

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Беспалов Владимир Александрович

Должность: Ректор МИЭТ

Дата подписания: 05.02.2025 12:05:21

Уникальный программный ключ:

ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d76c8f8bea882b8d602

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

«05.02.2025» 2024 г.

М.П.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Маршрут проектирования цифровых интегральных схем»

Направление подготовки – 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»

Направленность (профиль) – «Вычислительные системы и электронная компонентная база»

Москва 2024 г.

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенция	Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Индикаторы достижения подкомпетенций
ОПК-7 Способен адаптировать зарубежные комплексы обработки информации и автоматизированного проектирования к нуждам отечественных предприятий	ОПК-7.МПЦИС Способен использовать инструменты САПР для проектирования сложно-функциональных блоков цифровых СБИС	Знания: основ системного проектирования микроэлектронных устройств на базе принципа модульности с цифровым микропроцессорным (компьютерным) управлением Умения: выбирать и описывать модели электронной компонентой базы на различных этапах проектирования с учетом выбранного маршрута проектирования Опыт: - по анализу первичного технического задания и определение состава СнК. - в определении множества специальных математических, логических и других функций и операций, описывающих работу СнК. - в разработке поведенческой высокоуровневой модели всей системы без учёта временных характеристик средствами System C, System Verilog

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Входные требования к дисциплине – необходимы компетенции в области ранее изучаемых дисциплин бакалавриата: «Физика полупроводников и полупроводниковых приборов», «Схемотехника», «Архитектуры процессорных систем».

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	1	4	144	16	32	-	96	ЗаО

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
Модуль 1. Функционально-логическое проектирование СБИС	8	16	-	48	Тестирование Защита ЛР
Модуль 2. Физическое проектирование цифровых СБИС	8	16	-	48	Тестирование Защита ЛР Проверка индивидуального задания

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Обзор маршрута RTL2GDS. Основные инструменты и вендоры. Сравнение, основные проектные процедуры
	2.	2	RTL разработка (синтезопригодность). Обзор языков Verilog/System Verilog/VHDL Особенности System Verilog для последовательностных схем
	3	2	Практика RTL разработки (Pipeline, datapath), оформление кода, коллективная разработка Маршрут логического синтеза. Обзор, входные данные (RTL, SDC, библ.), выходные данные (gatelevel, SDF)
	4	2	Статической временной анализ, основные концепции (setup, hold). Проектные ограничения (Reg2Reg, Input/Output delay, input transition, load)
2	5	2	Влияние техпроцесса на характеристики схемы. Углы характеризации Проектное окружения для физического проектирования
	6	2	Этапы планировки кристалла и размещения Синтез дерева синхросигнала и MCMC режим
	7	2	Трассировка и выходные данные физического проектирования Формальная верификация в маршруте проектирования
	8	2	Физическая верификация (DRC/LVS/ERC) Финишные процедуры для повышения выхода годных

4.2. Практические занятия

Не предусмотрены

4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1	1	4	Блоки комбинаторной и последовательной логики на System Verilog
	2	4	Маршрут логического синтеза в Cadence Genus
	3	4	Логический синтез с учетом проектных ограничений
	4	4	Основы статического временного анализа
2	5	4	Обзор маршрута физического проектирования в Cadence
	6	4	Планировка и размещение в Innovus
	7	4	Синтез дерева синхросигнала и трассировка в Innovus
	8	4	Верификация после физического проектирования.

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	12	Самостоятельное изучение дополнительной литературы и электронных ресурсов на темы лекций и лабораторных работ.
	24	Подготовка к защите ЛР №1-4
	12	Подготовка к тестам
2	12	Самостоятельное изучение дополнительной литературы и электронных ресурсов на темы лекций и лабораторных работ.
	24	Подготовка к защите ЛР №5-8
	12	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/>):

- Сценарий по дисциплине
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ
- Ссылки на литературу по всей дисциплине
- Варианты заданий для дифференцированного зачета.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Маршрут проектирования ЦИС. Физический синтез : Учеб.пособие / А.В. Коршунов, С.В. Гусев ; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М. : МИЭТ, 2015. - 72 с.
2. Галочкин В. А. Введение в нанотехнологии и наноэлектронику: учебное пособие / В. А. Галочкин. - 2-е изд. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. - 200 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2092473> (дата обращения: 18.08.2023)
3. Топологическое проектирование систем на кристалле : учебное пособие / И. В. Ермаков, С. А. Ильин, Т. Ю. Крупкина [и др.] ; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - Москва : МИЭТ, 2022. - 96 с..
4. Основы технологии электронной компонентной базы : учебное пособие / Е. Э. Бодров. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. - 204 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1902462> (дата обращения: 01.11.2023).
5. Основы нано- и функциональной электроники : учебное пособие / Ю. А. Смирнов, С. В. Соколов, Е. В. Титов. - 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург :Лань, 2022. - 320 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - URL: <https://e.lanbook.com/book/211205> (дата обращения: 04.05.2023)
6. Высокоуровневые языки проектирования и верификации интегральных микросхем: язык Python : учебное пособие / А. А. Беляев, Е. С. Янакова, И. А. Липатов [и др.] ; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - Москва : МИЭТ, 2022. - 112 с. - Имеется электронная версия издания. - ISBN 978-5-7256-0986-8

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. ЭЛЕКТРОННАЯ ТЕХНИКА. Серия 3. МИКРОЭЛЕКТРОНИКА : научно-технический журнал / Научно-исследовательский институт молекулярной электроники. - Москва : НИИМЭ, 2014 - . - URL: http://elibrary.ru/title_about.asp?id=41329 (дата обращения: 09.09.2024). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей, последние через систему заказа. - ISSN 2410-9932
3. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: Теорет. и прикладной науч.-техн. журн. / Издательство "Новые технологии". - М. : Новые технологии, 1995 -.

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 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 формах тестирования в ОРИОКС и MOODLe.

При проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внешние электронные ресурсы** в формах:- *электронных компонентов сервисов* youtube

- <https://www.youtube.com/playlist?list=PLi3mfxNhwAi85ITPc7Q04QNvuGBOu450F>
- <https://www.youtube.com/playlist?list=PLi3mfxNhwAi86lD4AjPdMYT2fl00VaAS4>
- https://www.youtube.com/playlist?list=PLi3mfxNhwAi-Jul8_xY9Nhig8DZNxJFZ

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	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ.	ОС Centos САПР Cadence Inc.

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
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 **ОПК-7.МПЦИС** «Способен использовать инструменты САПР для проектирования сложно-функциональных блоков цифровых СБИС».

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);
- принять участие в дискуссиях во время лекций;
- выполнить задание на практический опыт деятельности.

В процессе изучения курса предполагается самостоятельная работа студента при подготовке к лекционным, 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, если не успели на занятии.

В конце семестра студентами выполняется индивидуальное задание, по результатам которого происходит публичное представление результатов заданий СРС на опыт

деятельности, ИЗ может выполняться как дома, так и в аудиториях для самостоятельных работ.

По завершению изучения дисциплины предусмотрена промежуточная аттестация в виде зачета с оценкой.

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(25 баллов).

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

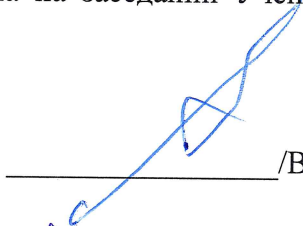
РАЗРАБОТЧИКИ:

Доцент Института ИнЭл, к.т.н.

_____/А.В. Коршунов/

Рабочая программа дисциплины «Маршрут проектирования цифровых интегральных схем» 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 «18» сентября 2024 года, протокол № 2.

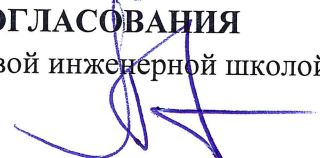
Директор Института ИнЭл


_____/В.В. Лосев/

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

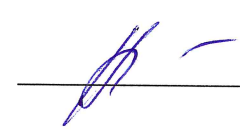
Рабочая программа согласована с Передовой инженерной школой

Директор ПИШ


_____/А.Л. Переверзев /

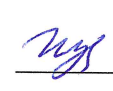
Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК


_____/И.М. Никулина /

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

/ Директор библиотеки


_____/Т.П. Филиппова/