

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ
Декан РТФ

УТВЕРЖДАЮ /А.Н. Дедов/
(Ф.И.О. декана (директора института))

11.03.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б.1.1.18 Аналоговая схемотехника

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки
(специальность)

11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Квалификация выпускника

Бакалавр

(бакалавр/магистр/специалист)

Направленность

Электронные приборы и устройства

Курс

2

Семестр

4

Распределение учебного времени

Трудоемкость по учебному плану	144 / 4	часов/зачетных единиц
Лекции	36	часов
Лабораторные работы	18	часов
Практические занятия	18	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	72	часов
Контактная работа по экзамену	-	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	72	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	-	часов
Экзамен	-	семестр
Зачет	-	семестр
БРК, ДЗ	4	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Программу составили:

доцент с ученой степенью кандидата наук	РТиС	СОГЛАСОВАНО	М.И. Бастркова
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина
Кафедра радиотехники и связи

		(наименование кафедры)	
31.01.2024	протокол №	1	
(дата)			
Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Н.В. Рябова	
		(И.О. Фамилия)	

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими)
кафедрой(ами).
СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Н.И. Сушенцов
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит
выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	А.Н. Дедов
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Лапин Владимир Авангардович, директор ООО "НПФ Мета-Хром"

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 12.03.2024 г.
Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ОПК-2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ОПК-2.1. Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи.	знания: Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи умения: Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи навыки: Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	ОПК-2.2. Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки.	знания: Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки. умения: Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки. навыки: Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки.
	ОПК-2.3. Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение.	знания: Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. умения: Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. навыки: Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение.
	ОПК-2.4. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач.	знания: Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач умения: Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач навыки: Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач
	ОПК-2.5. Знает основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации.	знания: Знает основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации. умения: навыки:

ОПК-2.6. Умеет выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования.	знания: умения: Умеет выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования. навыки:
ОПК-2.7. Владеет способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений.	знания: умения: навыки: Владеет способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений.

Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Теоретические основы радиотехники (ОПК-2), Материалы и компоненты электронной техники (ОПК-2); практик: Учебная практика (ознакомительная) (ОПК-2)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Метрология, стандартизация и сертификация (ОПК-2); государственной итоговой аттестации в форме: Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ОПК-2)

Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: лекционные занятия, процедуры самообучения, практические и лабораторные занятия

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: задания, классическая лекция

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Принцип электронного усиления, классификация аналоговых электронных устройств и их тактико-технические характеристики	36	ОПК-2
Лекция. Определение, классификация и области применения аналого-цифровых и цифро-аналоговых устройств	10	
Линейный и нелинейный, стационарный и переходной режимы работы усилителя. Основные показатели и характеристики, определяющие эффективность работы усилителя. Входные и		

<p>выходные параметры уси-лителя.</p> <p>Упрощенная принципиальная схема одиночного каскада усилителя. Схемы включения транзистора: ОЭ, ОБ, ОК, ОИ, ОЗ, ОС. Виды межкас-кадных связи в многокаскадных усилителях</p> <p>Цепи питания и смещения транзистора по постоянному току.</p> <p>Стабилизация режима работы транзистора с помощью отрицательной ОС</p>		
Лабораторная работа. Принцип электронного усиления аналоговых сигналов и построение усилителей .Исследование обратных связей в усилителе	4	
Практическое занятие. Входные и выходные ВАХ транзисторы,схемы включения активного элемента	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР		
Контрольная работа. Расчет линейных усилителей низкой частоты и активных RC фильтров	18	
Виды обратных связей,, основные способы обеспечения отрицательной ОС и ее влияние на показатели и характеристики усилителя	34	ОПК-2
<p>Лекция. Основные способы обеспечения отрицательной ОС и влияние ее на по-казатели и характеристики усилителей аналоговых сигналов.</p> <p>Широкополосные (импульсные) усилительные каскады.</p> <p>Применение высокочастотной и низкочастотной коррекции для получения частотных и переходных характеристик с заданными искажениями Исследование повторителей напряжения</p> <p>Цепи питания и смещения транзистора по постоянному току.</p> <p>Стабилизация режима работы транзистора с помощью</p>	8	
Лабораторная работа. Исследование резисторного усилительного каскада.Исследование обратных связей в усилителе	4	
Практическое занятие. Расчет каскадов транзистора с использование графо-аналитического метода. нагрузочная характеристика	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР		
Контрольная работа. Расчет режима усилительного каскада по постоянному току	18	
Стабилизация режима работы транзисторов с непосредственной связью. Генераторы стабильного тока и напряжения	34	ОПК-2
<p>Лекция.</p> <p>.Резисторные апериодические каскады предварительного усиления, их принципиальные и эквивалентные схемы, характеристики.</p> <p>. Резисторные апериодические каскады предварительного усиления, их принципиальные и эквивалентные схемы, характеристики.</p>	8	
Лабораторная работа. Исследование двухтактного бестрансформаторного оконечного каскада Исследование	4	

тракта промежуточной частоты Исследование амплитудного детектора Исследование аналоговых устройств, построенных на ОУ, выполняющих математические операции		ОПК-2
Практическое занятие. Усилители постоянного тока, дифференциальный усилитель	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР		
Контрольная работа. Расчет режима работы усилительного каскада по переменному току	18	
Режимы работы транзисторов в усилительных каскадах. Однотактный и двухтактные оконечные каскады	40	
Лекция. Характеристики дифференциальных усилителей. Коэффициенты усиления по синфазному и противофазному сигналам .Режимы работы транзисторов в усилительных каскадах. Однотактный и двухтактные оконечные каскады Режимы работы транзисторов в усилительных каскадах. Построение выходных нагрузочных характеристик по постоянному и переменному токам Основные энергетические соотношения Типовые структуры и каскады ОУ. Применение глубокой ООС для создания устройств аналоговой обработки сигналов. Инвертирующие и неинвертирующие усилители. Устройства на ОУ, осуществляющие линейные операции над сигналами: суммирование, дифференцирование вычитание и интегрирование, логарифмирование, антилогарифмирование, перемножение и деление Активные RC-фильтры на ОУ. Примеры построения схем активных RC-фильтров первого и второго порядка. Активные RC-фильтры на ОУ. Примеры построения схем активных RC-фильтров первого и второго порядка.	10	
Лабораторная работа. Исследование аналоговых устройств, построенных на ОУ, выполняющих математические операции . Исследование активных RC-фильтров Исследование генераторов гармонических колебаний, построенных на базе ОУ	6	
Практическое занятие. Операционные усилители, устройства на основе ОУ	6	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР		
Контрольная работа . Расчет линейных усилителей низкой частоты и активных RC-фильтров	18	
Иная контактная работа: дифференцированный зачет (БРК)	0	

Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины **Аналоговая схемотехника** рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности.

Занятия лекционного типа дают систематизированные знания по дисциплине **Аналоговая схемотехника**, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации.

Подготовка к занятиям семинарского типа включает ознакомление с планом **лабораторного и практического** занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины **Аналоговая схемотехника**.

Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины **Аналоговая схемотехника**, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины **Аналоговая схемотехника**, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам. Изучение дисциплины **Аналоговая схемотехника** включает выполнение контрольных работ, **лабораторной работы** и **практических занятий**.

Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Условия аттестации приведены в технологической карте, входящей в состав рабочей программы дисциплины **Аналоговая схемотехника**.

Формой промежуточной аттестации по дисциплине **Аналоговая схемотехника** является **балльно-рейтинговый зачет**.

Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющихся в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ		
1.	Травин, Геннадий Андреевич. Основы схемотехники устройств радиосвязи, радиовещания и телевидения [Текст] : [учеб. пособие для студентов вузов по направлению бакалавров и магистров "Телекоммуникации" и специальности "Радиосвязь, радиовещание и телевидение" направления подгот. дипломир. специалистов "Телекоммуникации"] / Г. А. Травин. 2-е изд., испр. . М.: Горячая линия - Телеком, 2009. - 592 с. ISBN 978-5-9912-0046-2. Экземпляры: всего 25.	25
2.	Травин, Г. А. Схемотехника и расчет бестрансформаторных усилителей с обратными связями [Электронный ресурс] : учебное пособие / Травин Г. А., Травин Д. С. 2-е изд., испр. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 152 с. ISBN 978-5-8114-3667-5.	https://e.lanbook.com/book/206834

3.	Травин, Г. А. Основы схемотехники телекоммуникационных устройств [Электронный ресурс] / Травин Г. А. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 216 с. ISBN 978-5-8114-2771-0.	https://e.lanbook.com/book/212582
4.	Травин, Г. А. Радиоприемные устройства систем радиосвязи и радиодоступа [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Травин Г. А., Травин Д. С.; Травин Г. А. 3-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 52 с. ISBN 978-5-507-46183-7.	https://e.lanbook.com/book/302267
ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ		
1.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru

6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	333г (III)	Лабораторный практикум "Аналоговая и цифровая электроника" (10)	Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, Mathcad University Classroom Perpetual - 40, LABVIEW, Агент Dr.Web, Microsoft Office Standard

Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий.	удовлетворительно
Продвинутый уровень	Обучающийся твердо знает программный материал, излагает его грамотно и по существу, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми	хорошо

	навыками и приемами их выполнения	
Высокий уровень	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения практических работ	отлично

7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

1 Какая из этих формул НЕ соответствует выходной мощности каскада усилителя мощности?

А)

Б)

В)

Г)

2 Чему равен теоретический КПД (теоретический максимум) усилителя мощности?

А)30%

Б)40%

В)50%

Г)60%

3.Реальное значение КПД каскада всегда меньше 50% и составляет ...

А)30 – 35%

Б)10 -15%

В)40 -45%

Г)50 – 55%

4 В каком режиме работы активного элемента, рабочая точка выбирается в области запираения транзистора?

А)А

Б)С

В)АВ

Г)D

5 Чему равен угол отсечки в режиме С?

А) 2π

Б) π

6Какой режим работы применяется в узлах радиопередающих устройств?

А)С

Б)АВ

В)D

Г)А

7 Дайте определение резонансного усилителя:

А)это усилитель, у которого в качестве нагрузки используются резисторы

Б)усилитель, в котором нагрузкой усилительного элемента являются полосовые фильтры

В)усилитель медленно меняющихся входных напряжений или токов, нижняя граничная частота которых равна нулю

Г)усилитель, предназначенный для работы в области звукового диапазона частот

8 Что является нагрузкой активного элемента резонансного усилителя:

А)колебательный контур

Б)сопротивление

В)емкость

Г)индуктивность

9 Что усиливает резонансный усилитель?

А)Полосу частот сигналов на резонансной частоте

Б)Видео сигнал

В)Постоянную составляющую сигнала

Г)Боковую полосу частот

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

1. Общие сведения об АЭУ. Классификация АЭУ. Усилитель.
2. Технические показатели и характеристики АЭУ.
3. АЧХ, ФЧХ и переходная характеристика усилителя.
4. Принцип электронного усилителя.
5. Входные и выходные характеристики транзистора. Рабочая точка. Нагрузочные характеристики.
6. Критерии выбора положения исходной рабочей точки на ВАХ транзистора.
7. Условия получения наибольшей мощности сигнала в выходной цепи усилительного прибора.
8. Режимы работы усилительного прибора.
9. Схемы питания транзистора, их характеристики и особенности.
10. Принципы схемы обеспечения заданного положения исходной рабочей точки в каскаде на биполярном транзисторе.
11. Схема с фиксированным током базы, схема с эмиттерно-базовой стабилизацией.
12. Обобщенная эквивалентная схема каскада для анализа его работы по постоянному току.
13. Обеспечения работы транзистора по постоянному току: схема с гасящим сопротивлением.
14. Схема с отрицательной обратной связью по напряжению. Схема с усилителем напряжения.
15. Схема с отрицательной обратной связью по току.
16. Анализ и характеристики схемы включения транзистора с ОЭ.
17. Анализ и характеристики схемы включения транзистора с ОК и ОБ.
18. Эквивалентные схемы транзистора, h -параметры транзистора.
19. Каскады усиления переменного сигнала.
20. Составные транзистора: двояный эмиттерный повторитель, схема ОЭ-ОЭ, каскадная схема ОЭ-ОБ.
21. Обратные связи в усилителях. Виды обратной связи и ее характеристика.
22. Влияние обратной связи на параметры и характеристики усилителя: на полосу пропускания, стабильности, коэффициента усиления, входное и выходное сопротивление.
23. Эмиттерный повторитель. Особенности схемы и характеристика.
24. Импульсные усилители. Основные схемы и параметры импульсов.
25. Частотная коррекция импульсного усилителя в области верхних частот. Параллельная коррекция: достоинства и недостатки.
26. Частотная коррекция импульсного усилителя в области верхних частот. Последовательная коррекция, достоинства и недостатки.
27. Принципы построения схемы импульсного усилителя. Примеры.
28. Эмиттерная коррекция: достоинства и недостатки.
29. Частотная коррекция импульсного усилителя в области низких частот.
30. Усилителя постоянного тока (УПТ). Разновидности, характеристики.

31. Двухкаскадные УПТ с непосредственными связями. Дрейф нуля.
32. УПТ с преобразованием сигнала. Структурная схема. Принцип действия. Достоинства и недостатки.
33. Дифференциальный усилитель. Определение. Схема. Особенности. Основные параметры.
34. Дифференциальный усилитель. Способы включения.
35. Операционный усилитель. Особенности построения функциональных устройств на ОУ.
36. Усилители мощности. Определение. Особенности анализа.
37. Однотактный трансформаторный усилитель мощности с транзистором, включенный по схеме с общим эмиттером.
38. Усилители мощности в режиме В: трансформаторные и бестрансформаторные. Достоинства и недостатки. Схемы, принцип действия.
39. Двухтактные усилители мощности. Примеры схемного решения. Особенность.
40. Усилители мощности класса Д. Назначение. Схема. Принцип действия.
41. Активные RC-фильтры. Назначение, основные характеристики.
42. Линейные резонансные усилители. Определение. Электрическая схема. Достоинства и недостатки.