

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Беспалов Владимир Александрович

Должность: Ректор МИЭТ

Дата подписания: 01.09.2025 14:16:17

Уникальный программный ключ:

ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf735483403e03e3a824b8c01

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 »

1d

20 20

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Маршрут проектирования ИС. Физический синтез»

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:** С – «Выполнение работ по верификации моделей интегральной схемы и ее составных блоков»

**Трудовая функция:** С/03.7 – «Исследование функциональных и электрических параметров моделей СФ-блоков и ИС в предельно-допустимых и предельных режимах»

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
<b>ПК-2.МПрФС</b> Способен анализировать и тестировать маршруты автоматизированного физического проектирования.	<b>Проектно-конструкторская:</b> Контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.	<b>Знания</b> характеристик программных продуктов для автоматизированного проектирования <b>Умения</b> использовать программные решения с учетом особенностей уровней представления проекта <b>Опыт</b> анализа и тестирования цифровых схем и систем с использованием автоматизированных средств.

**Компетенция ПК-5** «Способен организовывать проведение научно-исследовательских работ при разработке и внедрении САПР» **сформулирована на основе профессионального стандарта 40.019** «Специалист по функциональной верификации и разработке тестов функционального контроля наноразмерных интегральных схем»

**Обобщенная трудовая функция:** С – «Выполнение работ по верификации моделей интегральной схемы и ее составных блоков»

**Трудовая функция:** С/04.7 – «Проведение предварительного анализа результатов тестов»

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
<b>ПК-5.МПрФС</b> Способен проводить научные исследования работ	<b>Научно-исследовательская:</b> разработка и исследование теоретических и	<b>Знания</b> возможностей отечественных и зарубежных средств автоматизированного проектирования СБИС и СнК

при внедрении маршрутов автоматизированного физического проектирования	экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности, разработка методов решения нестандартных задач и новые методы решения традиционных задач; анализ результатов проведения экспериментов	<b>Умения</b> проводить работы по совершенствованию маршрутов проектирования интегральных схем и систем <b>Опыт</b> внедрения новых программных решений в маршруты проектирования СБИС и СнК
--	---	---

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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

Изучение дисциплины базируется на следующих ранее изучаемых дисциплинах: «Физика полупроводников и полупроводниковых приборов», «Интегральная схемотехника», «Высокоуровневые языки проектирования и верификации».

Материалы, изучаемые в данной дисциплине, используются при прохождении практик и подготовке выпускной квалификационной работы.

## 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		
2	4	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. Маршрут проектирования цифровых ИС в САПР Synopsys	8	-	8	8	36	Защита лабораторных работ

2. Физический синтез	8	-	8	8	36	Защита лабораторных работ
1, 2	-	-	-	-	4	Сдача практико-ориентированного задания

#### 4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Синтаксис языка Verilog. Типы данных. Выражения, операторы и операнды.
	2	2	Принципы событийного моделирования. Очередь событий Verilog.
	3	2	Назначения в языке Verilog. Непрерывные назначения, процедурные блокирующие и неблокирующие назначения.
	4	2	Принципы создания синтезопригодного описания.
2	5	2	Основы теории тестирования логических устройств.
	6	2	Верификация устройства в процессе разработки.
	7	2	Тестовые оболочки и генераторы входных последовательностей.
	8	2	Методы и средства автоматизированной верификации.

#### 4.2. Практические занятия

*Не предусмотрены*

#### 4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1	1	4	Практическая подготовка. Введение в автоматизированный логический синтез с использованием САПР Synopsys
	2	4	Практическая подготовка. Проектные ограничения и условия функционирования на этапе логического синтеза
2	3	4	Практическая подготовка. Маршрут физического синтеза с использованием библиотек 32/28 и 90 нм. Настройка окружения
	4	4	Практическая подготовка. Трассировка. Верификация и передача проекта на производство

#### 4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	18	Изучение учебно-методических материалов по темам: «Физическое проектирование, физическая верификация, финальные операции».
	18	Подготовка к лабораторным работам.
2	18	Подготовка доклада-сообщения по актуальным проблемам в области физического проектирования
	18	Подготовка к лабораторным работам.
1, 2	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/>):

**Методические указания студентам** по изучению дисциплины «Маршрут проектирования ИС. Физический синтез»: [https://orioks.miet.ru/prepare/ir-science?id\\_science=2433732](https://orioks.miet.ru/prepare/ir-science?id_science=2433732)

#### **Модуль 1 «Маршрут проектирования цифровых ИС в САПР Synopsys»**

Виды самостоятельной работы студентов и методические материалы по выполнению заданий для самостоятельной работы по тематике модуля 1 содержатся в разделе «Самостоятельная работа студентов» УМК дисциплины, размещенном на информационном ресурсе <http://orioks.miet.ru/>

#### **Модуль 2 «Физический синтез»**

Методические материалы, перечень литературы, информационных источников для выполнения заданий для самостоятельной работы по тематике модуля 2, требования к выполнению самостоятельной работы и методика её оценивания, а так же отражение результатов выполнения самостоятельной работы в НБС содержатся в разделе «Самостоятельная работа студентов» УМК дисциплины, размещенном на информационном ресурсе <http://orioks.miet.ru/>

### 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. - Имеется электронная версия издания. - ISBN 978-5-7256-0831-1
2. Трубочкина Н.К. Нанoeлектроника и схемотехника : В 2-х ч. : Учеб. для академического бакалавриата. Ч. 1 / Н.К. Трубочкина. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2019. - 281 с. - (Бакалавр. Академический курс). - URL: <https://biblio-online.ru/book/nanoelektronika-i-shemotehnika-v-2-ch-chast-1-433848> (дата обращения: 01.11.2020). - ISBN 978-5-9916-7735-6; 978-5-9916-7736-3.
  3. Трубочкина Н.К. Нанoeлектроника и схемотехника : В 2-х ч. : Учеб. для академического бакалавриата. Ч. 2 / Н.К. Трубочкина. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2019. - 262 с. - (Бакалавр. Академический курс). - URL: <https://biblio-online.ru/book/nanoelektronika-i-shemotehnika-v-2-ch-chast-2-434225> (дата обращения: 01.11.2020). - ISBN 978-5-9916-7737-0; 978-5-9916-7736-3.
  4. Белоус А.И. Основы конструирования высокоскоростных электронных устройств. Краткий курс "белой магии" : Под общ. ред. А.И. Белоуса / А.И. Белоус, В.А. Солодуха, С.В. Шведов. - М. : Техносфера, 2017. - 872 с. - (Мир электроники). - URL: <https://e.lanbook.com/book/110950> (дата обращения: 10.11.2020). - ISBN 978-5-94836-500-8
  5. Гусев В.Г. Электроника и микропроцессорная техника (для бакалавров): Учеб. пособие / В.Г. Гусев. - М. : Кнорус, 2018. - URL: <https://www.book.ru/book/926521> (дата обращения: 01.11.2020). ISBN 978-5-406-06106-0.

#### **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: 12.12.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ
3. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: Теорет. и прикладной науч.-техн. журн. / Издательство "Новые технологии". - М. : Новые технологии, 1995 -.

#### **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/](http://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

Применяются дистанционные образовательные технологии в онлайн сдачи лабораторных работ в соответствии с индивидуальным вариантом посредством электронной почты.

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

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: 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/prepare/ir-science?id\\_science=2433732](https://orioks.miet.ru/prepare/ir-science?id_science=2433732)

При проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внешние электронные ресурсы** в виде доступа к видео-лекциям по тематике курса (URL: [https://www.youtube.com/playlist?list=PLmeA0KmAsYuhBX5Sra\\_b41v3EG8W\\_\\_lp5](https://www.youtube.com/playlist?list=PLmeA0KmAsYuhBX5Sra_b41v3EG8W__lp5))

## 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 SYNOPSYS-МИЭТ каф. ПКИМС ауд.7207	20 ПЭВМ Intel LGA1156 Core i7-3770k с мониторами Dell	ОС Centos САПР Synopsys Inc.
Помещение для самостоятельной работы	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ОРИОКС	ОС Windows (Azure) Microsoft (Azure)

## **10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ**

1. ФОС по компетенции/подкомпетенции **ПК-2.МПрФС** «Способен анализировать и тестировать маршруты автоматизированного физического проектирования»
2. ФОС по компетенции/подкомпетенции **ПК-5.МПрЛП** «Способен проводить научные исследования работ при внедрении маршрутов автоматизированного физического проектирования»

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 на базовом уровне, обязаны:

- выполнить лабораторные работы (подтверждается сдачей каждой лабораторной работы);
- принять участие в дискуссиях во время лекций;
- выполнить практико-ориентированное задание.

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 практико-ориентированное задание, по результатам которого происходит публичное представление результатов заданий СРС на опыт деятельности.

По завершению изучения дисциплины предусмотрена промежуточная аттестация в виде экзамена.

## 11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется балльная накопительная система.

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (в сумме максимум 64 балла), и сдача экзамена (максимум 36 баллов). По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и график контрольных мероприятий доступен в ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

### РАЗРАБОТЧИК:

Доцент кафедры ПКИМС, к.т.н., доцент \_\_\_\_\_  /А.В. Коршунов/

Рабочая программа дисциплины «Маршрут проектирования ИС. Физический синтез» 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

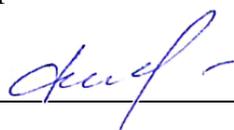
Заведующий кафедрой ПКИМС  /С.В. Гаврилов/

### 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/