

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Физико-технический факультет



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор

Т.А. Хагуров

подпись

« 31 » мая 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Б1.О.20 СХЕМОТЕХНИКА АНАЛОГОВЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ  
УСТРОЙСТВ**

*(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)*

Направление подготовки/специальность

11.03.01 Радиотехника

*(код и наименование направления подготовки/специальности)*

Направленность (профиль) / специализация

Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов

*(наименование направленности (профиля) / специализации)*

Форма обучения

очная

*(очная, очно-заочная, заочная)*

Квалификация

бакалавр

Краснодар 2024

Рабочая программа дисциплины Б1.О.20 «Схемотехника аналоговых электронных устройств» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 11.03.01 «Радиотехника»

Программу составил(и):

К.С. Коротков, доктор. физ.-тех. наук,  
профессор кафедры оптоэлектроники



подпись

Рабочая программа дисциплины «Квантовая радиофизика» утверждена на заседании кафедры радиофизики и нанотехнологий протокол № 4 «18» 04 2024 г.

И.О Заведующего кафедрой

Доктор физ.-мат. наук, доцент.

Строганова. Е.В.

фамилия, инициалы



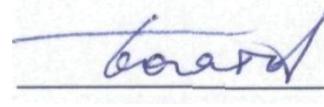
Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета протокол № 5 «18» 04.2024 г.

Председатель УМК факультета

Н.М.

Богатов

фамилия, инициалы



Рецензенты:

Исаев В.А., д-р физ.-мат. наук, профессор кафедры теоретической физики и компьютерных технологий ФГБОУ ВО «КубГУ»

Шевченко А.В., канд. физ.-мат. наук, ведущий специалист ООО «Южная аналитическая компания»

## **1. Цели и задачи освоения дисциплины.**

Целями освоения дисциплины (модуля) «Схемотехника аналоговых электронных устройств» является получение студентами базовых знаний по основам микросхемотехники и принципам работы базовых каскадов аналоговых трактов; элементной базе и схемотехнике аналоговых устройств телекоммуникационных систем; принципам построения и работы устройств усиления и преобразования аналоговых сигналов, основным аспектам, проблемами методам проектирования, разработки этих устройств и их применения в радиоэлектронной аппаратуре различного назначения.

### **Задачами изучения дисциплины являются:**

- приобретение навыков проектирования и расчета транзисторных схем, а также схем с элементами интегральной полупроводниковой электроники, включая имитационное моделирование процессов в аналоговых трактах устройств телекоммуникаций с применением ЭВМ.

- формирование умений осуществлять синтез структурных и электрических схем аналоговых электронных устройств, в том числе на этапах, предшествующих анализу свойств схем с помощью ЭВМ, а также грамотно и целенаправленно осуществлять оптимизацию параметров и структуры схем в ходе этого анализа.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина «Схемотехника аналоговых электронных устройств» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений программы бакалавриата.

Изучение дисциплины базируется на системе знаний и умений полученных обучающимися при прохождении дисциплины «Теория электрических цепей», «Автоматизированные среды проектирования электронных компонентов и систем».

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

В результате освоения дисциплины «Схемотехника аналоговых устройств» студент должен овладеть следующими компетенциями:

<b>Код компетенции</b>	<b>Наименование компетенции</b>	<b>Наименование показателя оценивания (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)</b>
ПК-1	Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ	ПК-1.1. Уметь: - строить физические и математические модели моделей, узлов, блоков радиотехнических устройств и систем.  ПК-1.2. Владеть: - навыками компьютерного моделирования.
ПК-2	Способен реализовывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов	ПК-2.1. Знать: - методики проведения исследований параметров и характеристик узлов, блоков радиотехнических устройств и систем.  ПК-2.2. Уметь: - проводить исследования характеристик радиотехнических устройств и систем.

#### 4. Объем и содержание дисциплины (модуля)

<b>Форма обучения</b>	<b>очная</b>	<b>очно-заочная</b>	<b>заочная</b>
Общая трудоемкость по дисциплине (ЗЕТ/ в часах)	2/163,4	-	-
Семестр	6	-	-
Лекции, час	42	-	-
Практические занятия, час	14	-	-
Лабораторные занятия, час	88	-	-
Самостоятельная работа, час	-	-	-
Курсовой проект (работа), РГР, семестр	+	-	-
Зачет (при заочной форме <b>8,7 часа</b> отводится на контроль)	зачет	-	-
Часы на экзамен (при очной, очно-заочной формах <b>1 ЗЕТ – 10,7 часов</b> )	-	-	-

#### 4.1.Содержание дисциплины (модуля)

№ п/п	Раздел дисциплины, тема лекции и вопросы	Очная форма				Очно-заочная форма				Заочная форма			
		ЛК	ПЗ	ЛБ	СР	ЛК	ПЗ	ЛБ	СР	ЛК	ПЗ	ЛБ	СР
1	Раздел №1: Тема: «Общие сведения об аналоговых электронных устройствах» 1. Основные определения и классификация аналоговых электронных устройств. 2. Основные технические показатели и характеристики. 3. Принцип электронного усиления. 4. Режимы работы усилительных элементов.	10	2	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Раздел №2: Тема: «Анализ работы каскада с помощью ВАХ его элементов» 1. Выходные характеристики транзистора, рабочая точка и область безопасной работы. 2. Нагрузочная характеристика и траектория движения рабочей точки. 3. Критерии выбора положения исходной рабочей точки. 4. Условия получения наибольшей мощности сигнала в выходной цепи усилительного прибора.	4	2	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-

3	<p>Раздел №3: Тема: «Работа усилительных каскадов в режиме малого сигнала»</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Критерии и особенности малосигнального режима работы транзистора.</li> <li>2. Малосигнальные параметры биполярных и полевых транзисторов.</li> <li>3. Способы включения транзистора в схему усилительного каскада.</li> <li>4. Свойства транзисторов и каскадов при незаземленности общего провода.</li> <li>5. Каскады усиления переменного сигнала.</li> <li>6. Низкочастотные и переходные искажения в усилителях переменного сигнала.</li> </ol>	4	2	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	<p>Раздел №4: Тема: «Обратная связь в усилительных трактах»</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Структурная схема усилительного тракта с однопетлевой обратной связью.</li> <li>2. Правила определения значений исходных параметров и петлевой передачи в схемах с обратной связью.</li> <li>3. Влияние ОС на параметры и характеристики усилительного тракта.</li> <li>4. Стабилизирующее влияние ООС на коэффициент усиления.</li> <li>5. Стабилизирующее влияние ООС на режимы работы на постоянном токе.</li> <li>6. Линеаризирующее воздействие ООС на передаточные свойства нелинейных трактов.</li> </ol>	4	2	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	<p>Раздел №5: Тема: «Многокаскадные усилители»</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Особенности построения многокаскадных усилительных трактов.</li> <li>2. Способы межкаскадных связей.</li> <li>3. Типовые межтранзисторные схемные конфигурации усилительных каскадов.</li> </ol>	4	2	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-

6	<p>Раздел №6: Тема: «Базовые схемные конфигурации аналоговых микросхем и усилителей постоянного тока»</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дифференциальный усилительный каскад.</li> <li>2. Генератор стабильного тока.</li> <li>3. Входное сопротивление дифференциальных каскадов.</li> <li>4. Схема сдвига уровня постоянного напряжения.</li> <li>5. Источники постоянного напряжения.</li> </ol>	4	1	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	<p>Раздел №7: Тема: «Оконечные каскады усиления»</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Особенности окончных каскадов, выбор транзисторов.</li> <li>2. Однотактные каскады усиления мощности.</li> <li>3. Вычисления коэффициента гармоник однотактного каскада.</li> <li>4. Двухтактные каскады в режиме А, В, АВ.</li> <li>5. Двухтактные бестрансформаторные каскады с непосредственной связью с предоконечными транзисторами.</li> <li>6. Мостовые и квазимостовые схемы двухтактных каскадов.</li> <li>7. Оконечные каскады мощных и широкополосных усилителей.</li> </ol>	4	1	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	<p>Раздел №8: Тема: «Широкополосные усилители»</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Особенности формирования АЧХ широкополосных трактов.</li> <li>2. Частотные свойства транзисторов.</li> <li>3. Влияние паразитных емкостей на формирование АЧХ в области высоких частот.</li> <li>4. Суммарные искажения. Частотная коррекция.</li> <li>5. Анализ свойств схем высокочастотной коррекции.</li> </ol>	4	1	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-

9	<p>Раздел №9: Тема: «Функциональные устройства на операционных усилителях»</p> <p>1. Операционные усилители и их свойства. Принципы и особенности организации обработки сигналов.</p> <p>2. Типовые способы включения ОУ в схему обработки сигналов.</p> <p>3. Дифференциальные усилители на ОУ.</p> <p>4. Сумматоры напряжений на ОУ.</p> <p>5. Нелинейные устройства на ОУ.</p> <p>6. Широкополосные усилители на ОУ.</p>	4	1	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<p>Форма текущего контроля успеваемости (по срокам текущих аттестаций в семестре)</p>		<p>Входная конт. работа 1 аттестация 1-3 тема устный опрос 2 аттестация 4-5 тема устный опрос 3 аттестация 6-7 тема устный опрос</p>											
<p>Форма промежуточной аттестации (по семестрам)</p>		<p>Зачет/экзамен</p>				<p>Зачет/ зачет с оценкой/ экзамен</p>				<p>Зачет</p>			
<p><b>Итого</b></p>		8,7	-	10,7	163,4	-	-	-	-	-	-	-	-

#### 4.2. Содержание практических занятий

№ п/п	№ лекции из рабочей программы	Наименование лабораторного (практического, семинарского) занятия	Количество часов			Рекомендуемая литература и методические разработки (№ источника из списка литературы)
			Очно	Очно-заочно	Заочно	
1	2	3	4	5	6	7
1.	1	Синтез конфигураций схем питания усилительных каскадов постоянными напряжениями и токами	2	-	-	1,2,3,4,5
2.	2	Анализ работы каскада с помощью ВАХ его элементов	2	-	-	1,2,3,4,5
3.	3	Работа усилительных каскадов в режиме малого сигнала	2	-	-	1,2,3,4,5
4.	4	Обратная связь в усилительных трактах	2	-	-	1,2,3,4,5
5.	5	Многокаскадные усилители	2	-	-	1,2,3,4,5
6.	6	Базовые схемные конфигурации аналоговых микросхем и усилителей постоянного тока	1	-	-	1,2,3,4,5
7.	7	Оконечные каскады усиления	1	-	-	1,2,3,4,5
8.	8	Широкополосные усилители	1	-	-	1,2,3,4,5
9.	9	Функциональные устройства на операционных усилителях	1	-	-	1,2,3,4,5
ИТОГО			14	-	-	

#### 4.3. Тематика для лабораторных работ студент

№ п/п	Тематика по содержанию дисциплины, выделенная для лабораторных работ	Количество часов из содержания дисциплины			Рекомендуемая литература и источники информации	Формы контроля СРС
		Очно	Очно-заочно	Заочно		
1	2	3	4	-	6	7
1.	Характеристики аналоговых электронных устройств	5	-	-	1,2,3,4,5	Устный опрос
2.	Принципы и схемы обеспечения заданного положения исходной рабочей точки	6	-	-	1,2,3,4,5	Устный опрос
3.	Влияние обратной связи на ход АЧХ.	11	-	-	1,2,3,4,5	Устный опрос
4.	Проходная проводимость. Активные преобразователи сопротивлений.	11	-	-	1,2,3,4,5	Устный опрос
5.	Законы суммирования искажений в многозвенной линейной цепи	11	-	-	1,2,3,4,5	Устный опрос
6.	Базовые схемные конфигурации аналоговых микросхем и усилителей постоянного тока	11	-	-	1,2,3,4,5	Устный опрос
7.	Оконечные каскады усиления мощности с повышенным КПД	11	-	-	1,2,3,4,5	Устный опрос
8.	Особенности построения оконечных каскадов. Динамические искажения в система с ОС.	11	-	-	1,2,3,4,5	Устный опрос
9.	Схемы обработки с трехполюсником в цепи ОС.	11	-	-	1,2,3,4,5	Устный опрос
ИТОГО		88	-	-		

## **5. Образовательные технологии**

5.1. При чтении лекционного материала используются современные технологии проведения занятий, основанные на использовании проектора, обеспечивающего наглядное представление методического и лекционного материала. При составлении лекционного материала используется пакет прикладных программ презентаций MS PowerPoint. Использование данной технологии обеспечивает наглядность излагаемого материала, экономит время, затрачиваемое преподавателем на построение графиков, рисунков.

5.2. В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки при реализации компетентного подхода предусматривается широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбор конкретных ситуаций, психологические и иные тренинги) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

### **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

Оценочные средства для контроля входных знаний, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины «Схемотехника аналоговых устройств» приведены в приложении А (Фонде оценочных средств) к данной рабочей программе.

*Фонд оценочных средств является обязательным разделом РПД (разрабатывается как приложение к рабочей программе дисциплины).*

**7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)  
Рекомендуемая литература и источники информации (основная и  
дополнительная)**

№ п/п	Виды занятий	Необходимая учебная, учебно-методическая (основная и дополнительная) литература, программное обеспечение, электронно-библиотечные и Интернет ресурсы	Автор(ы)	Издательство и год издания	Количество изданий	
					В библиотеке	
1	2	3	4	5	6	7
<b>Основная</b>						
1	лк, пз	Схемотехника измерительных устройств : учебное пособие — 4-е изд., стер. — ISBN 978-5-8114-0843-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/111201">https://e.lanbook.com/book/111201</a>	Л. Г. Муханин	Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 284 с.	-	-
2	лк, пз	Схемотехника телекоммуникационных устройств. Сборник задач и упражнений (практикум) : учебное пособие — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/182197">https://e.lanbook.com/book/182197</a>	В. А. Галочкин	Самара : ПГУТИ, 2018. — 180 с.	-	-
<b>Дополнительная</b>						
3	лк, пз	Схемотехника аналоговых электронных устройств : учебно-методическое пособие — ISBN 978-5-7782-3937-1. — Текст :	В. В. Дуркин, С. В. Тырыкин, Р. Ю. Белоруцкий	Новосибирск : НГТУ, 2019. — 88 с.	-	-

		<p>электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/152143">https://e.lanbook.com/book/152143</a></p>				
4		<p>Схемотехника аналоговых электронных устройств. Основные понятия, обратные связи, работа усилительного элемента в схеме : учебное пособие — ISBN 978-5-7782-3206-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/118160">https://e.lanbook.com/book/118160</a></p>	<p>В. В. Дуркин, С. В. Тырыкин</p>	<p>Новосибирск : НГТУ, 2017. — 100 с.</p>		

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины «Схемотехника аналоговых устройств» включает:

- библиотечный фонд (учебная, учебно-методическая, справочная литература, научная и деловая периодика);
- компьютеризированные рабочие места для обучаемых с доступом в сеть Интернет;
- аудитории, оборудованные проекционной техникой.
- генератор сигналов низкочастотный ГЗ-109 – 2 шт.;
- анализатор спектра П.Ч. С4-27 – 1 шт.;
- генератор УТЦ-100 – 1 шт.;
- формирователь радиосигнала ФР1-3 – 1 шт.;
- осциллограф С1-117 – 1 шт.;
- мультивольтметр ВЗ-42 – 1 шт.;
- измеритель коэффициента АМ вычислительный СК2-24;
- измеритель модуляции вычислительный СК3-45 – 2 шт.;
- анализатор логический тридцатидвухканальный 831 – 2 шт.;
- измеритель частоты и времени – 2 шт.;
- анализатор сигнатурный 817 - 1 шт.;
- генератор сигналов низкочастотный ГЗ-118 – 2 шт.;
- генератор импульсов Г5-89 – 1 шт.;
- источник питания постоянного тока 65-47 – 4 шт.;
- осциллограф С1-117 – 4 шт.
- вольтметр ВКЗ-61 А – 1 шт.;
- генератор испытательных импульсов И1-17 – 1 шт.;
- усилитель высокочастотный широко-полосный УЗ-29 – 1 шт.;
- частотомер электронно – счётный ЧЗ -54 – 1 шт.;
- генератор сигналов низкочастотный ГЗ-123 – 1.

