

**ГОУ ВПО Российско-Армянский (Славянский)  
университет**

Утверждено  
Директор Института *И.И.И.*



**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ**

**Наименование дисциплины: «Введение в проектирование интегральных схем»**

**Автор (ы):** *Д.т.н., профессор Меликян Вазген Шаваршович*  
*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:**

И.о. зав. Кафедрой Микроэлектронных схем и систем

Меликян В.Ш.



---

(подпись)

# 1. АННОТАЦИЯ

## 1.1. Краткое описание содержания данной дисциплины;

Целью дисциплины «Введение в проектирование интегральных схем» является изучение основных принципов и методов проектирования интегральных схем. Задача курса - исследование уровней, этапов, стратегий, методов и программных инструментальных средств проектирования.

## 1.2. Трудоемкость в академических кредитах и часах, формы итогового контроля (экзамен/зачет); 3 зе., 108ч.-34ч., 34ч. прак.зан., 40ч. СР., зачет.

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

Взаимосвязь дисциплины с другими дисциплинами учебного плана специальности (направления)

Курс «Введение в проектирование интегральных схем» тесно взаимосвязан с такими дисциплинами специальности «Конструирование и технология электронных средств», как «Электричество и магнетизм», «Электротехника и электроника», «Полупроводниковые приборы», «Проектирование цифровых интегральных схем», «Физическое проектирование интегральных схем», «Схемо- и системотехника электронных средств»

## 1.4. Результаты освоения программы дисциплины:

Для прохождения данной дисциплины студент должен

**знать:** основы физики, алгебры логики; двоичную арифметику

**уметь:** применять знания при решении соответствующих задач

**владеть:** навыками информационных технологий, электротехники и электроники.

<b>Код компетенции</b> (в соответствии рабочим с учебным планом)	<b>Наименование компетенции</b> (в соответствии рабочим с учебным планом)	<b>Код индикатора достижения компетенций</b> (в соответствии рабочим с учебным планом)	<b>Наименование индикатора достижений компетенций</b> (в соответствии рабочим с учебным планом)
УК-1.	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1.	Знает как осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации для решения поставленных профессиональных задач.
		УК 1.2.	Умеет применять системный подход на основе поиска, критического анализа и синтеза информации для решения задач профессиональной области.
		УК-1.3.	Владеет навыками поиска, синтеза и критического анализа информации в своей профессиональной области; владеет системным подходом для решения поставленных задач.
ОПК-1	Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-1.1.	Знает фундаментальные законы природы и основные физические математические законы
		ОПК-1.2.	Умеет применять физические законы и математически

			методы для решения задач теоретического и прикладного характера
		ОПК-1.3.	Владеет навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач
ОПК-5	Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	ОПК-5.1	Понимает принципы построения алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения
		ОПК-5.2	Умеет на основе алгоритмов применять языки программирования для создания компьютерных программ
		ОПК-5.3	Владеет навыками программирования, отладки и тестирования компьютерных программ
ПК-1	Способен разработать функциональные описания и технические задания на систему на кристалле (СнК)	ПК-1.1	Знает инициирование постановки работ по проектированию СнК, определение области применения СнК и выбор технологического базиса для СнК (технологии изготовления)
		ПК-1.2	Умеет разработать архитектуры всей СнК на основе сложнофункциональных

			блоков и проводить верификации разработанного архитектурного решения.
		ПК-1.3	Владеет набором блоков, реализуемых в виде аппаратной части, и набором блоков, реализуемых в виде программной части (разбиение СнК на аппаратную и программную части)

## 2. УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

### 2.1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины «Введение в проектирование интегральных схем» является изучение основных принципов и методов проектирования интегральных схем. Задача курса - исследование уровней, этапов, стратегий, методов и программных инструментальных средств 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 акад. часах
1	2
<b>1.Общая трудоемкость изучения дисциплины по семестрам, в т. ч.:</b>	<b>108/Зкре д</b>
1.1. Аудиторные занятия, в т. ч.:	
1.1.1.Лекции	<b>34</b>
1.1.2.Практические занятия, в т. ч.	<b>34</b>
1.2. Самостоятельная работа, в т. ч.:	<b>40</b>
Итоговый контроль (Экзамен, Зачет, диф. зачет - указать)	<b>108ч. зачет</b>

## 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)	Практ. (ак. часов)
1	2	3	4
<b>Раздел 1. Основные понятия проектирования интегральных схем</b>	<b>68</b>	<b>34</b>	<b>34</b>
Тема 1.1. Введение. Понятие интегральной схемы. Основные компоненты ИС. Классификация ИС.	4	2	2
Тема 1.2. Структура PMOS и NMOS транзисторов. Режимы переключения PMOS и NMOS транзисторов.	8	4	4
Тема 1.3. Структура ИС. Производство ИС. Процесс производства ИС. Развитие технологических процессов. Литография.	8	4	4
Тема 1.4. Этапы проектирования ИС. Техническое задание. Процесс проектирования. Моделирование. Уровни проектирования.	8	4	4
Тема 1.5. Методы проектирования. Технологическое масштабирование: необходимость, цели, модели. Тестирование ИС. Процесс тестирования.	8	4	4
<b>Раздел 2. Последовательность проектирования ИС. Программные инструментальные средства компании Синопис</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>18</b>
Тема 2.1. Виды проектирования ИС. Логический и физический синтез. Цифровая библиотека стандартных ячеек.	12	6	6
Тема 2.2. Узлы ввода/вывода (IO), их функции. Защита от электростатического заряда-ESD.	8	4	4
Тема 2.3. Программные инструментальные средства компании Синопис. Моделирование на транзисторном уровне. Создание тестов.	12	6	6
<b>ИТОГО</b>	<b>68</b>	<b>34</b>	<b>34</b>

## **2.3.2. Краткое содержание разделов дисциплины в виде тематического плана**

### **Раздел 1. Основные понятия проектирования интегральных схем**

Тема 1.1. Введение.

Понятие интегральной схемы. Основные компоненты ИС, печатная плата, ядро, вейфер. Реализация полупроводниковых ИС. Классификация ИС. Развитие ИС.

Тема 1.2. Структура PMOS и NMOS транзисторов.

Режимы переключения PMOS и NMOS транзисторов. Схемотехническое и физическое проектирование.

Тема 1.3. Структура ИС. Процесс производства ИС. Развитие технологических процессов. Литография. Процесс фотолитографии. Шаги фотолитографии. Законы физического проектирования. Масштабирование.

Тема 1.4. Этапы проектирования ИС. Техническое задание. Процесс проектирования.

Модель технического объекта. Моделирование. Необходимость моделирования. Цели моделирования ИС. Уровни проектирования. Стратегия структурного проектирования. Средства структурного проектирования.

Тема 1.5. Методы проектирования. Программные инструменты, используемые для проверки проектирования. Технологическое масштабирование: необходимость, цели, модели. Расходы производства ИС. Надежность – шумы в цифровых ИС. Основные параметры надежности схемы. Тестирование ИС. Процесс тестирования.

### **Раздел 2. Последовательность проектирования ИС. Программные инструментальные средства компании Синопис**

Тема 2.1. Виды проектирования ИС. Пример технического задания. Физические и схемотехнические проекты. Законы физического проектирования. Логический и физический синтез. Цифровая библиотека стандартных ячеек. Физическая структура стандартной ячейки. Производство ИС.

Тема 2.2. Узлы ввода/вывода (ИО), их функции. Техническое задание стандартной библиотеки узлов ввода/вывода. Защита от электростатического заряда-ESD.

Тема 2.3. Программные инструментальные средства компании Синопис. Программные инструментальные средства аналогового проектирования. Программные инструментальные средства поведенческого моделирования. Моделирование на транзисторном уровне. Сравнение схем. Функциональное сравнение. Создание тестов.



## **Модуль 1.**

### **Раздел 1. Основные понятия проектирования интегральных схем**

Тема 1.1. Введение.

Понятие интегральной схемы. Основные компоненты ИС, печатная плата, ядро, вейфер. Реализация полупроводниковых ИС. Классификация ИС. Развитие ИС.

Тема 1.2. Структура PMOS и NMOS транзисторов.

Режимы переключения PMOS и NMOS транзисторов. Схемотехническое и физическое проектирование.

Тема 1.3. Структура ИС. Процесс производства ИС. Развитие технологических процессов. Литография. Процесс фотолитографии. Шаги фотолитографии. Законы физического проектирования. Масштабирование.

Тема 1.4. Этапы проектирования ИС. Техническое задание. Процесс проектирования.

Модель технического объекта. Моделирование. Необходимость моделирования. Цели моделирования ИС. Уровни проектирования. Стратегия структурного проектирования. Средства структурного проектирования.

Тема 1.5. Методы проектирования. Программные инструменты, используемые для проверки проектирования. Технологическое масштабирование: необходимость, цели, модели. Расходы производства ИС. Надежность – шумы в цифровых ИС. Основные параметры надежности схемы. Тестирование ИС. Процесс тестирования.

### **Раздел 2. Последовательность проектирования ИС. Программные инструментальные средства компании Синопис**

Тема 2.1. Виды проектирования ИС. Пример технического задания. Физические и схемотехнические проекты. Законы физического проектирования. Логический и физический синтез. Цифровая библиотека стандартных ячеек. Физическая структура стандартной ячейки. Производство ИС.

Тема 2.2. Узлы ввода/вывода (ИО), их функции. Техническое задание стандартной библиотеки узлов ввода/вывода. Защита от электростатического заряда-ESD.

Тема 2.3. Программные инструментальные средства компании Синопис. Программные инструментальные средства аналогового проектирования. Программные инструментальные

средства поведенческого моделирования. Моделирование на транзисторном уровне. Сравнение схем. Функциональное сравнение. Создание тестов.

### 2.3.3. Краткое содержание семинарских/практических занятий/лабораторного практикума

(Кратко изложить форму/формы проведения семинарских занятий).

Планы практических занятий

1. Схемотехническое проектирование простейшей логической ячейки.
2. Физическое проектирование простейшей логической ячейки.
3. Проверка работы проекта простейшей логической ячейки.
4. Проверка экстракции паразитных элементов.
5. Формирование проекта простейшей логической ячейки.

Во время проведения практических занятий используются следующие программные инструментальные средства: CustomDesigner, HSPICE, StarRC, Hercules.

### 2.3.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория для проведения практических занятий по предмету «Введение в проектирование интегральных схем» обеспечена персональными компьютерами с установленным на них необходимым пакетом программных инструментов компании Synopsys. Необходимая учебно-методическая литература доступна в библиотеке учебного департамента.

## 2.4. 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
	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
<b>Зачет(оценка итогового контроля)</b>								
			$\Sigma = 1$			$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$

### 3. Теоретический блок (указываются материалы, необходимые для освоения учебной программы дисциплины)

#### 3.1. Материалы по теоретической части курса

##### 3.1.1. Учебник(и)

1. N. Weste, D. Harris CMOS VLSI Design: A Circuits and Systems Perspective, Addison Wesley, 4 edition, 2010
2. B. Razavi Fundamentals of Microelectronics, Wiley, 2 edition, 2013
3. R. J. Baker, H. W. Li, D. E. Boyce CMOS. Circuit design, Layout and Simulation, Wiley-IEEE Press, 3 edition, 2010
4. O. Wing Classical Circuit Theory, Springer, 2010
5. H. Vollmer Introduction to Circuit Complexity: A Uniform Approach, Springer, 2010
6. J. Bird Electrical Circuit Theory and Technology, Taylor&Francis, 4 edition, 2010

7. A. Sedra, K. Smith Microelectronic Circuits, Oxford University Press, 6 edition, 2009

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

##### **4.1. Планы практических занятий**

6. Схемотехническое проектирование простейшей логической ячейки.
7. Физическое проектирование простейшей логической ячейки.
8. Проверка работы проекта простейшей логической ячейки.
9. Проверка экстракции паразитных элементов.
10. Формирование проекта простейшей логической ячейки.

Во время проведения практических занятий используются следующие программные инструментальные средства: CustomDesigner, HSPICE, StarRC, Hercules

##### **4.2. Материалы по оценке и контролю знаний**

Перечень вопросов для зачета

- ✓ Понятие интегральной схемы. Основные компоненты ИС.
- ✓ Классификация ИС.
- ✓ Структура PMOS и NMOS транзисторов.
- ✓ Схемотехническое и физическое проектирование.
- ✓ Процесс производства ИС.
- ✓ Литография. Процесс фотолитографии.
- ✓ Этапы проектирования ИС. Методы проектирования.
- ✓ Техническое задание. Процесс проектирования.
- ✓ Моделирование. Цели моделирования ИС.
- ✓ Уровни проектирования. Средства структурного проектирования.
- ✓ Технологическое масштабирование: необходимость, цели, модели.
- ✓ Тестирование ИС. Процесс тестирования.
- ✓ Виды проектирования ИС. Пример технического задания.
- ✓ Логический и физический синтез.
- ✓ Узлы ввода/вывода (IO), их функции.
- ✓ Защита от электростатического заряда-ESD.
- ✓ Программные инструментальные средства компании Синописис.
- ✓ Программные инструментальные средства поведенческого моделирования.

- ✓ Моделирование на транзисторном уровне.
- ✓ Сравнение схем. Функциональное сравнение.

## **5. Методический блок**

### **5.1. Материалы по оценке и контролю знаний**

#### 10.1.1. Перечень вопросов для зачета

- ✓ Понятие интегральной схемы. Основные компоненты ИС.
- ✓ Классификация ИС.
- ✓ Структура PMOS и NMOS транзисторов.
- ✓ Схемотехническое и физическое проектирование.
- ✓ Процесс производства ИС.
- ✓ Литография. Процесс фотолитографии.
- ✓ Этапы проектирования ИС. Методы проектирования.
- ✓ Техническое задание. Процесс проектирования.
- ✓ Моделирование. Цели моделирования ИС.
- ✓ Уровни проектирования. Средства структурного проектирования.
- ✓ Технологическое масштабирование: необходимость, цели, модели.
- ✓ Тестирование ИС. Процесс тестирования.
- ✓ Виды проектирования ИС. Пример технического задания.
- ✓ Логический и физический синтез.
- ✓ Узлы ввода/вывода (IO), их функции.
- ✓ Защита от электростатического заряда-ESD.
- ✓ Программные инструментальные средства компании Синописис.
- ✓ Программные инструментальные средства поведенческого моделирования.
- ✓ Моделирование на транзисторном уровне.
- ✓ Сравнение схем. Функциональное сравнение.