Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Беспалов Владимир Александрович
Должность: Ректор МИЭТ
Дата подписания: 05.02.2025 12:02:28
Уникальный программный ключ:
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d76c8f89ea8b2b8d602

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

«Высокоуровневые языки проектирования и верификации»

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 06.015 «Специалист по информационным системам».

Обобщенная трудовая функция: D – «Управление работами по сопровождению и проектами создания (модификации) ИС, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы»

Трудовая функция: D/08.7 – «Разработка инструментов и методов проектирования бизнес-процессов заказчика»

40.016 «Инженер в области проектирования и сопровождения интегральных схем и систем на кристалле»

Обобщенная трудовая функция: B – «Разработка синтезпригодного описания уровня регистровых передач»

Трудовая функция: B/04.7 – «Моделирование разработанных цифровых блоков в составе всей системы в целом»

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	**Задачи профессиональной деятельности**	**Индикаторы достижения компетенций/подкомпетенций**
ПК-1.ВЯПиВ Способен использовать высокоуровневые языки проектирования и верификации для создания функциональных моделей и тестов для СФ-блоков и ИС	Разработка функциональных моделей и тестов для сложнофункциональных блоков (СФ-блоков) и ИС на языках описания и верификации аппаратуры	***Знания***: принципов использования современных высокоуровневых языков проектирования и верификации ***Умения***: разрабатывать устройства и системы обработки информации с использованием высокоуровневых языков проектирования и верификации ***Опыт***:разработки и отладки 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.

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)	Лабораторныеработы (часы)	Практические занятия (часы)		
1	2	4	144	16	16	-	112	ЗаО
2	3	4	144	16	16	-	76	Экз (36)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторныер аботы (часы)	Практические занятия (часы)		
Модуль 1. Введение в высокоуровневые языки проектирования и верификации	4	4	-	18	Защита лабораторных работ
Модуль 2. Проектирование и моделирование с помощью языка Python	8	8	-	44	Защита лабораторных работ Выполнение практико-ориентированного задания
Модуль 3. Верификация с помощью языка Python.	4	4	-	50	Защита лабораторных работ Выполнение и сдача практико-ориентированного задания Тестирование

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторныер аботы (часы)	Практические занятия (часы)		
Модуль 4. Основы языка SystemVerilog. Введение в язык проектирования Chisel (Scala).	4	4	-	18	Защита лабораторных работ
Модуль 5. Проектирование и моделирование с помощью языка SystemVerilog.	8	8	-	26	Защита лабораторных работ Выполнение практико-ориентированного задания
Модуль 6. Верификация с помощью языка SystemVerilog.	4	4	-	32	Защита лабораторных работ Выполнение и сдача практико-ориентированного задания Тестирование

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1,2	4	Маршрут проектирования наноэлектронных систем на кристалле. Этапы маршрута проектирования: их цели, задачи и средства проектирования. Высокоуровневые языки проектирования систем на кристалле. Язык SystemC: общая характеристика и применение на этапе архитектурного проектирования СнК.
	3,4	4	Базовые принципы, лежащие в основе языков описания аппаратуры (HDL языков). Отличия HDL языков от языков программирования. Использование высокоуровневых языков при проектировании СнК. Общая характеристика языка Python.
2	5	2	Синтаксис и функциональные возможности языка Python. Строки. Условия. Цикл for. Цикл while и команды управления циклами. Списки (массивы). Вложенные списки (2-мерные массивы).
	6	2	Настройка функции print(). Функции. Методы работы со списками Кортежи. Множества. Словари.

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
3	7	2	Модули и пакеты. Пространства имен и области видимости. Классы. Ошибки и исключения.
	8	2	Генерация RTL-кода. Использование пакета NumPy.
4	9	2	История создания языка SystemVerilog. Новые типы данных в языке SystemVerilog по сравнению с Verilog. Структура языка SystemVerilog. Типы данных.Введение в язык проектирования Chisel (Scala).
	10	2	Операторы always,always_comb,always_latch,always_ff. Операторы case, casex, casez. Модификаторы priority, unique, unique0. Тип enum: синтаксис, методы, примеры применения. Упакованные и неупакованные структуры (structure). Интерфейсы (interface) в SystemVerilog и их использование при проектировании. Модификаторы интерфейсов (modport).
5	11, 12	4	Общие принципы методологии верификации UVM. Цикл верификации.Иерархия и компоненты UVM. UVM как библиотека классов.Компоненты тестового окружения (testbench) и их назначение. Верификационный агент и его структура. Направленноеислучайноетестирование. Видыкодовогопокрытия: linecoverage,pathcoverage,togglecoverage,FSMcoverage.
	13, 14	4	Общие сведения об утверждениях (assertion) в SystemVerilog и их применении. Непосредственные утверждения (immediateassertion). Параллельные утверждения в SystemVerilog (concurrentassertion) и их применение. Свойства (property) в SystemVerilog, их описание и проверка. Общая характеристика языка Scala. Язык Chisel и его использование для проектирования интегральных схем.
6	15	2	Основы методологии функционального покрытия (SFC). Измерение функционального покрытия. Покрытие значений переменной и покрытие переходов. Группа покрытия (covergroup), точка покрытия (coverpoint), накопители (bins). Перекрестное покрытие (cross coverage).
	16	2	Основы методологии случайной верификации с ограничениями (CRV). Случайные переменные с возвратом и без возврата: определение и свойства. Метод randomize(). Введение ограничений на случайные значения.Случайный выбор (randcase). Случайная последовательность (randsequence): правила формирования.

4.2. Практические занятия

Не предусмотрены

4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1	1	4	Практическая подготовка. Реализация функций ввода-вывода данных и простых вычислительных функций на языке Python.
2	2,3	8	Практическая подготовка. Разработка программы для расчета задержек библиотечных элементов с использованием языка Python.
3	4	4	Практическая подготовка. Прототипирование генератора синусоидального сигнала с амплитудной модуляцией на языке Python. Дискретизация и спектральный анализ сигналов с использованием библиотеки scipy языка Python.
4	5	4	Практическая подготовка. Разработка компонентов процессорного ядра с архитектурой RISC на языке SystemVerilog: блок регистров с параллельным интерфейсом; арифметико-логическое устройство (АЛУ); счетчик с флагами.
5	6,7	8	Практическая подготовка. Реализация на языке SystemVerilog процессорного ядра в целом. Разработка верификационного окружения для проверки функционирования процессорного ядра с архитектурой RISC на языке SystemVerilog.
6	8	4	Практическая подготовка. Запуск и отладка тестов с помощью верификационного окружения для проверки функционирования процессорного ядра с архитектуройRISCна языке SystemVerilog.

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	10	Изучение основных элементов синтаксиса языка Python. Разработка кода простых вычислительных функций с использованием базовых конструкций языка Python.
	8	Подготовка к лабораторным работам.
2	12	Изучение принципов разработки программ обработки данных на языке Python с использованием списков (массивов),циклов for и while.
	14	Изучение принципов разработки программ на языке Python с использованием пакетов и библиотек. Подготовка к лабораторным работам.

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
	18	Выполнение практико-ориентированного задания.
3	18	Подготовка к лабораторным работам.
	18	Выполнение и сдача практико-ориентированного задания.
	14	Подготовка к тестированию и зачёту
4	10	Изучение принципов разработки СФ-блоковна языке SystemVerilog.
	8	Подготовка к лабораторным работам.
5	10	Изучение принципов разработки устройств ввода-вывода и вычислительных устройств с использованием языка SystemVerilog.
	8	Подготовка к лабораторным работам.
	10	Выполнение практико-ориентированного задания.
6	8	Изучение принципов разработки верификационных окружений на языке SystemVerilog
	8	Подготовка к лабораторным работам.
	8	Выполнение и сдача практико-ориентированного задания
	8	Подготовка к тестированию и экзамену

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-ориентированных заданий
- Варианты заданий для дифференцированного зачета и экзамена.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1 Сузи Р.А. Язык программирования Python / Р.А. Сузи. - 2-е изд. - М. : ИНТУИТ.РУ, 2016. - 350 с. - URL: https://e.lanbook.com/book/100546 (дата обращения: 16.11.2020). - ISBN 5-9556-0058-2 : 0-00.

2 Федотова, Е. Л. (Автор МИЭТ, ИПОВС). Информатика**.** Курс лекций : учебное пособие / Е. Л. Федотова, А. А. Федотов ; рецензент Л. Г. Гагарина. - Москва : Форум :

Инфра-М, 2011. - 480 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-8199-0448-0; 978-5-16-004571-9 : 299-86, 1500 экз. - Текст : непосредственный.
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 Spear, C. (Chris Spear). System Verilog for Verification : A Guide to Learning the Testbench Language Features / C. Spear. - 2nd edition. - USA : Springer, 2008. - URL: https://link.springer.com/book/10.1007/978-0-387-76530-3 (дата обращения: 17.03.2021). - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-1-4419-4561-7 (Print); 978-0-387-76530-3 (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 -.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХБАЗ 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 ОРИОКС и MOODLe.

При проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внешние электронные ресурсы** в виде доступа к видео лекциям и заданиям для СРС:

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 Synopsys Inc; LibreOffice
Помещение для самостоятельной работы	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	Операционнаясистема Microsoft Windows Microsoft Office браузер Acrobat reader DC

10. ФОНДЫОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по компетенции/подкомпетенции **ПК-1.ВЯПиВ «**Способен использовать высокоуровневые языки проектирования и верификации для создания функциональных моделей и тестов для СФ-блоков и ИС».

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.

По завершению изучения дисциплины предусмотрена промежуточная аттестация в виде зачёта оценкой (2 семестр) и экзамена (3 семестр).

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/экзамена (25 баллов).

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

РАЗРАБОТЧИКИ:

Профессор Института ИнЭл, д.т.н., доцент _____/А.А. Беляев/

Ст. преподаватель Института ИнЭл, к.т.н. _____/М.Н. Скрипниченко/

Рабочая программа дисциплины«Высокоуровневые языки проектирования и верификации» 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/

/Корнилов А.В./