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: Б1.0.06 Проектирование электронных систем смешанного сигнала

Автор ***Саакян Артур Степанович к.т.н., доцент***

Направление подготовки: 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»
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;

Изучение принципв проектирования интегральных схем, объединяющих аналоговые и цифровые блоки (mixed-signal ICs).

Основные темы

- Аналого-цифровое преобразование (ADC): flash, SAR, pipeline, ΔΣ
- Цифро-аналоговое преобразование (DAC)
- Switched-capacitor сети и фильтры
- Сэмплирование и квантование, FOM, INL/DNL
- Фазовые автоподстройки частоты (PLL), тактовые схемы
- Проблемы интеграции сигналов: шум, совместимость доменов, и моделирование

1.2. Трудоемкость: 5 зр., 180ч.-32ч. лек., 32ч. прак.зан., 68 СР, 48 ч. экзамен.

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

Дисциплина «Проектирование электронных систем смешанного сигнала» взаимосвязан с такими дисциплинами учебного плана, как «Проектирование микроэлектронных средств с низким энергопотреблением», «Цифровая обработка сигналов», «Макетирование микроэлектронных средств».

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-6.	***Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки***	***УК-6.1***	Знает основные приемы эффективного управления собственным временем и основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни

		УК-6.2	Умеет эффективно использовать методы саморазвития и самообучения, планировать и контролировать собственное время
ОПК-4	***Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач***	***ОПК-4.1***	Знает, как использовать компьютерные технологии для подготовки текстовой конструкторско-технологической документации; современные интерактивные программные комплексы для выполнения и редактирования текстов, изображений и чертежей
		ОПК-4.2	Умеет использовать современные средства автоматизации разработки и выполнения конструкторской документации; проектировать решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений
		ОПК-4.3	Владеет современными программными средствами подготовки конструкторско-технологической документации

2. УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

2.1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является изучение основных принципов и методов проектирования электронных средств смешанного сигнала, а также особенностей методов проектирования и применения разновидных систем смешанного сигнала на различных этапах проектирования.

2.2.Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы (в академических часах и зачетных единицах) ***(удалить строки, которые не будут применены в рамках дисциплины)***

Виды учебной работы	**Всего, в**	**Распределение по семестрам**

	акад. часах	I сем	___ сем	___ сем	___ сем.	___ сем	____ сем.
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Общая трудоемкость изучения дисциплины по семестрам, в т. ч.:	**180/5 к.**						
1.1. Аудиторные занятия, в т. ч.:	**64**						
1.1.1. Лекции	**32**						
1.1.2. Практические занятия, в т. ч.	**32**						
1.2. Самостоятельная работа, в т. ч.:	**68**						
Итоговый контроль (Экзамен, Зачет, диф. зачет - указать)	**Экзамен, 48**						

2.3. Содержание дисциплины

2.3.1. Тематический план и трудоемкость аудиторных занятий (модули, разделы дисциплины и виды занятий) по рабочему учебному плану

Разделы и темы дисциплины	Всего (ак. часов)	Лекции(ак. часов)	Прак. (ак. часов)
1	2	3	4
Модуль 1.			
Тема 1.1. Сравнение аналоговых и дискретных временных сигналов	**8**	**4**	**4**
Тема 1.2. Цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП)	**16**	**8**	**8**
Тема 1.3. Аналогово-цифровые преобразователи (АЦП)	**18**	**8**	**2**
Модуль 2.			
Тема 2.1. Шумквантования	**6**	**4**	**2**
Тема 2.2. Отношение сигнал/шум в информационных преобразователях	**10**	**4**	**6**
Тема 2.3. Приборы с зарядовой связью(CCD)	**8**	**4**	**4**
ИТОГО	**64**	**32**	**32**

2.3.2. Краткое содержание разделов дисциплины в виде тематического плана

Планы практических занятий

Исследование резистивных, R-2R ЦАП и ЦАП с суммированием токов.

Исследование конвейерных, интегральных АЦП и АЦП последовательного приближения.

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

2.3.3. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория для проведения практических занятий по предмету “Проектирование электронных систем смешанного сигнала” обеспечена персональными компьютерами с установленным на них необходимым пакетом программных инструментариев компании Synopsys.

2.1. Модульная структура дисциплины с распределением весов по формам контролей

	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	**M1**	**M2**	**M3**	**M1**	**M2**	**M3**		
Контрольная работа		1	1		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							0.5	

Вес итоговой оценки 3-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей т.д.							0.5	
Вес результирующей оценки промежуточных контролей в результирующей оценке итогового контроля								0.4
Экзамен(оценка итогового контроля)								0.6
			∑ = 1			∑ = 1	∑ = 1	∑ = 1

3. Теоретический блок

3.1.Материалы по теоретической части курса

3.1.1. Учебник(и)

1. P. Horowitz, W. Hill "The art of Electronics", 1999.
2. R. Baker "CMOS Circuit Design, Layout and Simulation", 2010.
3. V. Arustamyan, H. Grigoryan "Matching of Digital and Analog Communication Systems", 2004.

4. Фонды оценочных средств *(указываются материалы, необходимые для проверки уровня знаний в соответствии с содержанием учебной программы дисциплины).*

4.7.Перечень экзаменационных вопросов

1. Характеристики цифро-аналоговых преобразователей.
2. Характеристики аналого-цифровых преобразователей.
3. ЦАП на основе резистивной матрицы R-2R.
4. ЦАП с суммированием токов.
5. ЦАП с перераспределением заряда.
6. Конвейерные АЦП.
7. Интегральные АЦП.
8. Мгновенные АЦП.
9. АЦП последовательного приближения.
10. Спектр шума квантования. Ошибки квантования.
11. Нестабильность синхросигнала. Улучшение отношения сигнал/шум.
12. Децимационные фильтры для АЦП. Интерполяционные фильтры для ЦАП.
13. Использование обратной связи для улучшения отношения сигнал/шум (SNR).
14. Приборы с зарядовой связью (CCD)

15. Датчик изображения CCD. Структура CCD.

3. **Методической блок**

3.1. Методика преподавания

3.1.1. Методические рекомендации для студентов по подготовке к семинарским, практическим или лабораторным занятиям, по организации самостоятельной работы студентов при изучении конкретной дисциплины.

- **Design-based learning**: итеративный дизайн-подход (генерация идей → прототип → тест → итерация) .

- **Проект-ориентированность**: capstone-золотой стандарт с real-world constraints, где студенты проходят полный цикл разработки блока .

- **Active learning и team work**: начало с in-class kick-off, mid-presentation, финальная защита; фокус на совместном разборе ошибок .

- **Co-simulation**: тесная интеграция аналоговых и цифровых доменов, совместное верифицирование и выделение спецификаций .