

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Беспалов Владимир Александрович

Должность: Ректор МИЭТ

Дата подписания: 01.09.2025 14:16:16

Уникальный программный ключ:

ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f3e0c8e0e3a812b8c01

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский университет

«Московский институт электронной техники»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УР

 И.Г. Игнатова

« 1d »



20 20

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Высокоуровневые языки проектирования и верификации»

Направление подготовки 09.04.01 - «Информатика и вычислительная техника»

Направленность (профиль) - «Лингвистические средства САПР сверхбольших интегральных схем и систем на кристалле»

Москва 2020

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенция ПК-2 «Способен проводить анализ и тестирование характеристик программных продуктов и/или аппаратных средств» **сформулирована на основе профессионального стандарта 40.019** «Специалист по функциональной верификации и разработке тестов функционального контроля наноразмерных интегральных схем»

Обобщенная трудовая функция: D – «Выполнение работ по созданию сред верификации моделей, сопровождению разработки прототипов ИС и составляющих ее блоков»

Трудовая функция: D/02.7 «Разработка высокоуровневых (эталонных) моделей СФ-блоков»

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-2.ВУЯ Способен использовать высокоуровневые языки проектирования и верификации	Разработка функциональных тестов для моделей сложнофункциональных блоков (СФ-блоков) и ИС на языках описания и верификации аппаратуры	Знания принципов использования современных высокоуровневых языков проектирования и верификации Умения разрабатывать системы обработки информации с использованием высокоуровневых языков проектирования и верификации Опыт разработки с использованием высокоуровневых языков проектирования и верификации для решения профессиональных задач

Компетенция ПК-3 «Способен разрабатывать программно-аппаратные встраиваемые комплексы» **сформулирована на основе профессионального стандарта 40.019** «Специалист по функциональной верификации и разработке тестов функционального контроля наноразмерных интегральных схем»

Обобщенная трудовая функция: D – «Выполнение работ по созданию сред верификации моделей, сопровождению разработки прототипов ИС и составляющих ее блоков»

Трудовая функция D/01.7 - «Разработка структуры среды верификации ИС или СФ-блоков»

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-3.ВУЯ Способен разрабатывать программно-аппаратные встраиваемые комплексы с использованием высокоуровневых языков проектирования и верификации	Выполнение работ по созданию сред верификации моделей, сопровождению разработки прототипов ИС и составляющих ее блоков	Знания возможностей высокоуровневых языков для проектирования и верификации программно-аппаратных комплексов Умения использовать высокоуровневые языки проектирования и верификации для создания программно-аппаратных комплексов информационных систем Опыт разработки встраиваемых комплексов использованием высокоуровневых языков проектирования и верификации

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы, изучается на 1 курсе, во 2 семестре и на 2 курсе, в 3 семестре (очная форма обучения).

Изучение дисциплины базируется на следующих ранее изучаемых дисциплинах: «Дискретная математика», «Информатика», «Основы объектно-ориентированного программирования», «Цифровая схемотехника», «Лингвистические средства проектирования», «Программные средства 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)	Практическая подготовка		
1	2	4	144	16	16	-	16	112	ЗаО
2	3	4	144	16	16	-	16	76	Экз(36)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка		
1. Введение в высокоуровневые языки проектирования и верификации.	8	-	4	4	18	Защита лабораторных работ
2. Проектирование и моделирование с помощью языка Python.	4	-	8	8	44	Защита лабораторных работ
3. Верификация с помощью языка Python.	4	-	4	4	44	Защита лабораторных работ
4. Основы языка SystemVerilog. Введение в язык проектирования Chisel (Scala).	8	-	4	4	18	Защита лабораторных работ
5. Проектирование и моделирование с помощью языка SystemVerilog.	4	-	8	8	30	Защита лабораторных работ
6. Верификация с помощью языка SystemVerilog.	4	-	4	4	30	Защита лабораторных работ
1-6	-	-	-	-	4	Сдача практико-ориентированного задания

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.
3	7	2	Модули и пакеты. Пространства имен и области видимости. Классы. Ошибки и исключения.
	8	2	Генерация RTL-кода. Использование пакета NumPy.
4	9,10	4	История создания языка SystemVerilog. Новые типы данных в языке SystemVerilog по сравнению с Verilog. Структура языка SystemVerilog. Общая характеристика языка Scala. Язык Chisel и его использование для проектирования интегральных схем.
	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: line coverage, path coverage, toggle coverage, FSM coverage.
5	13	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).
	14	2	Общие сведения об утверждениях (assertion) в SystemVerilog и их применении. Непосредственные утверждения (immediate assertion). Параллельные утверждения в SystemVerilog (concurrent assertion) и их применение. Свойства (property) в SystemVerilog, их описание и проверка.
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.
4	5	4	Практическая подготовка. Дискретизация и спектральный анализ сигналов с использованием библиотеки scipy языка Python.
5	6,7	8	Практическая подготовка. Разработка компонентов процессорного ядра с архитектурой RISC на языке SystemVerilog: блок регистров с параллельным интерфейсом; арифметико-логическое устройство (АЛУ); счетчик с флагами. Реализация на языке SystemVerilog процессорного ядра в целом.
6	8	4	Практическая подготовка. Разработка 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 домашних заданий по лабораторным работам.

2	30	Изучение принципов разработки программ обработки данных на языке Python с использованием списков (массивов), циклов for и while. Подготовка домашних заданий по лабораторным работам.
	14	Подготовка домашних заданий по лабораторным работам.
3	18	Подготовка домашних заданий по лабораторным работам.
	24	Подготовка к зачёту.
4	10	Изучение принципов разработки программ на языке Python с использованием пакетов и библиотек.
	8	Подготовка домашних заданий по лабораторным работам.
5	10	Изучение принципов разработки устройств ввода-вывода и вычислительных устройств с использованием языка SystemVerilog.
	20	Подготовка домашних заданий по лабораторным работам.
6	15	Изучение принципов разработки верификационных окружений на языке SystemVerilog Подготовка домашних заданий по лабораторным работам. Подготовка к экзамену.
	15	Подготовка домашних заданий по лабораторным работам.
1-6	4	Выполнение 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 <http://orioks.miet.ru/>), а также электронные компоненты по дисциплине:

Методические указания студентам по изучению дисциплины «Высокоуровневые языки проектирования и верификации»: https://orioks.miet.ru/prepare/ir-science?id_science=2433730

Модуль 1 «Введение в высокоуровневые языки проектирования и верификации»

- ✓ Материалы для освоения содержания лекций (учебная литература - см.п.1) включают изложение теоретического материала модуля
- ✓ Материалы для выполнения лабораторных работ (учебная литература - см.п.1)
- ✓ Электронные компоненты: интернет ресурс <https://pythontutor.ru/>

Модуль 2 «Проектирование и моделирование с помощью языка Python»

- ✓ Материалы для освоения содержания лекций (учебная литература - см.п.1) включают изложение теоретического материала модуля
- ✓ Материалы для выполнения лабораторных работ (учебная литература - см.п.1)
- ✓ Электронные компоненты: интернет ресурс <https://docs.python.org/3/tutorial/index.html>

Модуль 3 «Верификация с помощью языка Python»

- ✓ Материалы для освоения содержания лекций (учебная литература - см.п.1) включают изложение теоретического материала модуля
- ✓ Материалы для выполнения лабораторных работ (учебная литература - см.п.1)
- ✓ Электронные компоненты: интернет ресурс <http://www.myhdl.org/>

Модуль 4 «Основы языка SystemVerilog. Введение в язык проектирования Chisel (Scala)»

- ✓ Материалы для освоения содержания лекций (учебная литература - см.п.2) включают изложение теоретического материала модуля
- ✓ Материалы для выполнения лабораторных работ (учебная литература - см.п.2)
- ✓ Электронные компоненты: интернет ресурс <http://systemverilog.ru/>

Модуль 5 «Проектирование и моделирование с помощью языка SystemVerilog»

- ✓ Материалы для освоения содержания лекций (учебная литература (см.п.2) включают изложение теоретического материала модуля
- ✓ Материалы для выполнения лабораторных работ (учебная литература (см.п.2)
- ✓ Электронные компоненты: интернет ресурс <http://systemverilog.ru/>

Модуль 6 «Верификация с помощью языка SystemVerilog»

- ✓ Материалы для освоения содержания лекций (учебная литература - см.п.3,4) включают изложение теоретического материала модуля
- ✓ Материалы для выполнения лабораторных работ (учебная литература - см.п.3,4)
- ✓ Электронные компоненты: интернет ресурс https://ece.colorado.edu/~mathys/ecen2350/IntelSoftware/pdf/IEEE_Std1800-2017_8299595.pdf

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Саммерфилд, М. Python на практике : учебное пособие / М. Саммерфилд ; перевод с английского А. А. Слинкин. — Москва : ДМК Пресс, 2014. — 338 с. — ISBN 978-5-97060-095-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/66480> (дата обращения: 22.03.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. 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 МИЭТ. - ISBN 978-3-319-59417-0 (Print); 978-3-319-59418-7 (Online). - Текст : электронный.
3. 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 МИЭТ. - 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. Лань : электронно-библиотечная система. - Санкт-Петербург, 2011 - . - URL: <https://e.lanbook.com/> (дата обращения: 30.10.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ
2. Юрайт : Электронно-библиотечная система : образовательная платформа. - Москва, 2013 - . - URL: <https://urait.ru/> (дата обращения: 05.11.2020); Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ
3. SCOPUS : Библиографическая и реферативная база данных научной периодики : сайт. – URL: www.scopus.com/ (дата обращения: 30.09.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ
4. ФИПС : Информационно-поисковая система: сайт. - Москва, 2009 - . - URL: <https://www1.fips.ru/elektronnye-servisy/informatsionno-poiskovaya-sistema/index.php> (дата обращения: 30.09.2019)
5. ProQuest : сайт. - URL: <http://search.proquest.com/> (дата обращения: 30.10.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ
6. eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000. – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 30.10.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей
7. IEEE/IET Electronic Library (IEL) = IEEE Xplore : электронная библиотека. - USA ; UK, 1998 - . - URL: <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp> (дата обращения: 28.10.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации обучения используется смешанное обучение, применяется модель смешанного обучения «расширенная виртуальная модель», которая предполагает обязательное присутствие студентов на очных учебных занятиях (лекциях и лабораторных работах) с последующим самостоятельным выполнением индивидуального задания (индивидуальные задания к лабораторным работам и задание на опыт деятельности).

Обучение может реализовываться с применением дистанционных образовательных технологий.

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

Для взаимодействия студентов с преподавателем могут использоваться сервисы обратной связи, такие как электронная почта, социальная сеть ВКонтакте, система видеоконференций Zoom.

При проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внутренние электронные ресурсы** в формах материалов в системе ОРИОКС: URL: <https://orioks.miet.ru/>

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 специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование	Microsoft (Azure), Microsoft Office
Учебно-образовательный центр SYNOPSIS-МИЭТ каф. ПКИМС, ауд. 7207.	20 рабочих мест с ПК	OS Centos; Python Synopsys Inc; LibreOffice
Помещение для самостоятельной работы	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ОРИОКС	Microsoft (Azure)

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

1. ФОС по компетенции/подкомпетенции **ПК-2.ВУЯ** «Способен использовать высокоуровневые языки проектирования и верификации».
2. ФОС по компетенции/подкомпетенции **ПК-3.ВУЯ** «Способен разрабатывать программно-аппаратные встраиваемые комплексы с использованием высокоуровневых языков проектирования и верификации».

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 (НБС).

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (в сумме максимум 80 баллов), и сдача зачёта с оценкой или экзамена (максимум 20 баллов).

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


РАЗРАБОТЧИК:

Профессор кафедры ПКИМС, д.т.н.



/А.А. Беляев/

Рабочая программа дисциплины «Высокоуровневые языки проектирования и верификации» по направлению подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника», направленности (профилю) «Лингвистические средства САПР сверхбольших интегральных схем и систем на кристалле», разработана на кафедре ПКИМС и утверждена на заседании кафедры 27 ноября 2020 года, протокол № 8

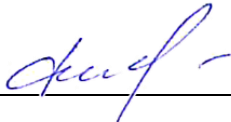
Заведующий кафедрой ПКИМС  /С.В. Гаврилов/

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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/