Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Беспалов Владимир Александрович
Должность: Ректор МИЭТ
Дата подписания: 05.02.2025 12:05:23
Уникальный программный ключ:
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d7c98be38d9d4f03

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
«13» сентября 2024 г.
М.П.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Функциональная верификация»

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 крристалле».
Трудовая функция: A/06.7 – «Проведение верификации разработанного архитектурного решения».
Трудовая функция: A/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. ФВ Способен разрабатывать верификационный план, функциональные тесты и элементы среды верификации моделей интегральной схемы и ее составных блоков	Разработка верификационных планов, функциональных тестов и элементов среды верификации моделей интегральной схемы и ее составных блоков	***Знания***: методологии создания тестовых окружений, функциональных тестов и элементов среды верификации. ***Умения***: разрабатывать тестовые окружения, функциональных тесты и элементы среды верификации с использованием высокоуровневых языков проектирования и верификации. ***Опыт***: разработки и отладки тестовых окружений, функциональных тестов и элементов среды верификации с использованием высокоуровневых языков проектирования и верификации для решения профессиональных задач.

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 следующих ранее изучаемых дисциплин: математика, информатика, программирование на языке C/C++, цифровая схемотехника, проектирование на языке Verilog, «Программные

средства САПР». Для успешного усвоения дисциплины наиболее важными являются следующие разделы этих дисциплин: дискретная математика (математика), основы объектно-ориентированного программирования (информатика).

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. Основы функциональной верификации, методология UVM.	*4*	*4*	-	*26*	Защита лабораторных работ
Модуль 2. Разработка элементов среды верификации на языке SystemVerilog с использованием методологии UVM.	4	4	-	*26*	Защита лабораторных работ
Модуль 3. Разработка тестовых окружений на языке SystemVerilog с использованием методологии UVM.	4	4	-	*26*	Защита лабораторных работ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
Модуль 4. Разработка верификационных планов и функциональных тестов на языке SystemVerilog.	4	4	-	*26*	Защита лабораторных работ
Модуль 1-4	-	-	-	8	Выполнение и сдача практико-ориентированного задания

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Понятие функциональной верификации. Маршрут функциональной верификации моделей СФ-блоков. Инструменты и методы функциональной верификации. Общие принципы методологии верификации: OVM, UVM. Введение в методологию UVM. Классы и методы UVM.
	2	2	Понятие фаз в UVM. Моделирование данных на основе UVM.
2	3	2	Классы, методы UVM-агента. Структура агента UVM-агента: драйвер, сиквенсер, монитор, интерфейс.
	4	2	Подходы к проектированию параметризованных UVM-агентов. Взаимодействие агента и RTL-модели.
3	5	2	Структура тестовых окружений: классы, методы. Взаимодействие агента, окружение и RTL-модели.
	6	2	Вложенные окружения. Повторное использование кода тестовых окружений. Универсализация тестовых окружений.
4	7	2	Понятие покрытия в верификации. Виды покрытия. Подходы к оценке покрытия. Инструмент разработки верификационных планов vManager. Инструмент анализа покрытия IMC. Разработка верификационных планов на основе спецификации и сценариев использования устройства.
	8	2	Понятие теста и тестового сценария. Разработка функциональных с использование методологииUVM. Проблема достижения требований по покрытию функциональными тестами. Проблема повторного

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
			использования кода тестов и тестовых сценариев.

4.2. Практические занятия

Не предусмотрены

4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1	1	4	Практическая подготовка. Моделирование данных на основе UVM.
2	2	4	Практическая подготовка. Разработка мастер-агента на основе UVM для модели устройства с системным интерфейсом.
3	3	4	Практическая подготовка. Разработка тестового окружения на основе UVM.
4	4	4	Практическая подготовка. Разработка функционального теста для модели устройства.

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	20	Изучение учебно-методических материалов по теме лекций 1,2.
	6	Подготовка к лабораторным работам.
2	20	Изучение учебно-методических материалов по теме лекций 3,4.
	6	Подготовка к лабораторным работам.
3	20	Изучение учебно-методических материалов по теме лекций 5,6.
	6	Подготовка к лабораторным работам.
4	20	Изучение учебно-методических материалов по теме лекций 7,8.
	6	Подготовка к лабораторным работам.
1-4	8	Выполнение и сдача практико-ориентированного задания.

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 практико-ориентированного задания
- Варианты заданий для зачета.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1 Томас, Д. Логическое проектирование на SystemVerylog / Д. Томас ; Науч. ред. А. С. Камкин, М. М. Чупилко; Пер. с англ. А. А. Слинкина [и др.]. - М. : ДМК Пресс, 2019. - 384. - URL: https://e.lanbook.com/book/131680 (дата обращения: 23.03.2021). - ISBN 978-5-97060-619-3 : 0-00. - Текст : электронный.

2 Мурсаев А.Х. Специализированные вычислительные блоки в системах на кристалле : Проектирование и верификация / А.Х. Мурсаев. - Deutschland : Palmarium Academic Publishing, 2015. - 275 с. - ISBN 978-5-659-60023-4 : 5418-05.

3 Mehta, A. B. (Ashok B. Mehta). ASIC/SoC Functional Design Verification : A Comprehensive Guide to Technologies and Methodologies / A. B. Mehta. - USA : Springer, 2018. - URL: https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-59418-7 (дата обращения: 17.03.2021). - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-3-319-59417-0 (Print); 978-3-319-59418-7 (Online). - Текст : электронный.

4 Progress in VLSI Design and Test : 16th International Symposium, VDAT 2012, Shibpur, India, July 1-4, 2012. Proceedings / Hafizur Rahaman, Sanatan Chattopadhyay, Santanu Chattopadhyay, editors. - Springer, 2012. - (Lecture Notes in Computer Science. Volume 7373). - URL : http://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-642-31494-0 (дата обращения: 17.06.2021) . - ISBN 978-3-642-31493-3 (Print); 978-3-642-31494-0 (Online). - Текст : электронный.

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.ieee.org/xpl/RecentIssue.jsp?punumber=43 (дата обращения: 12.12.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ
3. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: Теорет. и прикладной науч.-техн. журн. / Издательство "Новые технологии". - М. : Новые технологии, 1995 -.

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, 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 ОРИОКС и MOODLe.

При проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внешние электронные ресурсы** в формах:

1. ЭБС издательства Лань - http://e.lanbook.com/
2. http://ru.wikipedia.org – определения, теоремы, исторические сведения
3. http://techlibrary.ru – книги по математике, физике и другим дисциплинам

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	20 рабочих мест с ПК	ОС Centos; Python Cadence Inc; LibreOffice
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. ФВ** Способен разрабатывать верификационный план, функциональные тесты и элементы среды верификации моделей интегральной схемы и ее составных блоков**».**

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, обязаны:

- посетить лекции;
- выполнить лабораторные работы (подтверждается сдачей каждой лабораторной работы);
- выполнить практико-ориентированное задание на опыт деятельности;
- принять участие в дискуссиях во время лабораторных работ.

В процессе изучения курса предполагается самостоятельная работа студента при выполнении заданий лабораторных работ, использование 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.

В конце обучения дисциплине студентами выполняется практико-ориентированное задание, по результатам которого происходит публичное представление результатов заданий СРС на опыт деятельности.

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 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:

Преподаватель Института ИнЭл, к.т.н. _____/К.А. Жезлов/

Рабочая программа дисциплины «Функциональная верификация» 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/