

**ГОУ ВПО РОССИЙСКО-АРМЯНСКИЙ (СЛАВЯНСКИЙ)
УНИВЕРСИТЕТ**

Составлен в соответствии с
государственными требованиями к
минимуму содержания и уровню
подготовки выпускников по
направлению **11.03.03**
Конструирование и технология
электронных средств и Положением
«Об УМКД РАУ».

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИФИ Саркисян А.А.



21.07.2023г.

Институт: Инженерно-физический

Кафедра: Микроэлектронные схемы и системы

Автор: *К.т.н. Саакян Артур Степанович*

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

Дисциплина: **Б1.В.12 «Проектирование аналоговых интегральных схем»**

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

ЕРЕВАН

Структура и содержание УМКД

1. Аннотация

1.1. 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. 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».

1.3. Предварительное условие для прохождения (дисциплина(ы), изучение которых является необходимой базой для освоения данной дисциплины)

Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплины «Электротехника и электроника», «Схемо- и системотехника электронных средств», «Физические основы микроэлектроника».

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин: микропроцессорные системы; проектирование радиочастотных схем; тестирование интегральных схем.

2. Содержание

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. Требования к уровню освоения содержания дисциплины (какие компетенции (знания, умения и навыки) должны быть сформированы у студента после прохождения данной дисциплины)

В результате освоения данной дисциплины у студента должны быть сформированы следующие компетенции:

(ОК):

- способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7)

общефессиональные компетенции (ОПК):

- способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики (ОПК-1)
- способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-2)

(ПК):

- готовностью формировать презентации, научно-технические отчеты по результатам выполненной работы, оформлять результаты исследований в виде статей и докладов на научно-технических конференциях (ПК-3)
- готовностью осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств (ПК-5)

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

2.3.1. 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	34
1.1.2. Лабораторные занятия	18
1.2. Самостоятельная работа, в т. ч.:	56
Итоговый контроль <u>Зачет</u>	

2.3.2. Распределение объема дисциплины по темам и видам учебной работы

Разделы и темы дисциплины	Всего (ак. часов)	Лекции (ак. часов)	Лаб. (ак.часо в)
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.	10	6	4
ИТОГО	52	34	18

2.3.3 Содержание разделов и тем дисциплины

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 однокасодном 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.

2.4. 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.

2.5. 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
	М1	М2	М3	М1	М2	М3		
Вид учебной работы/контроля								
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)								
			$\Sigma = 1$			$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$

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.