

**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., доцент Туманян Анна Кароевна*

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС**

Дисциплина: **Б1.В.ДВ.10.02 «Системы на кристалле»**

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:** процесс проектирования систем на кристалле;
- **уметь:** применять средства систем автоматизированного проектирования (САПР);
- **владеть:** языками VHDL, Verilog.

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

Курс «Системы на кристалле» тесно взаимосвязан с такими дисциплинами специальности «Конструирование и технология электронных средств», как «Электротехника и электроника», «Проектирование цифровых интегральных схем», «Микропроцессорные системы», «Конструирование электронных средств на базе программируемых БИС».

#### 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:** структуры типовой системы на кристалле (СнК)
- **уметь:** исследовать особенности проектирования СнК и перспективы применения систем на кристалле.
- **владеть:** знаниями курсов «Языки проектирования аппаратных средств», «Проектирование цифровых 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 по дисциплинам: информатика, языки проектирования аппаратных средств, информационные технологии.

### 2. Содержание

#### 2.1. Цели и задачи дисциплины

Система на кристалле - это СБИС, интегрирующая на кристалле различные функциональные блоки, которые образуют законченное изделие для автономного

применения в электронной аппаратуре. Цель дисциплины: изучить структуры типовой системы на кристалле (СнК), варианты реализации систем на кристалле, исследовать особенности проектирования СнК и перспективы применения систем на кристалле.

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:

- готовностью выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и модулей электронных средств, в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования (ПК-6);
- способностью разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы (ПК-7);

**общепрофессиональные компетенции (ОПК):**

- способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей (ОПК-3);
- способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных (ОПК-5);
- способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности (ОПК-7);

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
<b>1. Общая трудоемкость изучения дисциплины по семестрам, в т. ч.:</b>	<b>144/4кред</b>
1.1. Аудиторные занятия, в т. ч.:	<b>28</b>
1.1.1. Лекции	<b>14</b>
1.1.2. Лабораторные занятия	<b>14</b>
1.2. Самостоятельная работа, в т.ч.:	<b>53</b>
<b>Итоговый контроль <u>Экзамен</u></b>	<b>63</b>

2.3.2. Распределение объема дисциплины по темам и видам учебной работы

Разделы и темы дисциплины	Всего (ак. часов)	Лекции (ак. часов)	Лабор. (ак. часов)
1	2=3+4	3	4
<b>Модуль 1</b>			
Тема 1. Способы реализации систем на кристалле.	2	1	1
Тема 2.Использование IP-блоков	2	1	1
Тема 3. Организация средств проектирования	4	2	2
Тема 4. Средства системного проектирования	4	2	2
Тема 5. Средства функционального проектирования	4	2	2
Тема 6. Особенности проектирования систем на кристалле	4	2	2
Тема 7. Возможности реализации систем на кристалле	4	2	2
Тема 8. Перспективы применения систем на кристалле	4	2	2
<b>ИТОГО</b>	<b>28</b>	<b>14</b>	<b>14</b>

2.3.3 Содержание тем дисциплины

**Модуль 1.**

**Тема 1. Способы реализации систем на кристалле**

В полной мере использовать возможности современных полупроводниковых технологий для достижения максимальной производительности, уменьшения потребляемой мощности и площади кристалла позволяет проектирование ASIC на основе библиотек стандартных элементов.

Способы реализации систем на кристалле не ограничиваются вышеперечисленными методами. Существует ряд промежуточных вариантов, которые можно определить как конфигурируемые системы на кристалле (Configurable System on Chip – CsoC).

### **Тема 2. Использование IP-блоков.**

Существует большой выбор библиотек специализированных IP-блоков для различных прикладных областей и технологий изготовления микросхем, в частности библиотек IP-блоков для ПЛИС, представленных в виде синтезируемых блоков на языках высокого уровня, списков цепей в элементном базисе производителей ПЛИС и готовых макросов с топологической реализацией.

### **Тема 3. Организация средств проектирования**

Выбор средств проектирования топологии определяется способом реализации. Для ПЛИС – это средства конкретного производителя. Для ASIC проектирование топологии сейчас все больше выполняется специальными дизайн-бюро, которые имеют полный набор всех необходимых средств проектирования.

### **Тема 4. Средства системного проектирования**

Понятие системного уровня проектирования фактически включает в себя все, что лежит выше уровня разработки RTL. Здесь создается модель исполняемой спецификации, которая служит эталоном поведения проектируемой системы на всех последующих этапах. В системном проектировании можно выделить три уровня детализации:

- уровень "миссии" и выбора общей концепции построения системы, включающий моделирование операционной среды, в которой будет работать проектируемая система, определение статических и динамических сценариев, планирование целевых задач;
- архитектурный уровень с моделированием и анализом производительности систем, сетевых архитектур и протоколов, пропускной способности каналов;
- уровень микроархитектуры, т.е. моделирование и анализ алгоритмов, протоколов, схем разрешения конфликтов на шинах, методов управления памятью, программно-аппаратное разделение и разработка программного обеспечения (драйверы и др.).

### **Тема 5. Средства функционального проектирования**

Функциональный уровень на сегодняшний день остается основным при проектировании цифровых систем независимо от их физической реализации. Задача разработчика на функциональном уровне – создать RTL-описание системы, из которого можно средствами логического синтеза получить работоспособный проект. Поэтому к средствам

функционального проектирования обычно относят средства моделирования и отладки RTL-кода а также средства логического синтеза из RTL-описаний.

### **Тема 6. Особенности проектирования систем на кристалле**

В большинстве случаев СнК представляет собой цифровую СБИС, которая может также содержать ряд аналоговых блоков. Поэтому для проектирования СнК используются те же методы и средства, что и для СБИС. Эти средства реализованы в виде систем автоматизированного проектирования (САПР), поставляемых компаниями Cadance, Synopsys, Mentor Graphics и др. В качестве элементной базы эти САПР используют библиотеки функциональных элементов, в состав которых входят как простые логические вентили и триггеры, так и макроэлементы, выполняющие более сложные функции: регистры, счетчики, сумматоры, умножители, арифметико-логические устройства и т. д.

### **Тема 7. Возможности реализации систем на кристалле**

Современная микроэлектронная технология обеспечивает следующие варианты реализации СнК: в виде заказной СБИС (ASIC); на базе ПЛИС высокой интеграции (FPGA). При реализации СнК в виде ASIC используется традиционный маршрут проектирования ASIC с использованием аппаратно реализованных СФ-блоков, интегрированных в структуру СБИС, и синтезируемых СФ-блоков, которые изготовитель транслирует в физическую структуру с помощью собственных библиотек функциональных элементов.

### **Тема 8. Перспективы применения систем на кристалле**

СнК в виде ASIC перспективны для реализации высокобюджетных проектов, предполагающих последующий крупносерийный выпуск изделий. Они будут применяться в тех случаях, когда реализация заданных технических характеристик невозможна с помощью других решений — систем на плате или СнК на базе FPGA. Учитывая достаточно высокие риски, связанные с разработкой СнК в виде ASIC, можно ожидать, что доля таких проектов будет относительно небольшой.

## **2.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Аудитории и лаборатории оснащены программными средствами автоматизированного синтеза и симуляции цифровых логических схем (VCS, DesignCompiler, ICSCompiler) и необходимой учебной литературой.

**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
	M1	M2	M3	M1	M2	M3		
<b>Вид учебной работы/контроля</b>								
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
<b>Экзамен(оценка итогового контроля)</b>								0.6
			$\Sigma = 1$			$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$

### **3. Теоретический блок**

#### 3.1. Материалы по теоретической части курса

- 3.1.1. Немудров В., Мартин Г. Системы на кристалле. Проектирование и развитие. - М.: Техносфера, 2004, с. 216.
- 3.1.2. AMBA Specification Rev. 2.0//ARM Limited, 1999, p. 230
- 3.1.3. Шагурин И., Шалтырев В., Волов А. «Большие» FPGA как элементная база для реализации систем на кристалле//Электронные компоненты, 2006, №5, с.83-88.
- 3.1.4. Несс Р. Ежегодное исследование рынка встраиваемых систем//Электронные компоненты, 2007, №11, с.69-77.

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

#### 4.1. Перечень экзаменационных вопросов

- 4.1.1. Способы реализации систем на кристалле.
- 4.1.2. Использование IP-блоков
- 4.1.3. Организация средств проектирования
- 4.1.4. Средства системного проектирования
- 4.1.5. Средства функционального проектирования
- 4.1.6. Особенности проектирования систем на кристалле
- 4.1.7. Возможности реализации систем на кристалле
- 4.1.8. Перспективы применения систем на кристалле.