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:
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d76c8f8bea8b20b8b02

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

«Методы физического проектирования»

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 управлять процессами создания, модификации и сопровождения информационных систем, автоматизации процессов проектирования» сформулирована на основе профессионально стандарта 40.016 «Инженер в области проектирования и сопровождения интегральных схем и систем на кристалле».
Обобщенная трудовая функция: D – «Разработка топологического описания на основе полученного списка цепей с учетом набора ограничений»
Трудовая функция: D/01.7 – «Разработка плана кристалла, размещение блоков»
Трудовая функция: D/02.7 – «Размещение стандартных ячеек и выполнение предварительной трассировки»
Трудовая функция: D/03.7 – «Осуществление предварительной экстракции паразитных параметров, проведение статического временного анализа»
Трудовая функция: D/06.7 – «Осуществление детальной трассировки СнК»

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	**Задачи профессиональной деятельности**	**Индикаторы достижения компетенций/подкомпетенций**
ПК-1.МФП Способен управлять процессами создания, модификации и сопровождения маршрутов автоматизированного физического проектирования	Проектирование и сопровождение интегральных схем и систем на кристалле на физическом уровне описания	***Знания***: основных методов моделирования и физического макетирования, особенностей этапов маршрута физического проектирования ***Умения***: использовать методы автоматизированного физического проектирования ИС и СнК ***Опыт***: модификации и совершенствования маршрута физического проектирования ИС и СнК

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 физики полупроводников и полупроводниковых приборов, интегральной схемотехники, высокоуровневых языков проектирования и верификации.

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	4	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. Физический синтез ИС	10	12	-	46	Защита лабораторных работ Выполнение практико-ориентированного задания
Модуль 2. Аттестация и верификация проекта ИС	6	4	-	30	Защита лабораторных работ Выполнение и сдача практико-ориентированного задания.

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Общий маршрут физического проектирования
	2	2	Планировка кристалла
	3	2	Размещение стандартных ячеек

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
	4	2	Синтез дерева синхросигнала
	5	2	Трассировка
2	6	2	Основы статического временного анализа
	7	2	Аттестация проекта. Финальный статический временной анализ, финишные операции
	8	2	Аттестация проекта. Физическая верификация

4.2. Практические занятия

Не предусмотрены

4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1	1	4	Настройка проектного окружения. Автоматизированный маршрут физического проектирования
	2	4	Этапы планировки кристалла и размещения стандартных ячеек
	3	4	Синтез дерева синхросигнала и трассировка межсоединений
2	4	4	Временной анализ и финишные операции на этапе физического проектирования

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	18	Изучение учебно-методических материалов по теме: «Физическое проектирование».
	18	Подготовка к лабораторным работам
	10	Выполнение практико-ориентированного задания
2	18	Изучение учебно-методических материалов по темам: «Статический

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
		временной анализ, физическая верификация».
	8	Подготовка к лабораторным работам
	4	Выполнение и сдача 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// URL: , http://orioks.miet.ru/):

- Сценарий по дисциплине
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ
- Ссылки на литературу по всей дисциплине
- Варианты практико-ориентированного задания
- Варианты заданий для экзамена.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1 Коршунов А.В. (Автор МИЭТ, ПКИМС). 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 : б.ц., 100 экз.

2 Трубочкина Н.К. Наноэлектроника 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://urait.ru/bcode/433848 (дата обращения: 24.12.2020). - ISBN 978-5-9916-7735-6; 978-5-9916-7736-3 : 0-00**.** - Текст : электронный.

3 Трубочкина Н.К. Наноэлектроника 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://urait.ru/bcode/434225 (дата обращения: 24.12.2020). - ISBN 978-5-9916-7737-0; 978-5-9916-7736-3 : 0-00**.** - Текст : электронный.

4 Белоус, А. И. Основы конструирования высокоскоростных электронных устройств**.** Краткий курс "белой магии" : под общей редакцией А. И. Белоуса / А. И. Белоус, В. А. Солодуха, С. В. Шведов. - Москва : Техносфера, 2017. - 872 с. - (Мир электроники). - URL: https://e.lanbook.com/book/110950 (дата обращения: 10.11.2020). - ISBN 978-5-

94836-500-8. - Текст : электронный.

5 Гусев В.Г. Электроника и микропроцессорная техника : Учебник / В.Г. Гусев. - М. : Кнорус, 2024. - 798 с. - URL: https://www.book.ru/book/950127 (дата обращения: 10.07.2024). - ISBN 978-5-406-11940-2. - Текст : электронный.

6 Многопроцессорные системы на одном кристалле. Разработка аппаратных средств и интеграция инструментов / Под ред. М. Хюбнера, Ю. Бекера; Пер. с англ. А.Н. Демьяникова, под ред. В.Г. Немудрова. - М. : Техносфера, 2012. - 304 с. - (Мир радиоэлектроники). - ISBN 978-5-94836-333-2 : 981-88, 1500 экз.

Нормативная литература

Не требуется

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 ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: Теорет. и прикладной науч.-техн. журн. / Издательство "Новые технологии". - М. : Новые технологии, 1995 -.

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 авторизированных пользователей МИЭТ

3 Юрайт : Электронно-библиотечная система : образовательная платформа. - Москва, 2013 - . - URL: https://urait.ru/ (дата обращения : 10.01.2024); Режим доступа: для авторизированных 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 материалов в системе ОРИОКС: URL: https://orioks.miet.ru/prepare/ir-science?id_science=2433732.

При проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внешние электронные ресурсы** в форме видео-лекций по тематике курса (URL: https://www.youtube.com/playlist?list=PLmeA0KmAsYuhBX5Sra_b41v3EG8W__lp5).

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);
Учебная аудитория	20 ПЭВМ Intel LGA1156 Core i7-3770k с мониторами Dell	ОС CentOS САПР Synopsys IC Compiler, IC Compiler II САПР Cadence Innovus
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.МФП** «Способен управлять процессами создания, модификации и сопровождения 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

Для успешного изучения дисциплины необходимо:

- посещать лекции и принимать участие в дискуссиях во время лекций;
- выполнить и защитить лабораторные работы (подтверждается сдачей каждой лабораторной работы);
- выполнить практико-ориентированное задание.

Материал представлен 2-мя модулями. В первом модуле рассматривается маршрут физического синтеза ИС и особенности его основных этапов. Во втором модуле изучаются вопросы аттестации готовой топологии проекта, включая проведение статического временного анализа, финишных операций и физической верификации.

Защита лабораторной работы проводится при наличии отчета в виде устного опроса по тематике лабораторных заданий. В отчете должны быть отображены результаты выполнения всех заданий лабораторной работы. Текстовая часть отчета оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32-2001 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».

Для закрепления полученных знаний и в качестве практической составляющей подготовки студентов, в конце семестра студентами выполняется самостоятельное практико-ориентированное задание по тематике лабораторных работ, по результатам которого происходит публичное представление результатов заданий СРС на опыт деятельности. Критерием оценки самостоятельных работ является совокупность проектных данных, полученных в ходе выполнения работ и продемонстрированных в качестве результата в каждом конкретном случае.

Самостоятельные работы могут проходить как аудиторно (в аудиториях для самостоятельной подготовки), так и дома. Самостоятельные работы включают в себя выполнение практико-ориентированного задания по теме «Физический синтез СФ-блока», но без помощи преподавателя и выполняются каждым студентом индивидуально.

В процессе изучения курса предполагается самостоятельная работа студента при подготовке к лекционным, лабораторным работам, использование основной и дополнительной литературы, интернет-ресурсов.

Полученные на лекциях и лабораторных работах знания используются студентами при выполнении индивидуального задания, а также написании выпускных квалификационных работ. Опыт, приобретенный студентами при выполнении лабораторных работ, будет востребован при работе по специальности, соответствующей указанному выше профстандарту.

Для студентов проводятся консультации. Студентам рекомендуется активно пользоваться консультациями преподавателя: это единственная возможность обучаться индивидуально и выяснить все возникшие вопросы. Кроме того, на консультациях можно защитить лабораторную работу, если не успели на занятии.

По завершению изучения дисциплины предусмотрена промежуточная аттестация в виде экзамена.

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 60 баллов) и сдача экзамена (40 баллов).

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

РАЗРАБОТЧИКИ:

Ст. преподаватель Института ИнЭл , к.т.н. _____/В.С. Калашников/

Ст. преподаватель Института ИнЭл _____/Ю.В. Брюхова/

Рабочая программа дисциплины «Методы физического проектирования» 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/

/Коршунов Н.В./