

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

Схемотехника			
Направление подготовки/ специальность	11.03.04 Электроника и нанoeлектроника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Электроника и нанoeлектроника		
Специализация	Промышленная электроника		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	3	семестр	5
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	32	
	Практические занятия	16	
	Лабораторные занятия	32	
	ВСЕГО	80	
Самостоятельная работа, ч			136
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)			курсовая работа
ИТОГО, ч			216

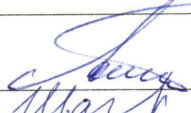
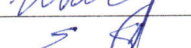
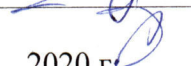
Вид промежуточной
аттестации

Экзамен
дифзачет

Обеспечивающее
подразделение

Отделение
Электронной
инженерии

Зав. кафедрой-руководитель
отделения на правах кафедры
Руководитель ООП
Преподаватель

	П.Ф. Баранов
	В.С. Иванова
	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 3 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 нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	Р2	ПК(У)-1.У2	Умеет выполнять расчет и проектирование базовых узлов электронной аппаратуры
			ПК(У)-1.31	Знает основные характеристики, параметры, модели, схемы замещения базовых компонентов электронных схем.
			ПК(У)-1.32	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 нанoeлектроники различного функционального назначения	Р5	ПК(У)-2.У3	Умеет работать с измерительным и испытательным оборудованием

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		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 узлов электронной аппаратуры.	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	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. Электронные усилители электрических сигналов	РД-1, РД-2, РД-3, РД-4	Лекции	12
		Практические занятия	10
		Лабораторные занятия	16
		Самостоятельная работа	60
Раздел 2. Обратные связи (ОС) в электронных усилителях	РД-1, РД-2, РД-3, РД-4	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	0
		Самостоятельная работа	12
Раздел 3. Специальные типы электронных усилителей	РД-1, РД-2, РД-3, РД-4	Лекции	8
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	30
Раздел 4. Генераторы гармонических сигналов	РД-1, РД-2, РД-3, РД-4	Лекции	8
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	34

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Электронные усилители электрических сигналов

Дается определение электронного усилителя (ЭУ), классификация усилительных устройств по различным признакам. Рассматриваются параметры и характеристики ЭУ, структурная схема, способы задания и стабилизации положения рабочей точки усилительного элемента, классы усиления. Поясняется принцип действия ЭУ на примере резистивно-емкостного усилительного каскада на биполярном транзисторе с общим эмиттером. Приводятся основные расчетные соотношения, области применения усилительных устройств.

Темы лекций:

1. Общие сведения об электронных усилителях (ЭУ), классификация. Параметры усилительных устройств: входные, выходные.
2. Коэффициенты усиления ЭУ, КПД. Частотная и фазовая характеристики усилителя, полоса пропускания. Линейные искажения выходного сигнала. Коэффициент частотных искажений.
3. Переходная характеристика ЭУ, переходные искажения и параметры, используемые для их количественного определения. Нелинейные искажения выходного сигнала, коэффициент нелинейных искажений.
4. Амплитудная характеристика усилителя, динамический диапазон. Шумы, помехи, фон. Борьба с шумами.
5. Резистивно-емкостной усилитель электрического сигнала (*RC*-усилитель). Назначение элементов и принцип действия базовой схемы *RC*-усилителя на примере каскада на биполярном транзисторе с общим эмиттером.
6. Динамические характеристики ЭУ, классы усиления, рекомендации по выбору положения рабочей точки усилительного элемента.

Темы практических занятий:

1. Задание рабочей точки биполярному транзистору при различных схемах включения

от отдельного источника смещения. Достоинства и недостатки. Основные расчетные соотношения.

2. Задание рабочей точки биполярному транзистору при различных схемах включения методом фиксированного тока базы. Расчет цепей смещения. Достоинства и недостатки метода.

3. Задание рабочей точки биполярному транзистору при различных схемах включения методом фиксированного потенциала базы. Методика расчета цепей смещения. Достоинства и недостатки метода.

4. Эмиттерная термостабилизация положения рабочей точки биполярного транзистора. Механизм термостабилизации. Расчет и выбор элементов термостабилизирующей цепи.

5. Коллекторная термостабилизация положения рабочей точки биполярного транзистора при разных схемах включения. Механизм термостабилизации. Методы термокомпенсации изменения положения рабочей точки.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование RC -усилителей на биполярных транзисторах.
2. Исследование RC -усилителей на полевых транзисторах.

Раздел 2. Обратные связи (ОС) в электронных усилителях

Приводятся общие сведения об обратных связях (ОС) в электронных усилителях, дается классификация ОС в зависимости от способов снятия сигнала с выхода устройства и подачи на вход. Рассматривается влияние ОС на основные параметры и характеристики усилителя: величину и стабильность коэффициента усиления, входное и выходное сопротивления, частотные и нелинейные искажения. Даются рекомендации по обеспечению устойчивости ЭУ с обратными связями.

Темы лекций:

1. Обратная связь в электронном усилителе – общие сведения о ОС, классификация в зависимости от способов снятия сигнала ОС с выхода устройства и подачи на вход.

2. Влияние ОС на основные параметры и характеристики усилителя: величину и стабильность коэффициента усиления, входное и выходное сопротивления, частотные и нелинейные искажения. Самовозбуждение и обеспечение устойчивости ЭУ с обратными связями.

Темы практических занятий:

1. Применение частотного метода для определения устойчивости многокаскадного электронного усилителя. Практические рекомендации по повышению устойчивости ЭУ с ОС.

Раздел 3. Специальные типы электронных усилителей

Рассматриваются специальные типы электронных усилителей: усилители постоянного тока с непосредственными связями, дифференциальные каскады на биполярных и полевых транзисторах, однотактный и двухтактный трансформаторные усилители мощности, двухтактные бестрансформаторные усилители мощности – схемы на одиночных и составных транзисторах одинакового и различного типа проводимости (с дополнительной симметрией). Приводятся схемы устройств, поясняется принцип действия и особенности схемотехники, даются основные расчетные соотношения. Указываются достоинства и недостатки, а также области применения.

Темы лекций:

1. Усилители постоянного тока с непосредственными связями – особенности

схемотехники, дрейф нуля, основные расчетные соотношения, достоинства и недостатки, области применения.

2. Дифференциальные каскады на биполярных и полевых транзисторах – базовая схема, принцип действия, коэффициенты усиления по основному и дифференциальному выходам.

3. Однотактный и двухтактный трансформаторные усилители мощности. Схемотехника, принцип действия, основные расчетные соотношения и параметры, области применения, достоинства и недостатки.

4. Двухтактные бестрансформаторные усилители мощности – схемы на одиночных и составных транзисторах одинакового и различного типа проводимости (с дополнительной симметрией) – особенности схемотехники, принцип работы, основные расчетные соотношения, достоинства и недостатки, области применения.

Темы практических занятий:

1. Расчет дифференциального каскада с несимметричной нагрузкой на биполярных (полевых) транзисторах.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование бестрансформаторного усилителя мощности на комплементарной паре биполярных транзисторов.

Раздел 4. Генераторы гармонических сигналов

Дается определение и классификация генераторов гармонических колебаний. Раскрываются понятия «Зависимые генераторы» и «Автогенераторы». Рассматриваются условия возникновения автоколебаний в схеме автогенератора – мягкий и жесткий режимы самовозбуждения; LC-автогенераторы с трансформаторной и автотрансформаторной положительной обратной связью – схемотехника, принцип работы, основные расчетные соотношения и параметры, области применения; RC-автогенераторы – с мостом Вина, с фазировочными цепями, с двойным Т-образным мостом. Указываются особенности схемотехники, достоинства и недостатки схемных решений, области применения.

Темы лекций:

1. Генераторы электрических колебаний: определение и классификация по основным признакам. Генераторы гармонического сигнала (ГСС) – условия самовозбуждения.

2. Режимы самовозбуждения ГСС: мягкий, жесткий. LC-автогенератор с трансформаторной положительной обратной связью: схема, принцип действия, основные расчетные соотношения и параметры, области применения.

3. LC-автогенераторы с автотрансформаторной положительной обратной связью: схемотехника, условия самовозбуждения, основные расчетные соотношения и параметры, области применения.

4. RC-автогенераторы – с мостом Вина, с фазировочными цепями, с двойным Т-образным мостом. Особенности схемотехники, достоинства и недостатки, области применения.

Темы практических занятий:

1. Расчет автогенератора с трансформаторной положительной обратной связью.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование базовых схем автогенераторов гармонических колебаний.

Тематика курсовых работ

Проектирование RC-усилителя. 25 вариантов технических заданий (ТЗ) на проектирование. Примеры технических заданий:

№ вар.	$E_{г,}$ В	$R_{г,}$ Ом	$U_{вых,}$ В	$R_{н,}$ Ом	$C_{н,}$ пФ	$F_{н,}$ Гц	$F_{в,}$ кГц	$M_{н,}$ дБ	$M_{в,}$ дБ	$T_{ос,}$ °С
1	0,1	1000	3	2000	50	30,0	40,0	3,0	3,0	50
2	0,05	250	1,5	500	40	20,0	20,0	2,0	1,2	20
3	0,1	5	5	2500	100	25,0	6,0	1,7	1,5	60

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. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника и микропроцессорная техника: Учеб. для вузов. – 6-е изд., стер. Москва, КноРус, 2013. – 798 с.: ил.
2. Забродин Ю.С. Промышленная электроника. Учебник для вузов. – 2-е изд., стер. Москва: Альянс, 2014. – 496 с.: ил.
3. Джонс М.Х. Электроника – практический курс: Пер с англ. – 2-е изд., испр. Москва: Техносфера, 2013. – 512 с.

Дополнительная литература

1. Полупроводниковая схемотехника: пер. с нем.: в 2 т. / У. Титце, К. Шенк. – М.: Додэка-XXI: ДМК, 2008. Т.1. – 2008. – 832 с.: ил.
2. Полупроводниковая схемотехника: пер. с нем.: в 2 т. / У. Титце, К. Шенк. – М.: Додэка-XXI: ДМК, 2008. Т.2. – 2008. – 942 с.: ил.
3. Электроника: полный курс лекций / В.А. Прянишников. – 7-е изд. – СПб.: Корона-Век, 2010. – 416 с.: ил. – Учебник для высших и средних учебных заведений. – 415 с.

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы:

1. <http://portal.tpu.ru/SHARED/y/YAROSLAVTSEV> – персональный сайт преподавателя.

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**):

1. Adobe Acrobat Reader DC;
2. Adobe Flash Player;
3. Cisco Webex Meetings;
4. Education;
5. Document Foundation LibreOffice;
6. Microsoft Office 2016 Standard Russian Academic;
7. Mozilla Firefox ESR;
8. Zoom Zoom;
9. Tracker Software PDF-XChange Viewer;
10. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic.

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 634028, Томская область, г. Томск, Тимакова улица, 12, аудитория 301	• Комплект учебной мебели на 42 посадочных мест; • Компьютер - 1 шт.
2	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная аудитория) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, аудитория 46	• Комплект учебной мебели на 32 посадочных мест; • Компьютер - 1 шт.; • Проектор - 1 шт.
3	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.;
4	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 210	Комплект учебной мебели на 52 посадочных мест; Проектор - 1 шт.; Компьютер - 20 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной

программы по направлению 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, специализации «Промышленная электроника» (приема 2017 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	ФИО
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Е.В. Ярославцев

Программа одобрена на заседании выпускающей кафедры промышленной и медицинской электроники (протокол от «07» июня 2017 г. № 07.17).

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
2019/2020 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	От 28.06.2019 г. № 19