

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:

ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736a7b2e9b0a3921b3b12

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

Трудовая функция: Д/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: В – «Разработка синтезпригодного описания уровня регистровых передач»

Трудовая функция: В/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)	Лабораторные работы (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)	Лабораторные работы (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)	Лабораторные работы (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 нанoeлектронных 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. Направленное и случайное тестирование. Виды кодового покрытия: 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 архитектурой RISC на 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-блоков на 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 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 авторизованных пользователей МИЭТ
3. Юрайт : Электронно-библиотечная система : образовательная платформа. - Москва, 2013 - . - URL: <https://urait.ru/> (дата обращения : 10.01.2024); Режим доступа: для авторизованных 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 Chrome); Acrobat reader DC
Лаборатория	20 рабочих мест с ПК	OC 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	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.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

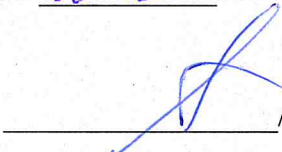
 /А.А. Беляев/

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

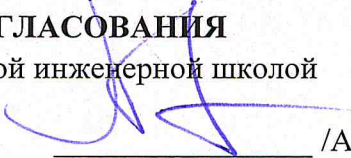
Директор Института ИнЭл


/В.В. Лосев/

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

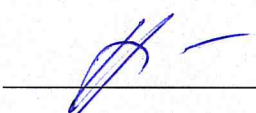
Рабочая программа согласована с Передовой инженерной школой

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/