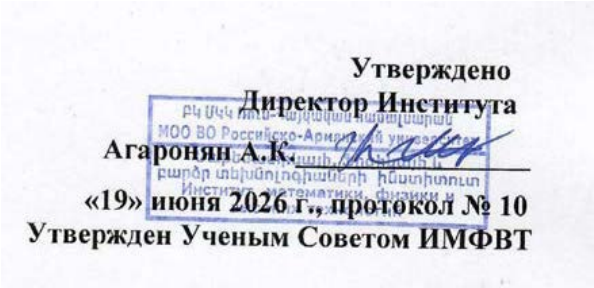
Межгосударственная организация высшего образования
«Российско-Армянский университет»



Утверждено
Директор Института
Агаронян А.К. _____
«19» июня 2026 г., протокол № 10
Утвержден Ученым Советом ИМФВТ

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины: Б1.0.05 Макетирование микроэлектронных средств»

Автор ***Сагателян Анна Карписовна 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 основных принципов и методов макетирования микроэлектронных средств, а также особенностей и различий аппаратных и программных принципов макетирования. Изучение принципов работы и ресурсов современных FPGA.

1.2. Трудоемкость: 5 зр., 180ч.-16ч. лек., 32ч. прак.зан., 90 СР, 42ч. экзамен.

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

Дисциплина «Макетирование микроэлектронных средств» тесно взаимосвязан с такими дисциплинами учебного плана, как «Встроенные системы», «Тестопригодное проектирование микроэлектронных средств».

1.4. Результаты освоения программы дисциплины:

В результате изучения дисциплины «Макетирование микроэлектронных средств» обучающийся должен:

- ***знать:*** основы макетирования микроэлектронных средств различной сложности и уровней абстракции;
- ***уметь:*** построить и анализировать аппаратные и программные макеты микроэлектронных схем и использовать их при проектировании электронных средств;
- ***владеть:*** навыками применения методов и средств макетирования при автоматизированном проектировании микроэлектронных средств.

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)*
ОПК-4	***Способен разрабатывать и***	***ОПК-4.1***	Знает, как использовать

	применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач		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
ОПК-3	***Способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач***	ОПК-3.1	Знает современные принципы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации
		ОПК-3.2	Умеет решать задачи обработки данных с помощью современных средств автоматизации
		ОПК-3.***3***	Владеет навыками обеспечения информационной безопасности

2. УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

2.1. Цели и задачи дисциплины

Изучение основных принципов и методов макетирования микроэлектронных средств, а также особенностей и различий аппаратных и программных принципов макетирования.

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

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**
1. Общая трудоемкость изучения дисциплины по семестрам, в т. ч.:	**180/5 к.**
1.1. Аудиторные занятия, в т. ч.:	**48**
1.1.1. Лекции	**16**
1.1.2. Практические занятия, в т. ч.	**32**
1.2. Самостоятельная работа, в т. ч.:	**90**
Итоговый контроль (Экзамен, Зачет, диф. зачет - указать)	**42ч Экзамен,**

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. Занятия (ак. часов)	Семинары (ак. часов)	Лабор. (ак. часов)
1	**2=3+4+5+6+7**	**3**	**4**	**5**	**6**
Введение Раздел 1. Обзор и изучение современных средств проектирования цифровых систем	**1**	**1**			
Тема 1.1. Представление фирма-производителей современных средств проектирования.	**6**	**2**	**4**		
Тема 1.2. Однократно программируемые логические устройства	**7**	**2**	**5**		
Тема 1.3. Многократно программируемые логические устройства (ПЛИС)	**7**	**2**	**5**		
Тема 1.4. Сравнение и анализ современных ПЛИС – FPGA, CPLD	**6**	**2**	**4**		
Тема 1.5. Маршрутизаторы и трассировочные ресурсы ПЛИС	**1**	**1**			
Раздел 2. Современные ПЛИС семейства Spartan (Spartan-6) иVirtex (Virtex6, Virtex7)					
Тема2.1 Программируемая секция SLICEL	**5**	**1**	**4**		
Тема2.2Программируемая секция SLICEM .	**3**	**1**	**2**		
Тема2.3. Способы макетирования на FPGA	**7**	**3**	**4**		
Тема2.4. Этапы макетирования на FPGA	**6**	**2**	**4**		
ИТОГО	**52**	**18**	**34**		

2.3.2. Краткое содержание разделов дисциплины в виде тематического плана

Раздел 1. Обзор и изучение современных средств проектирования цифровых систем.

Тема 1.1. Представление ведущих фирма-производителей современных средств проектирования. Сравнение и анализ ПЛИС фирм Xilinx и Altera. Сравнение и анализ моделирующих и синтезирующих пакетов ISEDesign (фирма Xilinx) и QuartusII (фирма Altera).

Тема 1.2. Многократно программируемые логические устройства (ПЛИС). Технологии многократного программирования. Конфигурируемые логические блоки (CLB). Секции в CLB. Базовые единицы программирования в FPGA и в CPLD.

Тема 1.3.Сравнение и анализ современных ПЛИС – FPGA, CPLD

Сравнение способов программирования на FPGA и CPLD. Сравнение и анализ быстродействия программирования на FPGA и CPLD. Сравнение и анализ использования ресурсов FPGA и CPLD при макетировании

Тема 1.4. Маршрутизаторы и трассировочные ресурсы ПЛИС.

Реализация межблочных связей в FPGA. Реализация связей между разными секциями одного блока FPGA. Реализация трассировок в FPGA.

Раздел 2. Современные ПЛИС семейства Spartan (Spartan-6) иVirtex (Virtex6, Virtex7)

Тема 2.1. Программируемая секция SLICEL ПЛИС семейства Spartan и Virtex.

Структура и адресные входы секции SLICEL. Способы реализации (макетирования) комбинационной логики с использованием секции SLICEL

Тема 2.2. Программируемая секция SLICEM. Структура и адресные входы секции SLICEM. Способы реализации (макетирования) комбинационной логики и памяти с использованием секции SLICEM

Тема 2.3. Способы макетирования на FPGA. Представление условно-логического способа проектирования. Составление RTL-описания на языке описания аппаратуры(VHDL, VerilogHDL).

Тема 2.4. Этапы макетирования на FPGA. Составление RTL-описания на языке описания аппаратуры.Этапы синтеза и представление RTL- и технологической схем. Создание конст-рейнов (.usf)соответствия входных и выходных сигналов. Имплементация и размещение проектируемой схемы на матрице FPGA. Конфигурация FPGA.

2.3.3. Краткое содержание семинарских/практических занятий/лабораторного практикума

1. Описание n=3,4,.. адресной PROM памяти и макетирование на FPGA.

Составление Verilog описания для n=3,4,.. адресной PROM памяти, составление констрейн файла для данного описания, генерация бит-файла и макетирование на FPGA с отображением выходных сигналов на LED-ах.

2. Описание кодопреобразователя двоичного кода на семисегментном индикаторе и макетирование на FPGA.

Составление Verilog описания для кодопреобразователя двоичного кода семисегментном индикаторе, составление констрейн файла для данного описания, генерация бит-файла и макетирование на FPGA с отображением выходных сигналов на семисегментном индикаторе.

3.Описание сдвигающего BarrellShifterрегистра и макетирование на FPGA.

Составление Verilog описания для сдвигающего BarrellShifter регистра, составление констрейн файла для данного описания, генерация бит-файла и макетирование на FPGA с отображением выходных сигналов на LED-ах.

4. Описание суммирующего/ вычитающего счетчика и макетирование на FPGA.

Составление Verilog описания для суммирующего/ вычитающего счетчика, составление констрейн файла для данного описания, генерация бит-файла и макетирование на FPGA с отображением выходных сигналов на семисегментном индикаторе.

5. Описание счетчика Джонсана и макетирование на FPGA.

Составление Verilog описания для счетчика Джонсана, составление констрейн файла для данного описания, генерация бит-файла и макетирование на FPGA с отображением выходных сигналов на LED-ах.

6. Описание автомата реализующего “бегущую строку” и макетирование на FPGA.

Составление Verilog описания для автомата реализующего “бегущую строку”, составление констрейн файла для данного описания, генерация бит-файла и макетирование на FPGA с отображением выходных сигналов на LED-ах.

7. Описание автомата меняющего свои состояния в определенном порядке и макетирование на FPGA.

Составление Verilog описания для автомата меняющего свои состояния в определенном порядке, составление констрейн файла для данного описания, генерация бит-файла и макетирование на FPGA с отображением выходных сигналов на LED-ах.

2.3.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория обеспечена компьютерами, в которых инсталлирован программно-синтезирующий пакет ISEDesign фирмы Xilinx, оборудована FPGA бордами фирмы Xilinx, со встроенными FPGA семейства Spartan-6, и необходимой учебно-методической литературой

2.4. Модульная структура дисциплины с распределением весов по формам контролей

Формы контролей	**Вес формы (форм) текущего контроля в результирующей оценке текущего контроля (по модулям)**		**Вес формы промежуточного контроля в итоговой оценке промежуточного контроля**		**Вес итоговой оценки промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей**		**Вес итоговой оценки промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей (семестровой оценке)**	**Веса результирующей оценки промежуточных контролей и оценки итогового контроля в результирующей оценке итогового контроля**
Вид учебной работы/контроля	**М1**[1]	**М2**	**М1**	**М2**	**М1**	**М2**		
Контрольная работа *(при наличии)*								
Устный опрос *(при наличии)*								
Тест *(при наличии)*								
Лабораторные работы *(при наличии)*								
Письменные домашние задания *(при наличии)*								
Реферат *(при наличии)*								

[1] Учебный Модуль

Эссе *(при наличии)*								
Проект *(при наличии)*								
Другие формы (при наличии)								
Веса результирующих оценок текущих контролей в итоговых оценках промежуточных контролей								
Веса оценок промежуточных контролей 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 результирующей оценки промежуточных контролей в результирующей оценке итогового контроля								
Вес итогового контроля (Экзамен/зачет) в результирующей оценке итогового контроля								
	∑ = 1	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**

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

3.1. Материалы по теоретической части курса

3.1.1. Учебники

1. А.Ю. Попов. Проектирование цифровых устройств с использованием ПЛИС
2. Патрик Гёлль, **Электронные устройства с программируемыми компонентами. 2003г. - 2003 Кб**
3. Бродин В. Б., Калинин А. В., **Системы на микроконтроллерах и БИС программируемой логики.** 2006г. - 5152 Кб

3.1.2. Электронные материалы

1.http://de.ifmo.ru/bk_netra/page.php?tutindex=25&index=43

2. http://radiotract.ru/book_digital_004.html

3.2. Планы практических занятий

1.Описание кодопреобразователя двоичного кода на семисегментном индикаторе и макетирование на FPGA.

2.Описание сдвигающего BarrellShifter регистра и макетирование на FPGA.

3. Описание суммирующего/ вычитающего счетчика и макетирование на FPGA.

4. Описание автомата реализующего “бегущую строку” и макетирование на FPGA.

5.Описание автомата меняющего свои состояния в определенном порядке и макетирование на FPGA.

Материалы по оценке и контролю знаний

Тематика самостоятельных работ: самостоятельно разработать и макетировать на FPGA

1. Детекторы различных входных последовательностей,
2. Реверсивные счетчики по модулю М,
3. Дорожный светофор по модулю 10.

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

Перечень экзаменационных вопросов

1. Сложные программируемые устройства
2. FPGA. Классические FPGA. Обобщенная структура FPGA.
3. Конфигурируемые логические блоки.
4. FPGA семейства Virtex-6 ¨ Virtex-7.
5. Секции SLICELиSLICEM.
6. Анализ современных ПЛИС – FPGA, CPLD
7. Сравнение современных ПЛИС – FPGA, CPLD
8. Реализация межблочных связей в FPGA.
9. Реализация связей между разными секциями одного блока FPGA.
10. Реализация трассировок в FPGA.
11. Способы макетирования на FPGA.
12. Представление условно-логического способа проектирования.
13. Этапы макетирования на FPGA.

Образец экзаменационного билета

БИЛЕТ

1. FPGA семейства Virtex-6 ¨ Virtex-7.
2. Реализация связей между разными секциями одного блока FPGA.

Задача 1.

Реализовать на FPGA вычитающий счетчик по модулю 6.

Задача 2.

Реализовать на FPGA детектор входной последовательности 100010/1.

5. Методической блок Методический блок

Для освоения данной дисцилины студентам рекомендуется своевременное выполнение всех самостоятельных работ, подготовка к выполнению лабораторных работ и изучение литературы по специальности, представленной в пункте 3.