

ГОУ ВПО РОССИЙСКО-АРМЯНСКИЙ (СЛАВЯНСКИЙ)
УНИВЕРСИТЕТ

Составлен в соответствии с
государственными требованиями к
минимуму содержания и уровню
подготовки выпускников по
направлению Электроника и
нанoeлектроника и Положением «Об
УМКД РАУ».

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИФИ Саркисян А.А.



21.07.2023г.

Институт: Инженерно-физический

Кафедра: Микроэлектронные схемы и системы

Автор: Арутюнян Серго Сmbатович

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

Дисциплина: **Б1.В.ДВ.04.01 «Моделирование и оптимизация межсоединений
интегральных схем»**

Направление: 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника»

Основная образовательная программа магистратуры:
«Микроэлектронные схемы и системы»

ЕРЕВАН

Структура и содержание УМКД

1. Аннотация

1.1. Выписка из ФГОС ВО РФ по минимальным требованиям к дисциплине

В результате изучения дисциплины «Моделирование и оптимизация межсоединений интегральных схем» обучающийся должен:

- **знать:** основы моделирования и оптимизации межсоединений;
- **уметь:** анализировать параметры межсоединений с использованием существующих моделей;
- **владеть:** набором инструментов для анализа и оптимизации паразитных параметров межсоединений и оптимизации интегральных схем в целом.

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

Дисциплина «Моделирование и оптимизация межсоединений интегральных схем» тесно взаимосвязан с такими дисциплинами учебного плана, как «Передовые методы проектирования интегральных схем», «Программные инструментальные средства автоматизированного проектирования интегральных схем», «Тестопригодное проектирование микросредств».

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин: Программные инструментальные средства автоматизированного проектирования; Проектирование узлов ввода/вывода интегральных схем.

1.3. Требования к исходным уровням знаний, умений и навыков студентов для прохождения дисциплины (что должен знать, уметь и владеть студент для прохождения данной дисциплины)

Для прохождения данной дисциплины студент должен

- **знать:** основы моделирования электронных средств;
- **уметь:** применять знания при решении соответствующих задач;
- **владеть:** набором инструментов для анализа интегральных схем.

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

Для освоения данной дисциплины у студентов должна быть устойчивая база знаний, изученных на предыдущем курсе дисциплин: «Полупроводниковые приборы»,

«Введение в проектирование интегральных схем», «Проектирование цифровых интегральных схем», «Проектирование аналоговых интегральных схем».

2. Содержание

2.1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины - изучить основы проектирования, моделирования и оптимизации интегральных схем и рассмотреть влияние паразитных параметров межсоединений на характеристики схемы.

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:

универсальные компетенции (УК):

- способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия (УК-4)

общепрофессиональные компетенции (ОПК):

- способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы (ОПК-2)
- способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач (ОПК-4)

2.3.Трудовоемкость 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 трудовоемкость изучения дисциплины по семестрам, в т. ч.:	108/3кред
1.1.Аудиторные занятия, в т. ч.:	
1.1.1.Лекции	34
1.1.2.Практические 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 и (ак. часов)	Прак. зан. (ак. часов)
1	2	3	4
Раздел 1.Введение	8	6	2
Тема 1.1. Закон Мура. Технологические тренды	2	2	
Тема 1.2. Масштабирование межсоединений	2	2	
Тема 1.3. Дорожная карта технологий межсоединений	4	2	2
Раздел 2. Моделирование задержки соединения	30	20	10
Тема 2.1. Типичная структура соединения	2	2	

Тема 2.2. Свойства моделей. Сопротивление, емкость, индуктивность	6	4	2
Тема 2.3. Распределение длины межсоединения	4	2	2
Тема 2.4. Задержка распространения. Импеданс и отражения	8	6	2
Тема 2.5. Моделирование соединительных проводов. Общая межсетевая сеть	10	6	4
Раздел 3. Перекрестные помехи (Crosstalknoise)	14	8	6
Тема 3.1 Конфигурация перекрестных помех. Критические последствия шума.	8	4	4
Тема 3.2 Задержка перекрестных помех. Агрессор и жертвы	6	4	2
ИТОГО	52	34	18

2.3.3 Содержание разделов и тем дисциплины

Раздел 1. Введение

Тема 1.1. Закон Мура. Технологические тренды. Масштабирование устройства и чипа.

Тема 1.2. Масштабирование межсоединений.

Тема 1.3. Дорожная карта технологий межсоединений.

Раздел 2. Моделирование задержки соединения

Тема 2.1. Типичная структура соединения. Извлечение параметров межсоединения.

Тема 2.2. Свойства моделей. Сопротивление, емкость, индуктивность.

Тема 2.3. Распределение длины межсоединения. Локальные и глобальные межсоединения.

Тема 2.4. Задержка распространения. Импеданс и отражения. Несколько отражений. Анализ решетчатых диаграмм. Влияние времени нарастания на отражение. Критические длины линий в зависимости от времени нарастания.

Тема 2.5. Моделирование соединительных проводов. Общая межсетевая сеть. RC дерево. Сосредоточенные модели. Распределенные модели. Элмор задержка. Ступенчатая реакция сосредоточенной и распределенной линии RC. Пример сети RLC.

Раздел 3. Перекрестные помехи (Crosstalknoise)

Тема3.1. Конфигурация перекрестных помех. Критические последствия шума.

Тема3.2. Задержка перекрестных помех. Агрессор и жертвы. Сигналы связи.

2.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Компьютерная аудитория для проведения практических занятий по предмету “Моделирование и оптимизация межсоединений интегральных схем” обеспечена персональными компьютерами с установленным на них необходимым пакетом программных инструментов 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								0.4
Зачет(оценка итогового контроля)								0.6
			$\Sigma = 1$			$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$

3. Теоретический блок

3.1. Материалы по теоретической части курса

3.1.1. Учебники

1. C-K. Cheng, J. Lillis, S. Lin, N.H. Chang “Interconnect Analysis and Synthesis”, J. Wiley, 2000
2. M. Celik, L. Pillegi, A. Odabasioglu “IC Interconnect Analysis”, Kluwer Academic Publishers, 2002
3. A.V. Mezhiba, E.G. Friedman “Power Distribution Networks in High Speed Integrated Circuits”, Kluwer Academic Publishers, 2004
4. A.B. Kahng, G. Robins “Optimal Interconnections for VLSI”, Kluwer Academic Publishers, 2010
5. F. Moll, M. Roca “Interconnection Noise in IC Circuits”, Kluwer Academic Publishers, 2010

4. Практический блок

Планы практических занятий

1. Анализ решетчатой диаграммы для длинных линий
2. Зависимость времени установления от наклона входного сигнала
3. Распределенная модель межсоединений.

5. Материалы по оценке и контролю знаний

Перечень вопросов для зачета.

1. Рассчитать сопротивление межсоединения для данной схемы.
2. Рассчитать емкости межсоединений C_a и C_x для данной схемы.
3. Построить 7-сегментную r -модель для линии.
4. Построить 5-сегментную L -модель для линии.
5. Для данной схемы рассчитать задержку Элмора от узла «источник» до узла «выход».
6. Оценить разветвленность (fanout) данной системы.
7. Вычислить многократные отражения на линии передачи для данной схемы.