Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Беспалов Владимир Александрович
Должность: Ректор МИЭТ
Дата подписания: 05.02.2025 12:03:23
Уникальный программный ключ:
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d9f8ac883f84f83

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет
«Московский институт электронной техники»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____А.Г. Балашов
«_23_» _сентября_ 2024 г.
М.П.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Тестирование DFT»

Направление подготовки – 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»
Направленность (профиль) – «Программные средства САПР сверхбольших интегральных схем и систем на кристалле»

Программа разработана в Передовой инженерной школе
«Средства проектирования и производства электронной компонентной базы»

Москва 2024 г.

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательной программы:

Компетенция ПК-1 «Способен проектировать интерфейсы прикладного ПО» сформулирована на основе профессионально стандарта 40.016 «Инженер в области проектирования и сопровождения интегральных схем и систем на кристалле».
Обобщенная трудовая функция: А – «Разработка функционального описания и технического задания на систему на кристалле»
Трудовая функция: А /07.7 – «Разработка общей концепции тестирования СнК, включая разработку тестовых векторов и стратегию кристального тестирования»

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	**Задачи профессиональной деятельности**	**Индикаторы достижения компетенций/подкомпетенций**
ПК-1. DFT Способен проектировать тестопригодные интегральные схемы или системы на кристалле	- Обзор методологий тестопригодного проектирования DFT (скан-тестирование, встроенное самотестирование), а также технологий граничного сканирования JTAG (IEEE 1149.1, 1149.6, 1687 и т.д.); - Обзор средств САПР, обеспечивающих формирование тестирующих схем и тестовых наборов; - Изучение маршрута тестопригодного проектирования; - Освоение навыков разработки тестовых структур и их внедрения в ИС; - Освоение навыков автоматического формирования тестовых шаблонов (ATPG) и анализа тестового покрытия.	*Знать* - Маршрут проектирования тестопригодных схем; - Методы и способы построения встроенных средств тестирования блоков СнК; - Особенности аппаратуры для промышленного тестирования ИС; *Уметь* - Оценивать возможность и необходимость введения тестовых структур в аппаратную часть ИС; - Разрабатывать и применять различные средства тестирования блоков системы на кристалле; - Создавать наборы тестовых воздействий для промышленных тестеров; *Иметь опыт* - Применения различных методов организации тестирования ИС; - Разработки общей стратегии тестирования СнК и ее составных частей; - Разработки наборов тестовых

		векторов для тестирования СнК; - Разработка наборов тестовых воздействий для кристального тестирования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы, дисциплина по выбору.

Входные требования к дисциплине – необходимы компетенции в области разработки RTL-описания цифровых блоков СнК, функционально-логического синтеза цифровых устройств средствами САПР, моделирование RTL-описания и списка цепей средствами САПР.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	**Семестр**	**Общая трудоёмкость (ЗЕ)**	**Общая трудоёмкость (часы)**	**Контактная работа**			**Самостоятельная работа (часы)**	**Промежуточная аттестация**
				Лекции (часы)	**Лабораторные работы (часы)**	**Практические занятия (часы)**		
2	4	4	144	16	16	-	112	ЗаО

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	**Контактная работа**			**Самостоятельная работа**	**Формы текущего контроля**
	Лекции (часы)	**Лабораторные работы (часы)**	**Практические занятия (часы)**		
Модуль 1. Маршрут проектирования тестопригодных схем	*2*	-	-	*30*	Прохождение письменного опроса
Модуль 2. Граничное сканирование	*4*	*4*	-	*18*	Защита лабораторных работ Прохождение письменного опроса
Модуль 3. Встроенное	*2*	*4*	-	*18*	Защита лабораторных работ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
самотестирование					Прохождение письменного опроса
Модуль 4. Внутреннее сканирование	*4*	*4*	-	*18*	Защита лабораторных работ
					Прохождение письменного опроса
Модуль 5. Автоматическая генерация тестовых последовательностей	*2*	*4*	-	*18*	Защита лабораторных работ
					Прохождение письменного опроса
Модуль 6. Производственное тестирование, испытания и отладка	*2*	-	-	*10*	Прохождение письменного опроса

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Маршрут проектирования тестопригодных схем. Понятие тестопригодности. Тенденции тестирования. Типы тестирований.
2	2	2	Архитектура граничного сканирования (IEEE 1149.1). Тестовый порт доступа (TAP). TAP-контроллер. Регистры и инструкции граничного сканирования. Цепь сканирования на уровне платы. Язык описания структур граничного сканирования. Расширение стандарта на дифференциальные LVDS-цепи (IEEE 1149.6).
	3	2	Стандарты тестопригодного проектирования. Встроенный JTAG (IEEE 1687). Тестирование СнК на уровне функциональных ядер (IEEE 1500).
3	4	2	Встроенное самотестирование памяти. Структура памяти. Модели неисправностей памяти. Алгоритмы тестирования памяти. Встроенное самотестирование логики.
4	5	2	Концепция внутреннего сканирования. Скан-архитектуры. Требования к дизайну для возможности интеграции скан-структур. Статическое и динамическое скан-тестирование.
	6	2	Формирование синхросигнала сканирования. Сжатие тестовых данных. Подход к сканированию иерархического дизайна.

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
5	7	2	Модели неисправностей: модель постоянной неисправности, модель переходной неисправности, модель неисправности, связанной с задержками, модель неисправности, связанная с отклонением величины тока потребления в установившемся режиме. Пример генерации тестовых воздействий.
6	8	2	Производственное тестирование, испытания и отладка. Процесс тестирования. Этапы тестирования. Типы тестирований. Тестовый план. Автоматическое испытательное оборудование

4.2. Практические занятия

Не предусмотрены

4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
2	1-2	4	Граничное сканирование
3	3-4	4	Встроенное самотестирование памяти
4	5-6	4	Внутреннее сканирование
5	7-8	4	Автоматическая генерация и моделирование тестовых последовательностей

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	10	Освоение теоретического материала и подготовка к письменному опросу по теме Маршрут проектирования тестопригодных схем. Работа с учебной литературой.
	10	Освоение теоретического материала и подготовка к выполнению лабораторных работ в САПР Synopsys. Работа с документацией САПР.
	10	Освоение теоретического материала и подготовка к выполнению

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
		лабораторных работ в САПР Cadence. Работа с документацией САПР.
2	10	Освоение теоретического материала и подготовка к письменному опросу по теме Граничное сканирование. Работа с учебной литературой.
	8	Освоение теоретического материала и подготовка к лабораторной работе по теме Граничное сканирование в САПР Siemens. Работа с документацией САПР и ресурсами Интернета.
3	10	Освоение теоретического материала и подготовка к письменному опросу по теме Встроенное самотестирование памяти. Работа с учебной литературой.
	8	Освоение теоретического материала и подготовка к лабораторной работе по теме Встроенное самотестирование памяти в САПР Siemens. Работа с документацией САПР и ресурсами Интернета.
4	10	Освоение теоретического материала и подготовка к письменному опросу по теме Внутреннее сканирование. Работа с учебной литературой.
	8	Освоение теоретического материала и подготовка к лабораторной работе по теме Внутреннее сканирование в САПР Siemens. Работа с документацией САПР и ресурсами Интернета.
5	10	Освоение теоретического материала и подготовка к письменному опросу по теме Автоматическая генерация и моделирование тестовых последовательностей. Работа с учебной литературой.
	8	Освоение теоретического материала и подготовка к лабораторной работе по теме Автоматическая генерация и моделирование тестовых последовательностей в САПР Siemens. Работа с документацией САПР и ресурсами Интернета.
6	10	Освоение теоретического материала и подготовка к письменному опросу по теме Производственное тестирование, испытания и отладка. Работа с учебной литературой.

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС// URL: , http://orioks.miet.ru/):

- Сценарий по дисциплине
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ
- Ссылки на литературу по всей дисциплине

- Варианты заданий для дифференцированного зачета.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1 Пухальский, Г. И. Проектирование цифровых устройств : учебное пособие / Г. И. Пухальский, Т. Я. Новосельцева. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 896 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - URL: https://e.lanbook.com/book/212219 (дата обращения: 03.05.2023). - ISBN 978-5-8114-1265-5. - Текст : электронный.

2 Хоровиц П. Искусство схемотехники : [монография] / П. Хоровиц, У. Хилл ; Пер. с англ. - 7-е изд. - М. : БИНОМ, 2015. - 704 с. - ISBN 978-5-9518-0351-1; ISBN 978-0-521-37095-7 : 1130-00.

3 Новожилов, О. П. Электроника и схемотехника : В 2-х ч. : учебник для академического бакалавриата. Ч. 1 / О. П. Новожилов. - Москва : Юрайт, 2019. - 382 с. - (Бакалавр. Академический курс). - URL: https://urait.ru/bcode/434561 (дата обращения: 02.04.2021). - ISBN 978-5-534-03513-1. - Текст : электронный.

4 Новожилов, О. П. Электроника и схемотехника : В 2-х ч. : учебник для академического бакалавриата. Ч. 2 / О. П. Новожилов. - Москва : Юрайт, 2019. - 421 с. - (Бакалавр. Академический курс). - URL: https://urait.ru/bcode/434562 (дата обращения: 02.04.2021). - ISBN 978-5-534-03515-5. - Текст : электронный.

Нормативная литература

Не требуется

Периодические издания

1 ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ. ЭЛЕКТРОНИКА: Научно-технический журнал / М-во образования и науки РФ; МИЭТ; Гл. ред. Ю.А. Чаплыгин. - М.: МИЭТ, 1996 -

2 IEEE TRANSACTIONS ON COMPUTER AIDED DESIGN OF INTERGRATED CIRCUITS & SYSTEMS - USA: IEEE, [б.г.]. – URL: http://ieeexplore.iece.org/xpl/RecentlIssue.jsp?punumber=43 (дата обращения: 22.10.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1 IEEE/IET Electronic Library (IEL) [Электронный ресурс] = IEEE Xplore : Электронная библиотека. - USA ; UK, 1998-. - URL: https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp (дата обращения : 10.01.2024). - Режим доступа: из локальной сети НИУ МИЭТ в рамках проекта «Национальная подписка»

2 Лань : Электронно-библиотечная система Издательства Лань. - СПб., 2011-. - URL: https://e.lanbook.com (дата обращения: 10.01.2024). - Режим доступа: для

авторизированных пользователей МИЭТ

3 Юрайт : Электронно-библиотечная система : образовательная платформа. - Москва, 2013 - . - URL: https://urait.ru/ (дата обращения : 10.01.2024); Режим доступа: для авторизированных пользователей МИЭТ.

4 eLIBRARY.RU : Научная электронная библиотека: сайт. - Москва, 2000 -. - URL: https://www.elibrary.ru/defaultx.asp (дата обращения: 10.01.2024). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации дисциплины используется **смешанное обучение**, в основе которого лежит интеграция технологий традиционного и электронного освоения компетенций, в частности за счет использования онлайн тестирования, взаимодействие со студентами в электронной образовательной среде.

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС.

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: раздел ОРИОКС «Домашние задания», электронная почта, сервисы видеоконференцсвязи, социальные сети.

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внутренние электронные ресурсы** в формах тестирования в ОРИОКС и MOODLe.

При проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внешние электронные ресурсы** в формах: *сервисы youtube https://www.youtube.com/@tessentsiliconlifecyclesol8830*

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	**Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы**	**Перечень программного обеспечения**
Учебная аудитория	Компьютер с мультимедийным оборудованием	Win pro от 7, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Crome); Acrobat reader DC
Лаборатория	ПЭВМ Intel LGA 1156 Core i7-3770k с мониторами Dell	Операционная система Linux Centos, САПР Synopsys Inc, САПР Cadence Inc, САПР Siemens

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	Операционная система Microsoft Windows Microsoft Office браузер Acrobat reader DC

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по компетенции/подкомпетенции **ПК-1. DFT** Способен проектировать тестопригодные интегральные схемы или системы на кристалле

Фонды оценочных средств представлены отдельными документами и размещены в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: **HTTP://ORIOKS.MIET.RU/**.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Особенности организации процесса обучения

Студенты, изучающие дисциплину на базовом уровне, обязаны:

- выполнить лабораторные работы (подтверждается сдачей каждой лабораторной работы);
- участвовать в письменных тестированиях на лекционных занятиях;

В процессе изучения курса предполагается самостоятельная работа студента при подготовке к лабораторным работам, использование основной и дополнительной литературы, интернет-ресурсов.

С целью качественной организации самостоятельной работы студентов проводятся разъяснения материала. Вводное разъяснение проводится лектором дисциплины в начале первой лекции и включает: информацию о структуре и графике контрольных мероприятий, содержании и порядке проведения контрольных мероприятий, правилах оценивания согласно НБС МИЭТ, учебной литературе и дополнительных информационных источниках, основных требованиях по оценке качества освоения дисциплины, самостоятельной работе студентов, организации и назначении консультаций. Для студентов проводятся консультации. Студентам рекомендуется активно пользоваться консультациями преподавателя: это единственная возможность обучаться индивидуально и выяснить все возникшие вопросы. Кроме этого, на консультациях можно защитить

лабораторную работу, если не успели на занятии. По завершению изучения дисциплины предусмотрена промежуточная аттестация в виде зачета с оценкой.

11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система.

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (в сумме 75 баллов) и сдача дифференцированного зачета (25 баллов).

По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и график контрольных мероприятий доступен в ОРИОКС// URL: http://orioks.miet.ru/.

РАЗРАБОТЧИКИ:

Ассистент Института ИнЭл _____/В.С. Парсегова/

Рабочая программа дисциплины «Тестирование DFT» по направлению подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника», направленность (профиль) «Программные средства САПР сверхбольших интегральных схем и систем на кристалле» разработана в Институте ИнЭл и утверждена на заседании Ученого совета Института ИнЭл 06 09 2024 года, протокол № 1

Директор Института ИнЭл _____/В.В. Лосев/

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с Передовой инженерной школой

Директор ПИШ _____ /А.Л. Переверзев /

Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК _____ /И.М. Никулина /

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки _____/Т.П. Филиппова/