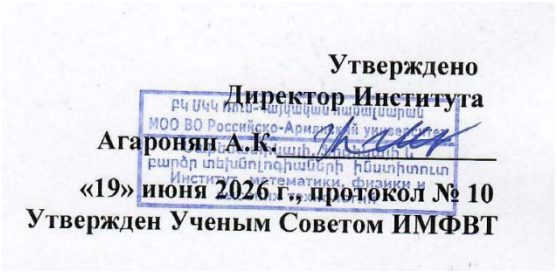
Межгосударственная организация высшего образования
«Российско-Армянский университет»



Утверждено
Директор Института
Агаронян А.К. _____
«19» июня 2026 г., протокол № 10
Утвержден Ученым Советом ИМФВТ

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины Б1.В.12 «Проектирование аналоговых интегральных схем»

Автор (ы) *:* ***К.т.н., доцент Саакян Артур Степанович***

Ф.И.О, ученое звание (при наличии), ученая степень (при наличии)

Направление подготовки: **11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств»**

Наименование образовательной программы:«Микроэлектронные схемы и системы»

Согласовано:

Зав. Кафедрой Микроэлектронных схем и систем

Меликян В.Ш.



(подпись)

1. АННОТАЦИЯ

1.1. Краткое описание содержания данной дисциплины;

Выписка из ФГОС ВО РФ по минимальным требованиям к дисциплине

В результате изучения данной дисциплины студент должен:

- ***знать:*** основы проектирование аналоговых интегральных схем;
- ***уметь:*** анализировать, моделировать и синтезировать аналоговые схемы;
- ***владеть:*** навыками автоматизированного проектирования аналоговых схем.

1.2. Трудоемкость: 3 зе., 108ч.-32ч. лек., 16 ч. лаб., 60ч. СР, зачет;

1.3. Взаимосвязь дисциплины с другими дисциплинами учебного плана специальности (направления)

Курс «Проектирование аналоговых интегральных схем» тесно взаимосвязан с такими дисциплинами специальности «Конструирование и технология электронных средств», как «Электротехника и электроника», «Физические основы микроэлектроника», «Схемо- и системотехника электронных средств», «Полупроводниковые приборы», «Введение в проектирование интегральных схем».

1.4. Результаты освоения программы дисциплины:

Код компетенции *(в соответствии рабочим с учебным планом)*	**Наименование компетенции** *(в соответствии рабочим с учебным планом)*	**Код индикатора достижения компетенций** *(в соответствии рабочим с учебным планом)*	**Наименование индикатора достижений компетенций***(в соответствии рабочим с учебным планом)*
УК-2.	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1.	Знает подходы в постановке задач для достижения поставленной цели, обладает знаниями в выборе оптимальных способов их решения.
		УК-2.2.	Умеет, исходя из

			действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, выбирать оптимальные способы решения задач в профессиональной области для достижения поставленной цели.
ПК-4	Способен разработать топологические описания на основе полученного списка цепей с учетом набора ограничений	ПК-4.1	Знает разработку плана кристалла, размещение блоков
		ПК-4.2	Умеет разработать топологические описания на основе полученного списка цепей
		ПК-4.3	Владеет осуществлением детальной трассировки СнК
ПК-5	Способен разработать аналоговые части интегральной схемы или системы на кристалле	ПК-5.1	Знает интеграцию топологического представления аналоговой части
		ПК-5.2	Умеет проводить анализ технического задания на аналоговую часть интегральной схемы
		ПК-5.3	Владеет разработкой схемотехнических описаний блоков аналоговой части

2. УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

2.1. Цели и задачи дисциплины

Изучение принципов проектирования, анализа и моделирования аналоговых электронных средств, ознакомление с принципами аналоговой микросхемотехники, методов улучшения их параметров, исследования их структур и их проектирования.

2.2.Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы (в академических часах и кредитах)

2.2.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Виды учебной работы	**Всего, в акад. часах**
1. Общая трудоемкость изучения дисциплины по семестрам, в т. ч.:	**108/3 кред**
1.1. Аудиторные занятия, в т. ч.:	**52**
1.1.1.Лекции	**32**
1.1.2.Лабораторные занятия	**16**
1.2. Самостоятельная работа, в т.ч.:	**60**
Итоговый контроль	**Зачет**

2.3 Содержание дисциплины

2.3.1. Тематический план и трудаемкость аыдиторных занятий (модуль, разделы дисциплины и виды занятий) по учебному плану

Разделы и темы дисциплины	**Всего (ак. часов)**	**Лекции (ак. часов)**	**Лаб. (ак.часов)**
1	**2**	**3**	**4**
Модуль 1.			
Тема 1.1. Характеристики и типы шума. Тепловой шум, фликкер-шум. Шумы в электронных схемах.	**8**	**6**	**2**
Тема 1.2. Обратная связь. Свойства схем с обратной связью. Структуры обратной связи.	**7**	**5**	**2**
Тема 1.3. Нелинейность и несоответствие. Нелинейность дифференциальных схем. DC смещение, способы компенсации смещения	**7**	**5**	**2**

Тема 2.1. Генераторы. Кольцевой генератор.LC-генераторы. Генераторы, управляемые напряжением (VCO)	**10**	**6**	**4**
Тема 2.2. Фазовая автоподстройка частоты - ФАПЧ (PLL).	**10**	**6**	**4**
Тема 2.3. Преобразователи данных. Сравнение аналоговых и дискретных временных сигналов. Характеристики устройства выборки-хранения. Структуры ЦАП и АЦП.	**8**	**4**	**2**
ИТОГО	**48**	**32**	**16**

2..3.2. **Краткое содержание разделов дисциплины в виде тематического плана**

Основные разделы:

-характеристики и типы шума;

- обратная связь;

- нелинейность и несоответствие;

- генераторы;

-фазовая автоподстройка частоты - ФАПЧ;

- преобразователи данных.

Модуль 1.

Тема 1.1. Характеристики и типы шума.

Характеристики шума: спектр шума, распределение амплитуды. Типы шума: тепловой шум, фликкер-шум.

Шумы в электронных схемах - шумы в однокаскодном усилителе, каскад с общим истоком, каскад с общим затвором. эмиттерный повторитель, каскодный усилитель, дифференциальные пары.

Тема 1.2. Обратная связь.

Свойства схем с обратной связью: уменьшение коэффициента усиления, типы усилителей.

Структуры обратной связи: обратная связь по напряжению, обратная связь по току, комбинированная ОС.

Тема 1.3. Нелинейность и несоответствие.

Нелинейность: общие понятия (характеристики нелинейных систем). Нелинейность дифференциальных схем. Влияние отрицательной обратной связи на нелинейность. Нелинейность конденсатора. Методы линеаризации.

Несоответствие: DC смещение, способы компенсации смещения.

Тема 2.1. Генераторы.

Кольцевой генератор. LC-генераторы, генератор Колпитца. Генераторы, управляемые напряжением (VCO): центральная частота, диапазон регулирования и линейность, регулирование частоты кольцевого генератора.

Математические модели генераторов, управляемых напряжением.

Тема 2.2. Фазовая автоподстройка частоты - ФАПЧ (PLL).

Простой PLL: фазовый детектор. Основная структура PLL.

Применение PLL: умножение и синтез частоты, минимизация временных отклонений.

Тема 2.3. Преобразователи данных.

Сравнение аналоговых и дискретных временных сигналов. Характеристики устройства выборки-хранения. Характеристики цифро-аналогового преобразователя (ЦАП) и аналого-цифрового преобразователя (АЦП) - INL, DNL ошибки смещения, ошибки усиления.

Структуры ЦАП и АЦП.

2.3.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория обеспечена персональными компьютерами с установленным на них необходимым пакетом программных инструментариев компании Synopsys. Необходимая учебно-методическая литература доступна в библиотеке учебного департамента.

2.4. Распределение весов по модулям и формам контроля

	Вес формы текущего контроля в результирующей оценке текущего контроля			Вес формы промежуточного контроля и результирующей оценки текущего контроля в итоговой оценке промежуточного контроля			Вес итоговых оценок промежуточных контролей в результирующей оценке промежуточного контроля	Вес оценки результирующей оценки промежуточных контролей и оценки итогового контроля в результирующей оценке итогового контроля
Вид учебной работы/контроля	**М1**	**М2**	**М3**	**М1**	**М2**	**М3**		
Контрольная работа			1			1		
Лабораторные работы								
Устный опрос								
Вес результирующей оценки текущего контроля в итоговых оценках промежуточных контролей								
Вес итоговой оценки 1-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей								
Вес итоговой оценки 2-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей								
Вес итоговой оценки 3-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей т.д.							1	
Вес результирующей оценки промежуточных контролей в результирующей оценке итогового контроля								1
Зачет(оценка итогового контроля)								
			∑ = 1			**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**

3. Теоретический блок

3.1. Материалы по теоретической части курса

3.1.1. Учебники

1. T. Carusone, Analog Integrated Circuit Design, 2012
2. P. Wambasq, W. Sansen, Distortion Analysis of Analog Integrated Circuits, 2011
3. R. Baker, CMOS Circuit Design, Layout and Simulation, 2010
4. R. Gray, J. Hurst, H. Lewis, Analysis and Design of Analog Integrated Circuits, 2009
5. F. Witte, K. Makinwa and H. Huijsing, Dynamic Offset Compensated CMOS Amplifiers (Analog Circuits and Signal Processing), 2009
6. B. Razavi, Design of Analog CMOS Integrated Circuits, 2003
7. P. Horowitz, W. Hill, The Art of Electronics, 1999

4. Практический блок

4.1. Планы лабораторных работ

1. Исследование дифференциальной пары с резистивной нагрузкой.
2. Исследование дифференциальной пары с активной нагрузкой.
3. Исследование однокаскадного операционного усилителя.
4. Исследование двухкаскадного операционного усилителя.
5. Расчет схемы дифференциального усилителя.
6. Расчет и анализ схемы операционного усилителя.
7. Расчет и анализ схемы генератора.
8. Расчет и анализ PLL.

Во время лабораторных занятий используются следующие программные инструментальные средства: CustomDesigner, WaveView, HSPICE, HSPICERF, StarRC, Hercules, PrimeTimeSI, Milkyway, VCSMX.

5. Материалы по оценке и контролю знаний

5.1. Перечень вопросов для зачета

1. Характеристики и типы шума.
2. Свойства схем с обратной связью.
3. Структуры обратной связи.
4. Нелинейность.
5. Несоответствие.
6. DC смещение.

7. Генераторы.
8. Фазовая автоподстройка частоты.
9. Основная структура PLL.
10. Применение PLL.
11. Преобразователи данных.
12. Характеристики ЦАП и АЦП.
13. Структуры ЦАП и АЦП.
14. Ошибки смещения, ошибки усиления.