

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



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**Б1.О.19 СХЕМОТЕХНИКА АНАЛОГОВЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ
УСТРОЙСТВ**

(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

Направление подготовки/специальность

11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль) / специализация

Интегральная электроника, фотоника и нанoeлектроника

(наименование направленности (профиля) / специализации)

Форма обучения

очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация

бакалавр

Краснодар 2025

Рабочая программа дисциплины Б1.О.19 «Схемотехника аналоговых электронных устройств» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»

Программу составил(и):

К.С. Коротков, доктор. физ.-тех. наук,
Профессор.

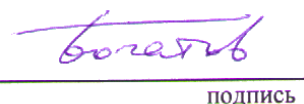

подпись

Рабочая программа дисциплины Б1.О.19 «Схемотехника аналоговых и электронных устройств» утверждена на заседании кафедры теоретической физики и компьютерных технологий
протокол № 7 «16» апреля 2025 г.
и.о. заведующего кафедрой, д.ф.-м.н.,
профессор



Е.В. Строганова

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета
протокол № 11 «21» апреля 2025 г.
Председатель УМК факультета.ф.-м.н.,
профессор


подпись

Богатов Н.М.

Рецензенты:

Ялуплин М.Д., канд. физ.-мат. наук, зам. начальника по проектной деятельности, ГБУЗ «Медицинский информационно-аналитический центр» министерства здравоохранения Краснодарского края.

Скачедуб А.В., канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры физики и информационных систем

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является схемотехника аналоговых электронных устройств, а именно изучение студентами физических принципов и методов построения схем электронных усилителей, свойств и особенностей применения аналоговых интегральных схем различного назначения при реализации устройств обработки аналогового сигнала.

1.2 Задачи дисциплины

Обучение студентов по курсу направлено на углубленное получение знаний по разделам курса, теоретическое и практическое освоение методик анализа и расчета схем радиоэлектронных устройств, в том числе с использованием пакетов прикладных программ анализа.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

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».

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора*	Результаты обучения по дисциплине (<i>знает, умеет, владеет (навыки и/или опыт деятельности)</i>)
ОПК-2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных.	
ИОПК-2.1. Применяет основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации;	Знает принципы обработки аналоговых сигналов и основные схемотехнические решения их реализации;
	Умеет определить необходимые физико-математические методики и выбрать требуемое исследовательское оборудование, составить программу исследования, адекватную модель объекта и его выходных сигналов;
	Владеет навыками определения требуемых методик расчета электрических схем с заданными параметрами;
ИОПК-2.2. Использует способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования	Знает принципы обработки аналоговых сигналов и основные схемотехнические решения их реализации;
	Умеет определить необходимые физико-математические методики и выбрать требуемое исследовательское оборудование, составить программу исследования, адекватную модель объекта и его выходных сигналов;
	Владеет навыками работы с исследовательским и измерительным оборудованием с учетом требований безопасности
ИОПК-2.3. Применяет способы обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений	Знает особенности пакетов прикладных программ схемотехнического анализа; методы и средства аналитического описания решаемой проблемы, способы разработки математических моделей и проведения экспериментальных исследований;
	Умеет использовать программы схемотехнического анализа для решения конкретных задач проектирования устройств обработки аналогового сигнала;
	Владеет способами обработки и представления полученных данных, оценки погрешности результатов измерений с учетом выборки данных.

Код и наименование индикатора*	Результаты обучения по дисциплине (<i>знает, умеет, владеет (навыки и/или опыт деятельности)</i>)	
ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности		
ИОПК-4.1. Использует современные интерактивные программные комплексы и основные приемы обработки экспериментальных данных, в том числе с использованием стандартного программного обеспечения, пакетов программ общего и специального назначения;	Знает все необходимые требования для оформления научно-исследовательских результатов.	
	Умеет правильно выстроить концепцию и логику представления результатов исследований	
	Владеет необходимыми навыками представления и публичной защиты результатов научных исследований	
ИОПК-4.2. Использует возможности вычислительной техники и программного обеспечения для решения задач управления и алгоритмизации процессов обработки информации;	Знает требования по оформлению документации по представлению проектов планов, программ отдельных этапов работ	
	Умеет составлять документы по необходимым требованиям	
	Владеет навыками публичного представления проработанных документов и их защиты.	
ИОПК-4.3. Применяет методы компьютерного моделирования физических процессов при передаче информации, техникой инженерной и компьютерной графики.	Знает основные принципы работы отдельных элементов и узлов сложных программных библиотек систем и параметры их стандартных режимов работы.	
	Умеет определять работоспособность отдельных блоков и устройств сложных инженерных приборов.	
	Способен на практике использовать свои навыки в запуске и тестировании работы компьютерной графики	

**Вид индекса индикатора соответствует учебному плану.*

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Виды работ	Всего часов	Форма обучения			
		очная		очно-заочная	заочная
		5 семестр (часы)	X семестр (часы)	X семестр (часы)	X курс (часы)
Контактная работа, в том числе:	54,7	54,7			
Аудиторные занятия (всего):	46	46			
занятия лекционного типа	14	14			
лабораторные занятия	30	30			
практические занятия					
семинарские занятия					
Иная контактная работа:					
Контроль самостоятельной работы (КСР)					
Промежуточная аттестация (ИКР)	0	0			
Самостоятельная работа, в том числе:	50	50			
Курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)					
Контрольная работа					
Расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)					
Реферат/эссе (подготовка)					

Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)		53,3	53,3			
Подготовка к текущему контролю						
Контроль:		8,7	8,7			
Подготовка к экзамену		2	2			
Общая трудоемкость	час.	108	108			
	в том числе контактная работа	54,7	54,7			
	зач. ед	3	3			

2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 3 семестре

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СРС
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Общие сведения об аналоговых электронных устройствах		1		6	5,3
2.	Анализ работы каскада с помощью ВАХ его элементов		1		3	6
3.	Работа усилительных каскадов в режиме малого сигнала		1		3	6
4.	Обратная связь в усилительных трактах		1		3	6
5.	Многокаскадные усилители		2		3	6
6.	Базовые схемные конфигурации аналоговых микросхем и усилителей постоянного тока		2		3	6
7.	Оконечные каскады усиления		2		3	6
8.	Широкополосные усилители		2		3	6
9.	Функциональные устройства на операционных усилителях		2		3	6
ИТОГО по разделам дисциплины		44	14		30	53,3
Контроль самостоятельной работы (КСР)						
Промежуточная аттестация (ИКР)						
Подготовка к текущему контролю						
Общая трудоемкость по дисциплине		108				

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

Курсовой проект: не предусмотрен

Форма проведения аттестации по дисциплине: экзамен

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1.	Общие сведения об аналоговых	1.Основные определения и классификация аналоговых электронных устройств. 2.Основные технические показатели и	РГЗ

	электронных устройствах	характеристики. 3.Принцип электронного усиления. 4.Режимы работы усилительных элементов	
2.	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.	ЛР
3.	Работа усилительных каскадов в режиме малого сигнала	1.Критерии и особенности малосигнального режима работы транзистора. 2.Малосигнальные параметры биполярных и полевых транзисторов. 3.Способы включения транзистора в схему усилительного каскада. 4.Свойства транзисторов и каскадов при незаземленности общего провода. 5.Каскады усиления переменного сигнала. 6.Низкочастотные и переходные искажения в усилителях переменного сигнала.	ЛР
4.	Обратная связь в усилительных трактах	1.Структурная схема усилительного тракта с однопетлевой обратной связью. 2.Правила определения значений исходных параметров и петлевой передачи в схемах с обратной связью. 3.Влияние ОС на параметры и характеристики усилительного тракта. 4.Стабилизирующее влияние ООС на коэффициент усиления. 5.Стабилизирующее влияние ООС на режимы работы на постоянном токе. 6.Линеаризирующее воздействие ООС на передаточные свойства нелинейных трактов.	РГЗ
5.	Многокаскадные усилители	1.Особенности построения многокаскадных усилительных трактов. 2.Способы межкаскадных связей. 3.Типовые межтранзисторные схемные конфигурации усилительных каскадов.	ЛР
6.	Базовые схемные конфигурации аналоговых микросхем и усилителей постоянного тока	1.Дифференциальный усилительный каскад. 2.Генератор стабильного тока. 3.Входное сопротивление дифференциальных каскадов. 4.Схема сдвига уровня постоянного напряжения. 5.Источники постоянного напряжения.	РГЗ
7.	Оконечные каскады усиления	1.Особенности оконечных каскадов, выбор транзисторов. 2.Однотактные каскады усиления мощности. 3.Вычисления коэффициента гармоник однотактного каскада. 4.Двухтактные каскады в режиме А, В, АВ. 5.Двухтактные бестрансформаторные каскады с	ЛР

		непосредственной связью с предоконечными транзисторами. 6. Мостовые и квазимостовые схемы двухтактных каскадов. 7. Оконечные каскады мощных и широкополосных усилителей.	
8.	Широкополосные усилители	1. Особенности формирования АЧХ широкополосных трактов. 2. Частотные свойства транзисторов. 3. Влияние паразитных емкостей на формирование АЧХ в области высоких частот. 4. Суммарные искажения. Частотная коррекция. 5. Анализ свойств схем высокочастотной коррекции.	Р
9.	Функциональные устройства на операционных усилителях	1. Операционные усилители и их свойства. Принципы и организации обработки сигналов. 2. Типовые способы включения ОУ в схему обработки сигналов. 3. Дифференциальные усилители на ОУ. 4. Сумматоры напряжений на ОУ. 5. Нелинейные устройства на ОУ. 6. Широкополосные усилители на ОУ.	ЛР

Защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т) и т.д.

При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение, дистанционные образовательные технологии в соответствии с ФГОС ВО.

2.3.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Согласно учебному плану, курсовые работы (проекты) по данной дисциплине не предусмотрены

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Проработка учебного (теоретического) материала	1. Борисенко А.Л. Схемотехника аналоговых электронных устройств. Функциональные узлы [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / А.Л. Борисенко. – М.: Юрайт, 2017. – 126 с. – (Серия: Университеты России). – Режим доступа: www.biblio-online.ru/book/92773C04-2E40-4240-A578-54C7228E6BF3 . 2. Новожилов, О. П. Электроника и схемотехника [Электронный ресурс]: учебник для академического бакалавриата: в 2 ч. Ч. 1 / О. П. Новожилов. - М. : Юрайт, 2017. - 382 с. - https://biblioonline.ru/book/9C9A15AD-47A5-4719-B5A2-E1C27357A56C . 3. Новожилов, О. П. Электроника и схемотехника [Электронный ресурс]: учебник для академического бакалавриата: в 2 ч. Ч. 2 / О. П. Новожилов. - М. : Юрайт, 2017. - 421 с. - https://biblioonline.ru/book/A249DF90-9B06-4320-87A4-58BCF3A99C6D .
2	Подготовка к выполнению лабораторных работ	1. Мамаев Ю.Н. Схемотехника аналоговых электронных устройств: учеб. пособие Москва: КУРС, 2020, 176с. 978-5-9072 2. Павлов В.Н., Ногин В.Н. Схемотехника аналоговых электронных устройств : Учеб. М.: Горячая линия-Телеком, 2003, 320с.

		3.Методические указания по изучению теоретического материала, утвержденные кафедрой радиофизики и нанотехнологий, протокол № 7 от 20.03.2017
--	--	--

**Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по темам
программы для проработки теоретического материала**

№	Наименование раздела	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1.	Общие сведения об аналоговых электронных устройствах	1. Волович Г. Аналоговые коммутаторы // Схемотехника.– 2001.–№3–4. 2.Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники.– М.: Мир, 1993. –Т.1. 3.Богданович М.И., Грель И.Н., Прохоренко В.А., Шалимо В.В. Цифровые интегральные микросхемы. Справочник.– Минск: Беларусь, 1991
2.	Анализ работы каскада с помощью ВАХ его элементов	1.Пухальский Г.И., Новосельцева Т.Я. Проектирование дискретных устройств на интегральных микросхемах. – М.: Радио и связь, 1990. 2.В помощь радиолюбителю. Сборник. Вып. 109 / Сост. Алексеева И.Н. –М.: Патриот, 1991. 3.Булычев А.А., Галкин В.И., Прохоренко В.А. Аналоговые интегральные схемы. Справочник.– Минск: Беларусь, 1993.
3.	Работа усилительных каскадов в режиме малого сигнала	1.Ромаш Э.М. Источники вторичного питания радиоэлектронной аппаратуры.-М.: Радио и связь, 1981. 224 с. 2.Справочник по расчету электронных схем. Б.С. Гершунский. – Киев: Вища школа, 1983. – 240 с. 3.Аналоговые и цифровые интегральные микросхемы /С.В. Якубовский, Н.А. Барканов, Л.Н. Нисельсон и др.: Под ред. С.В. Якубовского.- Г.: Радио и связь, 1985.- 432с. 4.Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника. -М.: Высш.шк.1991.-622с. 5.Алексенко А.Г. и др. Применение прецизионных аналоговых микросхем. – М.: Радио и связь, 1985. – 304 с. 6.Фолкенберри Л. Применение операционных усилителей и линейных ИС: Пер. с англ. – М.: Мир, 1985. – 572 с.
4.	Обратная связь в усилительных трактах	1.Пухальский Г.И., Новосельцева Т.Я. Проектирование дискретных устройств на интегральных микросхемах. – М.: Радио и связь, 1990. 2.В помощь радиолюбителю. Сборник. Вып. 109 / Сост. Алексеева И.Н. –М.: Патриот, 1991. 3.Булычев А.А., Галкин В.И., Прохоренко В.А. Аналоговые интегральные схемы. Справочник.– Минск: Беларусь, 1993.
5.	Многокаскадные усилители	1.Пухальский Г.И., Новосельцева Т.Я. Проектирование дискретных устройств на интегральных микросхемах. – М.: Радио и связь, 1990. 2.В помощь радиолюбителю. Сборник. Вып. 109 / Сост. Алексеева И.Н. –М.: Патриот, 1991. 3.Булычев А.А., Галкин В.И., Прохоренко В.А. Аналоговые интегральные схемы. Справочник.– Минск: Беларусь, 1993.
6.	Базовые схемные конфигурации аналоговых микросхем и усилителей постоянного тока	1.Щербина А., Благий С. Микросхемные стабилизаторы серий 142, К142, КР142. – Радио, 1990, №8, с 89,90; №9, с. 73,74. 2.Янсен Й. Курс цифровой электроники: в 4-х томах. Т3. Сложные ИС для устройств передачи данных. Пер. с голл. – М.: Мир, 1987. – 412 с. 3.Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника: Справочное руководство. Пер. с нем.- М.: Мир, 1983. 512 с. 4.Розанов Ю., Рябчицкий М., Кваснюк А. Вторичные источники питания: от сетевого трансформатора до корректора коэффициента мощности. – Chip News, 2004, №2, с4-8

7.	Оконечные каскады усиления	1. Волович Г. Аналоговые коммутаторы // Схемотехника.– 2001.–№3–4. 2.Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники.– М.: Мир, 1993. –Т.1. 3.Богданович М.И., Грель И.Н., Прохоренко В.А., Шалимо В.В. Цифровые интегральные микросхемы. Справочник.– Минск: Беларусь, 1991
----	----------------------------	---

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

При изучении дисциплины проводятся следующие виды учебных занятий и работ: лекции, практические занятия, домашние задания, тестирование, защита лабораторных работ, консультации с преподавателем, самостоятельная работа студентов (изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение домашних заданий, подготовка к тестированию и зачету).

Для проведения части лекционных занятий используются мультимедийные средства воспроизведения активного содержимого (занятия в интерактивной форме), позволяющего студенту воспринимать особенности изучаемой дисциплины, играющие решающую роль в понимании и восприятии, а также в формировании профессиональных компетенций. По ряду тем дисциплины лекций проходит в классическом стиле. Студенту в режиме самостоятельной работы рекомендуется использовать литературу и просмотр видео по темам в сети Интернет.

При проведении практических занятий может использоваться доска, для расчетов и анализа данных могут применяться дополнительные справочные материалы. Предварительно изучая рекомендованную литературу, студенты готовятся к практическому занятию - анализируют предложенные в учебнике примеры решения задач. На практических занятиях учебная группа делится на подгруппы по 5-7 человека. Каждой подгруппе выдаются свои исходных данные к рассматриваемым на занятии задачам. Решение задачи группа оформляет на доске и публично защищает. При возникновении трудностей преподаватель помогает группам в достижении положительного результата. В ходе проверки промежуточных результатов, поиска и исправления ошибок, осуществляется интерактивное взаимодействие всех участников занятия.

При проведении лабораторных работ подгруппа разбивается на команды по 2- 3 человека. Каждой команде выдаётся задание на выполнение лабораторной работы. Студенты самостоятельно распределяют обязанности и приступают к выполнению задания, взаимодействуя между собой. Преподаватель контролирует ход выполнения работы каждой группой. Уточняя ход работы, если студенты что-то выполняют неправильно,

преподаватель помогает им преодолеть сложные моменты и проверяет достоверность полученных экспериментальных результатов. После оформления технического отчета команды отвечают на теоретические контрольные и дополнительные вопросы и защищают лабораторную работу.

Консультации проводятся раз в две недели для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении вопросов изучаемой дисциплины.

Таким образом, **основными образовательными технологиями, используемыми в учебном процессе, являются:** интерактивная лекция с мультимедийной системой и активным вовлечением студентов в учебный процесс; обсуждение сложных и дискуссионных вопросов и проблем и с последующим разбором этих вопросов на практических занятиях; лабораторные занятия – работа студентов в малых группах в режимах взаимодействия «преподаватель – студент»,

«студент – преподаватель», «студент – студент». При проведении практических и лабораторных учебных занятий предусмотрено развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений и лидерских качеств.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Б1.0.19. «Схемотехника аналоговых электронных устройств».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме отчетов по лабораторным работам и **промежуточной аттестации** в форме вопросов к зачету.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)	Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ИОПК-2.1. Применяет основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации;	Знает принципы обработки аналоговых сигналов и основные схемотехнические решения их реализации;	Отчет по лабораторным работам №1-5 по разделам 2-3, 5-7	Вопрос на экзамене 1-4
2		Умеет определить необходимые физико-математические методики и выбрать требуемое исследовательское оборудование, составить программу исследования, адекватную модель объекта и его выходных сигналов;	Отчет по лабораторным работам №1-6 по разделам 2-3, 5-9	Вопрос на экзамене 4-7
3		Владеет навыками определения требуемых методик расчета электрических схем с заданными параметрами;	Отчет по лабораторным работам №1-6 по разделам 2-3, 5-9	Вопрос на экзамене 5-8

4	ИОПК-2.2. Использует способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования	Знает принципы обработки аналоговых сигналов и основные схемотехнические решения их реализации;	Отчет по лабораторным работам №1-8 по разделам 2-5, 4-10	Вопрос на экзамене 8-11
5		Умеет определить необходимые физико-математические методики и выбрать требуемое исследовательское оборудование, составить программу исследования, адекватную модель объекта и его выходных сигналов;	Отчет по лабораторным работам №1-6 по разделам 2-3, 5-9	Вопрос на экзамене 9-14
6		Владеет навыками работы с исследовательским и измерительным оборудованием с учетом требований безопасности	Отчет по лабораторным работам №1-7 по разделам 2-3, 5-9	Вопрос на экзамене 14-17
7	ИОПК-2.3. Применяет способы обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений	Знает особенности пакетов прикладных программ схемотехнического анализа; методы и средства аналитического описания решаемой проблемы, способы разработки математических моделей и проведения экспериментальных исследований;	Отчет по лабораторным работам №1-9 по разделам 2-3, 3-9	Вопрос на экзамене 14-18
8		Умеет использовать программы схемотехнического анализа для решения конкретных задач проектирования устройств обработки аналогового сигнала;	Отчет по лабораторным работам №1-6 по разделам 2-3, 5-10	Вопрос на экзамене 13-15
9		Владеет способами обработки и представления полученных данных, оценки погрешности результатов измерений с учетом выборки данных.	Отчет по лабораторным работам №1-7 по разделам 2-3, 5-10	Вопрос на экзамене 15-19
10	ИОПК-4.1. Использует современные интерактивные программные комплексы и основные приемы обработки экспериментальных	Знает все необходимые требования для оформления научно-исследовательских результатов.	РГЗ, Р, Отчеты по выполнению лабораторных работ	Вопрос на экзамене 19-22
11		Умеет правильно выстроить концепцию и логику представления результатов исследований	РГЗ, Р, Отчеты по выполнению лабораторных работ	Вопрос на экзамене 23-32

12	данных, в том числе с использованием стандартного программного обеспечения, пакетов программ общего и специального назначения;	Владеет необходимыми навыками представления и публичной защиты результатов научных исследований	РГЗ, Р, Отчеты по выполнению лабораторных работ	Вопрос на экзамене 5-19
13	ИОПК-4.2. Использует возможности вычислительной техники и программного обеспечения для решения задач управления и алгоритмизации процессов обработки информации;	Знает требования по оформлению документации по представлению проектов планов, программ отдельных этапов работ	Отчет по лабораторным работам №1-6 по разделам 2-3, 5-9	Вопрос на экзамене 15-19
14		Умеет составлять документы по необходимым требованиям	РГЗ, Р, Отчеты по выполнению лабораторных работ	Вопрос на экзамене 19-22
15		Владеет навыками публичного представления проработанных документов и их защиты.	РГЗ, Р, Отчеты по выполнению лабораторных работ	Вопрос на экзамене 23-24
16	ИОПК-4.3. Применяет методы компьютерного моделирования физических процессов при передаче информации, техникой инженерной и компьютерной графики.	Знает основные принципы работы отдельных элементов и узлов сложных программных библиотек систем и параметры их стандартных режимов работы.	РГЗ, Р, Отчеты по выполнению лабораторных работ	Вопрос на экзамене 5-19
17		Умеет определять работоспособность отдельных блоков и устройств сложных инженерных приборов.	Отчет по лабораторным работам №1-9 по разделам 2-3, 5-9	Вопрос на экзамене 15-
18		Способен на практике использовать свои навыки в запуске и тестировании работы компьютерной графики	РГЗ, Р, Отчеты по выполнению лабораторных работ	Вопрос на экзамене 19-23

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Примеры вариантов контрольных работ

Система оценок выполнения контрольного тестирования:

- «отлично» – количество правильно решенных задач - 3;
 - «хорошо» – количество правильно решенных задач - 2;
 - «удовлетворительно» – количество правильно решенных задач - 1
- Ниже приводится пример некоторых заданий контрольного тестирования.

Вариант № 1

№ 1.

Рассчитать стабилизатор постоянного напряжения на выходное напряжение $30\text{ В} \pm 1\%$. Ток нагрузки меняется в диапазоне $(0-1)\text{ А}$. Нестабильность входного напряжения $\pm 15\%$. Диапазон температур $(30-50)^\circ\text{С}$.

№ 2.

Спроектировать стабилизатор тока. Нестабильность входного напряжения $\pm 10\%$. Стабилизируемый ток – 0.1 А . Точность – не хуже 1% в диапазоне температур $(0-40)^\circ\text{С}$. Нагрузка – аккумулятор напряжением 1.5 В .

№ 3.

Спроектировать двуполярный стабилизатор напряжения ($\pm 15\text{ В} \pm 1\%$). Питание от сети переменного тока $220\text{ В} \pm 15\%$. Ток нагрузки – до 200 мА . Диапазон температур $(20 \pm 10)^\circ\text{С}$

Вариант № 2

№ 1.

Рассчитать стабилизатор постоянного напряжения на выходное напряжение $20\text{ В} \pm 1\%$. Ток нагрузки меняется в диапазоне $(0-0.5)\text{ А}$. Нестабильность входного напряжения $\pm 15\%$. Диапазон температур $(30-50)^\circ\text{С}$.

№ 2.

Спроектировать стабилизатор тока. Нестабильность входного напряжения $\pm 10\%$. Стабилизируемый ток – 0.2 А . Точность – не хуже 1% в диапазоне температур $(0-40)^\circ\text{С}$. Диапазон изменения сопротивления нагрузки $(5-20)\text{ Ом}$.

№3.

ассчитать стабилизатор постоянного напряжения на выходное напряжение $30\text{ В} \pm 1\%$. Ток нагрузки меняется в диапазоне $(0-0.3)\text{ А}$. Нестабильность входного напряжения $\pm 15\%$. Диапазон температур $(30-50)^\circ\text{С}$

Контрольная работа № 2

Вариант № 1

№ 1.

Рассчитать генератор гармонических колебаний для снятия АЧХ. Диапазон перестройки частоты – от 10 Гц до 100 кГц . Амплитуда выходного напряжения – 10 В . Коэффициент гармоник – не хуже 1% .

№ 2.

ассчитать полосовой фильтр ($f_n = 20\text{ кГц}$, $f_v = 100\text{ кГц}$). Крутизна характеристики на границах полосы пропускания – не ниже 60 дБ/дек . Коэффициент передачи – 1 . Сопротивление нагрузки – 5 кОм .

Вариант № 2

№ 1.

Рассчитать избирательный усилитель. Резонансная частота – 3 кГц . Полоса пропускания на уровне 3 дБ – 100 Гц . Коэффициент усиления – 100 . Сопротивление нагрузки – 1 кОм .

№ 2.

Спроектировать двухполярный стабилизатор напряжения ($\pm 5\text{ В} \pm 1\%$). Питание от сети переменного тока $220\text{ В} \pm 15\%$. Ток нагрузки – до 1 А . Диапазон температур $(20 \pm 30)^\circ\text{С}$.

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (зачет)

Назовите известные вам области применения избирательных усилителей.

Поясните различие между фильтрами верхних и нижних частот.

Нарисуйте зависимость от частоты модуля комплексного сопротивления последовательного и параллельного колебательных контуров.

Сформулируйте условия баланса фаз и амплитуд, необходимые для возникновения колебаний в автогенераторах.

Какие средства используются для получения хорошей формы синусоидальных колебаний в генераторах с мостом Вина?

Дайте классификацию стабилизаторов постоянного напряжения.

Каким путем организуется защита компенсационного стабилизатора последовательного типа от коротких замыканий в нагрузке?

Приведите пример построения схемы прецизионного источника опорного напряжения величиной 10,24 В.

Какие параметры схем определяют температурную нестабильность выходного напряжения стабилизаторов?

Каким путем можно уменьшить ошибку сдвига и дрейфа нулевого уровня УПТ за счет влияния входных токов реального ОУ?

Как оценить верхнюю рабочую частоту на уровне $M_v=3$ дБ усилителя постоянного тока, собранного по схеме рис. 1 на реальном ОУ?

Назовите достоинства и недостатки неинвертирующего УПТ по сравнению с инвертирующим.

Какие требования предъявляются к резисторам измерительных усилителей, выполненных на ОУ?

Каким путем устраняется ошибка сдвига напряжения на выходе ОУ?

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации содержит контрольные вопросы и практические задания, выносимые для оценивания окончательных результатов обучения по дисциплине.

Результаты промежуточной аттестации (зачет и экзамен) выставляются исходя из результатов сдачи лабораторных работ, выполнения контрольных работ студентов, посещения и результатов участия в дискуссиях на занятиях, проводящихся в интерактивной форме.

2.1.1. Вопросы и примеры типовых практических заданий, выносимые на зачет в 5-м семестре по дисциплине «Схемотехника аналоговых устройств» для направления подготовки: 11.03.04, Электроника и наноэлектроника, профиль "Интегральная электроника, фотоника и наноэлектроника" (промежуточная аттестация может быть выставлена по результатам активности студента при выполнении и защиты лабораторных работ с учетом посещения лекций)

1. Основные технические показатели усилителя.
2. Амплитудно-частотные искажения и причины, их вызывающие.
3. Переходная характеристика. Количественная оценка переходных искажений.
4. Связь между переходной и частотной характеристикой.
5. Динамическая характеристика усилителя.
6. Нелинейные искажения и их количественная оценка.
7. Динамический диапазон.

8. Относительный уровень шумов.
9. Что такое обратная связь?
10. Классификация видов обратной связи.
11. Как выражается коэффициент передачи каскада, охваченного обратной связью?
12. Как влияет на свойства усилителей с ОС петлевое усиление?
13. Обратная связь по напряжению: выражения для K'_u и $R'_{\text{вых}}$.
14. Обратная связь по току: выражения для K'_u и $R'_{\text{вых}}$.
15. Обратная связь последовательного типа: выражение для $R'_{\text{вх}}$.
16. Обратная связь параллельного типа: выражение для $R'_{\text{вх}}$.
17. Отрицательная обратная связь (ООС) по напряжению последовательного типа: выражения для K'_u , $R'_{\text{вх}}$, $R'_{\text{вых}}$.
18. Отрицательная обратная связь по току последовательного типа: выражения для K'_u , $R'_{\text{вых}}$, $R'_{\text{вх}}$.
19. Отрицательная обратная связь по напряжению параллельного типа: выражения для K'_E , $R'_{\text{вых}}$, $R'_{\text{вх}}$.
20. Стабилизирующее действие ООС, вывод выражения.
21. Критерий устойчивости Найквиста.
22. Схемы включения транзисторов.
23. Т-образная схема замещения для включения транзистора с ОБ. Основные показатели схемы.
24. Т-образная схема замещения для включения транзистора с ОЭ. Основные показатели схемы.
25. Т-образная схема замещения для включения транзистора с ОК. Основные показатели.
26. Зависимость входного сопротивления от сопротивления нагрузки для включения транзистора с ОБ, ОЭ и ОК.
27. Зависимость выходного сопротивления от внутреннего сопротивления источника сигналов R_1 для схем с ОБ, ОЭ и ОК.
28. Зависимость нормированных коэффициентов усиления по току и напряжению от сопротивления нагрузки для схем с ОБ, ОЭ и ОК.
29. Основные способы осуществления исходного режима транзистора.
30. Основные дестабилизирующие факторы и их влияние на исходный режим транзистора.
31. Коллекторная стабилизация исходного режима. Выражение для коэффициента неустойчивости S .
32. Эмиттерная стабилизация исходного режима. Выражение для коэффициента неустойчивости S .

Критерии оценивания результатов обучения

Критерии оценивания по зачету:

«зачтено»: студент владеет теоретическими знаниями по данному разделу, знает временные и пространственные свойства взаимной когерентности в процессе

распространения сигнала, феноменологическая модель лазера, практическое использование и теоретическое описание спектроскопия когерентного рассеяния света, операторные уравнения электромагнитного поля, допускает незначительные ошибки; студент умеет правильно объяснять конструкционные параметры и физические принципы работы устройств, учитывающих временные и пространственные свойства когерентности в процессе распространения сигнала, иллюстрируя его примерами.

«не зачтено»: материал не усвоен или усвоен частично, студент затрудняется привести примеры по временным и пространственным свойствам когерентности в процессе распространения сигнала, довольно ограниченный объем знаний программного материала.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

5.1. Учебная литература

1. Ромаш Э.М. Источники вторичного питания радиоэлектронной аппаратуры. -М.: Радио и связь, 1981. 224 с.
2. Справочник по расчету электронных схем. Б.С. Гершунский. – Киев: Вища школа, 1983. – 240 с.
3. Аналоговые и цифровые интегральные микросхемы /С.В. Якубовский, Н.А. Барканов, Л.Н. Нисельсон и др.: Под ред. С.В. Якубовского.- Г.: Радио и связь, 1985.- 432с.
4. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника. -М.: Высш.шк.1991.-622с.
5. Алексенко А.Г. и др. Применение прецизионных аналоговых микросхем. – М.: Радио и связь, 1985. – 304 с.

6. Фолкенберри Л. Применение операционных усилителей и линейных ИС: Пер. с англ. – М.: Мир, 1985. – 572 с.
7. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники: В 2-х томах. Пер. с англ. – М.: Мир, 1983. – Т.1. 598 с.
8. Щербина А., Благий С. Микросхемные стабилизаторы серий 142, К142, КР142. – Радио, 1990, №8, с 89,90; №9, с. 73,74.
9. Янсен Й. Курс цифровой электроники: в 4-х томах. Т3. Сложные ИС для устройств передачи данных. Пер. с голл. – М.: Мир, 1987. – 412 с.
10. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника: Справочное руководство. Пер. с нем.- М.: Мир, 1983. 512 с.
11. Розанов Ю., Рябчицкий М., Кваснюк А. Вторичные источники питания: от сетевого трансформатора до корректора коэффициента мощности. – ChipNews, 2004, №2, с4-8.

5.2. Периодическая литература

Указываются печатные периодические издания из «Перечня печатных периодических изданий, хранящихся в фонде Научной библиотеки КубГУ» <https://www.kubsu.ru/ru/node/15554>, и/или электронные периодические издания, с указанием адреса сайта электронной версии журнала, из баз данных, доступ к которым имеет КубГУ:

1. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>
2. Электронная библиотека GREBENNIIKON.RU <https://grebennikon.ru/>
3. ScienceDirect – ведущая информационная платформа Elsevier <https://www.elsevier.com/>
4. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>

5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect www.sciencedirect.com
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prilib.ru/>
9. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
10. Springer Journals <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
12. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials <http://materials.springer.com/>

14. zbMath <https://zbmath.org/>
15. Nano Database <https://nano.nature.com/>
16. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>
17. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
18. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

Информационные справочные системы:

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

Ресурсы свободного доступа:

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
5. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
6. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>);
9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
10. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
11. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
12. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
13. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
14. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы http://xn--273--84dlf.xn--plai/voprosy_i_otvety

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы

КубГУ:

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru/>;
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта

между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, кабинеты и лаборатории, оснащенные необходимым специализированным и лабораторным оборудованием.

При заполнении таблицы учитывать все виды занятий, предусмотренные учебным планом по данной дисциплине: лекции, занятия семинарского типа (практические занятия, лабораторные работы), а также курсовое проектирование, консультации, текущий контроль и промежуточную аттестацию.

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа 211С	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Программное обеспечение в рамках программы компании Microsoft “Enrollment for Education Solutions” для компьютеров и серверов Кубанского государственного университета и его филиалов, Антивирусная защита физических рабочих станций и серверов: Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 211С	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер Оборудование:	Программное обеспечение в рамках программы компании Microsoft “Enrollment for Education Solutions” для компьютеров и серверов Кубанского государственного университета и его филиалов, Антивирусная защита физических рабочих станций и серверов: Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория №211 С	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер Оборудование: установка для выращивания кристаллов, лазеры, спектрографы, приемники излучения, осциллографы и генераторы сигналов	Программное обеспечение в рамках программы компании Microsoft “Enrollment for Education Solutions” для компьютеров и серверов Кубанского государственного университета и его филиалов, Антивирусная защита физических рабочих станций и серверов: Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Программное обеспечение в рамках программы компании Microsoft “Enrollment for Education Solutions” для компьютеров и серверов Кубанского государственного университета и его филиалов, Антивирусная защита физических рабочих станций и серверов: Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд.207С)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Программное обеспечение в рамках программы компании Microsoft “Enrollment for Education Solutions” для компьютеров и серверов Кубанского государственного университета и его филиалов, Антивирусная защита физических рабочих станций и серверов: Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.