

**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: *Джанполадов Вахтанг Арташесович*

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

Дисциплина: **Б1.В.13 «Тестирование интегральных схем»**

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:** основы тестирования интегральных схем, анализа неисправностей
- **уметь:** проектировать тестопригодные интегральные схемы
- **владеть:** необходимыми знаниями в области моделирования неисправностей и автоматизации тестирования

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

Курс «Тестирование интегральных схем» тесно взаимосвязан с такими дисциплинами специальности «Конструирование и технология электронных средств», как «Схемо- и системотехника электронных средств», «Синтез и оптимизация цифровых интегральных схем», «Проектирование цифровых интегральных схем», «Управление качеством электронных средств».

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 схемотехники и электроники
- **уметь:** проектировать электронные схемы на логическом уровне
- **владеть:** навыками проектирования цифровых интегральных схем

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

Изучение данной дисциплины базируется на знании следующих дисциплин: «Проектирование аналоговых интегральных схем», «Проектирование цифровых интегральных схем», «Логическое проектирование электронных средств»

2. Содержание

2.1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины «Тестирование интегральных схем» является изучение основ анализа неисправностей, генерации тестов и тестирования интегральных схем,

формирование необходимых знаний в области моделирования неисправностей, автоматизации тестирования и принципов проектирования тестопригодных схем.

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: **(ОК):**

- способностью использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности (ОК-8)

общепрофессиональные компетенции (ОПК):

- способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных (ОПК-5)
- способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ОПК-6)

(ПК):

- готовностью формировать презентации, научно-технические отчеты по результатам выполненной работы, оформлять результаты исследований в виде статей и докладов на научно-технических конференциях (ПК-3)

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
1. Общая трудоемкость изучения дисциплины по семестрам, в т. ч.:	144/4кред
1.1. Аудиторные занятия, в т. ч.:	42
1.1.1. Лекции	28
1.1.2. Лабораторные занятия	14
1.2. Самостоятельная работа, в т.ч.:	39
Итоговый контроль <u>Экзамен</u>	63

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)
Модуль 1.	22	16	6
Тема 1.1. Введение. Необходимость, методы, затраты и задачи тестирования.	2	2	
Тема 1.2. Тестирование интегральных схем. Процесс тестирования на стадиях производства ИС. Пакет программ для создания тестов.	6	4	2
Тема 1.3. Неисправности и моделирование неисправностей. Типы и источники неисправностей. Моделирование неисправностей.	6	4	2
Тема 1.4. Критерии тестируемости. Анализ тестируемости. Наблюдаемость и управляемость.	2	2	
Тема 1.5. Алгоритмы генерации тестовых последовательностей комбинационных схем. Алгоритмы автоматической генерации тестов.	6	4	2
Модуль 2.	20	12	8
Тема 2.1. Тестопригодное проектирование(DFT). Свободное/интуитивное тестирования (ad-hoc testing). Автоматическое формирование тестового шаблона (ATPG).	6	4	2
Тема 2.2. Встроенное самотестирование (Built-in-Self-Test (BIST)). Архитектура встроенного самотестирования. Встроенный блок логических наблюдений (BILBO).	8	4	4
Тема 2.3. Системное тестирование. Внутрисистемное тестирование/граничное сканирование (BoundaryScan). Тестирование аналоговых и смешанных сигналов.	6	4	2
ИТОГО	42	28	14

2.3.3 Содержание разделов и тем дисциплины

Модуль 1.

Тема 1.1. Введение.

Необходимость, методы, затраты и задачи тестирования.

Тема 1.2. Тестирование интегральных схем.

Типы тестирования на уровне ИС. Процесс тестирования на стадиях производства ИС. Тест устройства. Пакет программ для создания тестов. Тестопригодное проектирование (DFT). Экономика DFT.

Задачи тестирования: повышение тактовой частоты. Необходимость различных типов тестирования устройств в ИС. Автоматическая система тестирования (АТЕ).

Тема 1.3. Неисправности и моделирование неисправностей.

Типы и источники неисправностей. Функциональные неисправности, их модели. Не выявленные и не различимые неисправности. Моделирование неисправностей: параллельное, дедуктивное моделирование. Генерация тестовых последовательностей с помощью моделирования. Статистический анализ неисправностей.

Тема 1.4. Критерии тестируемости.

Анализ тестируемости. Наблюдаемость и управляемость. Оценка тестируемости проектируемой системы. SCOAP и COP критерии тестируемости.

Тема 1.5. Алгоритмы генерации тестовых последовательностей комбинационных схем.

Алгоритмы автоматической генерации тестов. D-кубнеисправности. D-алгоритм Рота. Оценка эффективности алгоритмов. PODEM, RAPS и 10V алгоритмы.

Модуль 2.

Тема 2.1. Тестопригодное проектирование (DFT).

Свободное/ интуитивное тестирование (ad-hoc testing). Использование мультиплексоров вadhoc тестировании. Тестирование, основанное на последовательной проверке сигналов узлов (scan-basedtesting). Сканирующий триггер, сканирующий регистр.

Автоматическое формирование тестового шаблона (ATPG). Тестирование комбинационных узлов. Полное сканирование и частичное сканирование.

Тема 2.2. Встроенное самотестирование (Built-in-Self-Test (BIST)).

Архитектура встроенного самотестирования. Тестирование алгоритмов сжатия. Случайные тестовые последовательности. Генератор тестовых последовательностей. Регистр сдвига с линейной обратной связью (LFSR). Встроенный блок логических наблюдений (BILBO).

Тема 2.3. Системное тестирование.

Внутрисистемное тестирование / граничное сканирование (BoundaryScan). Порт тестирования (TAP — TestAccessPort). TAP контроллер. Регистр команд. Регистр данных. Граф состояний TAP контроллера. Тестирование аналоговых и смешанных сигналов. Тестирование аналого-цифровых преобразователей (АЦП) и цифро-аналоговых преобразователей (ЦАП).

2.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория для проведения лабораторных занятий по предмету “Тестирование интегральных схем” обеспечена персональными компьютерами с установленным на них необходимым пакетом программных инструментариев 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		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
			$\Sigma = 1$			$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$

3. Теоретический блок

3.1. Материалы по теоретической части курса

3.1.1. Учебник(и)

1. B. Noia, K. Chakrabarty “Design-for-Test and Test Optimization Techniques for TSV-based 3D Stacked ICs” Springer, 2013
2. S. Goel, K.Chakrabarty “Testing for Small-Delay Defects in Nanoscale CMOS Integrated Circuits” CRS Press, 1 edition, 2012
3. P. Kabisatpathy, A. Barua, S. Sinha “Fault Diagnosis of Analog Integrated Circuits” Springer, 2011
4. M. Bushnell, V. Agrawal “Essentials of Electronic Testing”Kluwer Academic Publishers, 2000

4. Практический блок

4.1. Планы лабораторных занятий

1. Синтез тестов с алгоритмом Рота.
2. Генерация тестового вектора с использованием алгоритма.
3. Анализ генерации тест-вектора с последовательным моделированием.
4. Анализ генерации тест-вектора с конкурентным моделированием.
5. Анализ видимости и управления логических сетей.
6. Анализ работы регистра сдвига с линейной обратной связью.

Наблюдаемость и управляемость

5. Материалы по оценке и контролю знаний

5.1. Перечень экзаменационных вопросов

1. Процесс тестирования на стадиях производства ИС.
2. Пакет программ для создания тестов.
3. Автоматическая система тестирования (ATE).
4. Функциональные неисправности, их модели.
5. Невыявленные и неразличимые неисправности.
6. Параллельное, дедуктивное моделирование.

7. Статистический анализ неисправностей.
8. Оценка тестируемости проектируемой системы.
9. Алгоритмы автоматической генерации тестов.
10. D-кубнеисправности. D-алгоритм Рота.
11. Тестопригодное проектирование (DFT).
12. Свободное/интуитивное тестирование (ad-hoc testing).
13. Автоматическое формирование тестового шаблона (ATPG).
14. Полное и частичное сканирование.
15. Встроенное самотестирование (Built-in-Self-Test (BIST)).
16. Генератор тестовых последовательностей.
17. Регистр сдвига с линейной обратной связью (LFSR).
18. Встроенный блок логических наблюдений (BILBO).
19. Внутрисистемное тестирование/граничное сканирование (BoundaryScan).
20. ТАР контроллер.
21. Регистр команд. Регистр данных.
22. Тестирование аналоговых и смешанных сигналов.