Пример проектирования.

Названия лабораторных работ:

1. Частотный анализ пассивных электрических цепей.

Раздел 4. ***Частотно-избирательные цепи на основе колебательных контуров***

Рассматриваются частотно-избирательные цепи резонансного типа на основе последовательного и параллельного колебательных контуров. Проводится частотный анализ колебательных контуров различного типа, определяются основные параметры и характеристики, даются рекомендации по практическому применению.

Темы лекций:

1. Частотно-избирательные цепи резонансного типа на основе колебательных контуров (КК): определение, виды контуров. Частотный анализ последовательного КК при снятии выходного сигнала с различных элементов цепи, резонанс напряжений, частотно-избирательные свойства. Энергетические соотношения в последовательном КК на резонансе.
2. Параллельный колебательный контур: определение, виды подсхем, физический и математический анализ цепи в частотной области, понятие о резонансе тока, входные и передаточные частотные характеристики параллельного КК.
3. Частотно-избирательные свойства параллельного КК при возбуждении его от идеального источника тока и от источника сигнала с конечным внутренним сопротивлением.

Темы практических занятий:

1. Решение задач и выполнение заданий на тему: последовательный и параллельный колебательные контура.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование последовательного и параллельного колебательных контуров.

Раздел 5. *Электронные ключи*

Дается понятие об электронном ключе и функциях, осуществляемых электронными ключами в электронных устройствах. Рассматриваются электронные ключи на биполярных транзисторах: схемотехнические решения, статические и динамические режимы устройств, условия работоспособности ключа. Приводится методика расчета временных параметров переходных процессов при переключении электронного ключа.

Темы лекций:

1. Понятие об электронном ключе (ЭК), назначение ключа, основные параметры и характеристики. Базовая схема ЭК на биполярном транзисторе (БТ) по схеме с общим эмиттером (ОЭ). Статические режимы работы БТ – глубокой отсечки, насыщения, активный. Условия обеспечения режимов и расчетные схемы замещения транзистора в соответствующем режиме.
2. Динамические режимы работы БТ. Расчет переходных процессов при переключении ЭК с определением временных параметров: стадия формирования фронта коллекторного тока $t_ф$; этап рассасывания избыточных носителей из области базы $t_р$; стадия формирования спада коллекторного тока $t_с$.
3. Быстродействующие ЭК: схема ключа с форсирующим конденсатором; ключ с нелинейной отрицательной обратной связью.

Темы практических занятий:

1. Расчет параметров статических режимов ЭК. Определение условий работоспособности схемы.
2. Расчет переходных процессов при переключении ЭК (ОЭ).

Названия лабораторных работ:

1. Исследование ключевого режима работы биполярных транзисторов.
2. Генераторы пилообразного напряжения.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины предусмотрена в следующих видах и формах:

- Подготовка к предстоящей лекции и работа с лекционным материалом.
- Подготовка к предстоящему практическому занятию, работа с материалом занятия, выполнение домашних заданий.
- Подготовка к выполнению лабораторных работ.
- Выполнения отчетов, подготовка к защите и защита лабораторных работ.
- Выполнение, подготовка к защите и защита индивидуальных домашних заданий (ИДЗ).
- Подготовка к контрольным работам, написание контрольных работ.
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку.
- Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме.
- Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Попов В.П. Основы теории цепей: учебник для бакалавров / В.П. Попов. – 7-е изд., перераб. и доп. – М: Издательство Юрайт, 2013. – 696 с. – Серия: Бакалавр. Базовый курс.

Схема доступа:

- http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/FN/fn-28.pdf – учебник;
- http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/FN/fn-29.pdf – сборник задач.

2. Забродин Ю.С. Промышленная электроника. Учебник для вузов. – 2-е изд., стер. Москва: Альянс, 2014. – 496 с.: ил.

3 Ярославцев, Евгений Витальевич. Техническое описание приборов, используемых при выполнении лабораторных работ на кафедре промышленной и медицинской электроники. Программы лабораторных работ по дисциплинам “Теория электрических цепей”, “Электроника” : учебное пособие [Электронный ресурс] / Е. В. Ярославцев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 1.6 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2010. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader.. Схема доступа: http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2015/m124.pdf (контент)

Дополнительная литература

1. Гребенников В.В., Ярославцев Е.В. Методы и средства экспериментального исследования электрических цепей и сигналов [Электронный ресурс]: учебное пособие. – 2-е изд., испр. Томск: Изд-во ТПУ, 2015. – Заглавие с титульного экрана. – Доступ из корпоративной сети ТПУ: http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2016/m058.pdf .
2. Белецкий А.Ф. Теория линейных электрических цепей: Учебник. – 3-е изд., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2017. – 544 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература). https://e.lanbook.com/reader/book/91910/#2

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

Профессиональные Базы данных:

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – https://elibrary.ru
2. https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb - информационно-справочные системы и профессиональные базы данных НТБ.

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ)**:

Zoom Zoom; 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; Document Foundation LibreOffice; Google Chrome; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Mozilla Firefox ESR; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее оборудование:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 96 посадочных мест; Телевизор - 1 шт.; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
	634028, Томская область, г. Томск, Тимакова улица, 12, 303	
2	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, аудитория 107	Комплект учебной мебели на 15 посадочных мест; Стол письменный - 6 шт.; Осциллограф GOS-620 - 10 шт.; Генератор АКИП -3408/1 - 10 шт.;
3	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Тимакова улица, 12 301	Комплект учебной мебели на 42 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.
4	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 46	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 32 посадочных мест;

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, специализации «Прикладная электронная инженерия» (приема 2017 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	ФИО
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Е.В. Ярославцев

Программа одобрена на заседании выпускающей кафедры точного приборостроения (протокол от «29» июня 2017 г. № 40).

Зав. кафедрой – руководитель отделения
на правах кафедры,
к.т.н. П.Ф. Баранов

подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОЭИ ИШНКБ (протокол)
2018/2019 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлено содержание разделов дисциплины 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС 5. Изменена система оценивания	От 29.08.2018 г. № 8