

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович
Должность: И.О. Ректора
Дата подписания: 22.09.2025 13:25:43
Уникальный программный ключ:
f17218015d82e3c1457d1df9e244def505047355

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
«22» сентября 2025 г.
М.П.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Тестопригодное проектирование»

Направление подготовки – 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»
Направленность (профиль) – «Вычислительные системы и электронная компонентная база»

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

Москва 2025 г.

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Компетенция ПК-2 Способен осуществлять топологическое проектирование СНК, сформулирована на основе профессионального стандарта 40.016 «Инженер в области проектирования и сопровождения интегральных схем и систем на кристалле»

Обобщенная трудовая функция D (7) Разработка топологического описания на основе полученного списка цепей с учётом набора ограничений

Трудовая функция D/01.7 Разработка плана кристалла, размещение блоков

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-2.ТестПр Способен проектировать тестопригодные интегральные схемы или системы на кристалле	Проектирование интегральных схем и систем на кристалле на системном, функциональном, логическом и физическом уровнях описания; обеспечение качества и соответствия моделей всех уровней абстракции СНК заявленным спецификациям и характеристикам, подтверждение заявленных функциональных и электрических параметров изготовленных ИС	Знания - маршрута проектирования тестопригодных схем; - методов и способов построения встроенных средств тестирования блоков СНК; - особенностей аппаратуры для промышленного тестирования ИС; Умения - 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; Опыт - применения различных методов организации тестирования ИС; - разработки общей стратегии тестирования СНК и ее составных частей; - разработки наборов тестовых векторов для тестирования СНК; - разработки наборов тестовых воздействий для кристалльного тестирования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы, является элективной

Входные требования к дисциплине – необходимы компетенции в области ранее изучаемых дисциплин бакалавриата: 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	3	4	144	16	32	-	60	Экз (36)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа				Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа	
Модуль 1. Маршрут проектирования тестопригодных схем	2	-	-	5	Тестирование
Модуль 2. Граничное сканирование	4	8	-	11	Защита ЛР Опрос Выполнение индивидуального задания
Модуль 3. Встроенное самотестирование	2	8	-	11	Защита ЛР Опрос Проверка выполнение индивидуального задания
Модуль 4. Внутреннее сканирование	4	8	-	11	Защита ЛР Опрос Проверка выполнение индивидуального задания
Модуль 5. Автоматическая генерация тестовых последовательностей	2	8	-	11	Защита ЛР Опрос Проверка выполнение индивидуального задания

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
Модуль 6. Производственное тестирование, испытания и отладка	2	-	-	11	Опрос Проверка выполнение индивидуального задания

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Маршрут проектирования тестопригодных схем. Понятие тестопригодности. Тенденции тестирования. Типы
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
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.
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	8	Граничное сканирование
3	3-4	8	Встроенное самотестирование памяти
4	5-6	8	Внутреннее сканирование
5	7-8	8	Автоматическая генерация и моделирование тестовых последовательностей

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	3	Самостоятельное изучение дополнительной литературы и электронных ресурсов на темы лекций и лабораторных работ.
	2	Подготовка к тесту
2	2	Самостоятельное изучение дополнительной литературы и электронных ресурсов на темы лекций и лабораторных работ.
	2	Подготовка к опросу
	4	Подготовка к защите ЛР
	3	Выполнение индивидуального задания
3	2	Самостоятельное изучение дополнительной литературы и электронных ресурсов на темы лекций и лабораторных работ.
	2	Подготовка к опросу
	4	Подготовка к защите ЛР
	3	Выполнение индивидуального задания
4	2	Самостоятельное изучение дополнительной литературы и электронных ресурсов на темы лекций и лабораторных работ.
	2	Подготовка к опросу
	4	Подготовка к защите ЛР
	3	Выполнение индивидуального задания
5	2	Самостоятельное изучение дополнительной литературы и электронных ресурсов на темы лекций и лабораторных работ.
	2	Подготовка к опросу
	4	Подготовка к защите ЛР

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
	3	Выполнение индивидуального задания
6	2	Самостоятельное изучение дополнительной литературы и электронных ресурсов на темы лекций и лабораторных работ.
	2	Подготовка к опросу
	4	Подготовка к защите ЛР
	3	Выполнение индивидуального 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/>):

- Учебно-методические рекомендации по дисциплине
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ
- Ссылки на литературу по всей дисциплине
- Варианты заданий для экзамена

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: 11.11.2024). - 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, 2003. - 704 с.
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: 11.11.2024). - 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: 11.11.2024). - ISBN 978-5-534-03515-5. - 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: 11.11.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ

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 : 11.11.2024). - 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: 11.11.2024). - Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ
3. Юрайт : Электронно-библиотечная система : образовательная платформа. - Москва, 2013 - . - URL: <https://urait.ru/> (дата обращения : 11.11.2024); Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ.
4. eLIBRARY.RU : Научная электронная библиотека: сайт. - Москва, 2000 -. - URL: <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 11.11.2024). - 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.

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
Компьютерный класс	ПЭВМ Intel LGA 1156 Core i7-3770k с мониторами Dell	Операционная система Linux Centos, САПР Synopsys Inc, САПР Cadence Inc, САПР Siemens
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-2.ТестПр** «Способен проектировать тестопригодные интегральные схемы или системы на кристалле».

Фонд оценочных средств представлен отдельным документом и размещен 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.

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 экзамена (25 баллов).

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

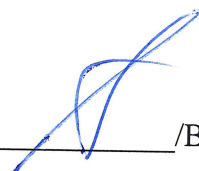
РАЗРАБОТЧИКИ:

Доцент Института ИнЭл, к.т.н.

 / А.В. Коршунов/

Рабочая программа дисциплины «Тестопригодное проектирование» по направлению подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника», направленность (профиль) «Вычислительные системы и электронная компонентная база» разработана в Институте ИнЭл и утверждена на заседании Ученого совета Института ИнЭл «29» августа 2025 года, протокол № 1

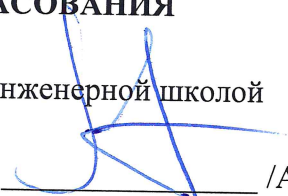
Директор Института ИнЭл


_____/В.В. Лосев/

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

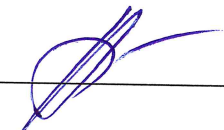
Рабочая программа согласована с Передовой инженерной школой

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/