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:
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d76c8f8bea682b6d602

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 и средства проектирования фотошаблонов»

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-2 «Способен анализировать функциональные возможности и способы интеграции программных средств САПР в единый маршрут проектирования СБИС и СнК» сформулирована на основе профессионального стандарта 40.045 «Инженер проектировщик фотошаблонов для производства наносистем (включая наносенсорику и интегральные схемы)»

Обобщенная трудовая функция: В – «Разработка маршрута проектирования фотошаблонов в технологии субмикронного и нанометрового диапозонов»

Трудовая функция: B/01.7 - «Проведение анализа этапов проектирования и разработка требований и спецификаций к ядру системы проектирования фотошаблонов»

Компетенции	**Подкомпетенции, формируемые в дисциплине**	**Индикаторы достижения компетенций/подкомпетенций**
Компетенция ПК-2 Способен проводить анализ и тестирование характеристик программных продуктов и/или аппаратных средств	**ПК-2. МиСПФШ** Способен подготовить данные для изготовления фотошаблонов с использованием программных продуктов и/или аппаратных средств	***Знания***: требований, предъявляемых к данным при изготовлении фотошаблонов ***Умения***: создавать задание для генерации данных при изготовлении фотошаблонов с использованием алгоритмического обеспечения САПР ***Опыт***: подготовки данных для изготовления фотошаблонов с использованием САПР

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 создания средства проектирования фотошаблонов.

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	3	108	16	-	16	76	Зачет

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
Модуль 1. Теоретические основы формирования фотошаблона	8	-	8	38	Прохождение опроса на практическом занятии №2, 4 Прохождение рубежного контроля Выполнение практико-ориентированного задания
Модуль 2. Программное обеспечение генерации фотошаблона	8	-	8	38	Прохождение опроса на практическом занятии №6, 8 Выполнение и сдача практико-ориентированного задания

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Общие сведение о технологических процессах фотолитографии. Позитивная и негативная фотолитография. Технологический маршрут процесса фотолитографии. Типы фотолитографии (контактная, проекционная).
	2	2	Теоретические основы и модели формирования рисунка топологии на поверхности фоторезиста. Формула Рэлея, числовая апертура, дифракция, модуляционная передаточная функция.
	3	2	Физические методы повышения разрешающей способности: уменьшение длины волны, увеличение числовой апертуры. Фазосдвигающие маски (PSM).
	4	2	Математические и прикладные методы коррекции эффектов оптической близости (OPC). Model-Based и Rule-Based OPC.
2	5-6	4	Маршрут коррекции эффектов оптической близости на основе программных средств Synopsys Proteus. Импорт исходных данных, генерация контура фотолитографии, OPC, анализ результатов.
	7-8	4	Маршрут проектирования фотошаблонов, включая OPC с использованием программных средств Synopsys Proteus и CATS. Финальная верификация (MRC).

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1	1	2	Технологический маршрут процесса фотолитографии. Типы фотолитографии (контактная, проекционная).
	2	2	Модели формирования рисунка топологии на поверхности фоторезиста. Формула Рэлея, числовая апертура, дифракция, модуляционная передаточная функция
	3	2	Фазосдвигающие маски (PSM)
	4	2	Model-Based и Rule-Based OPC
2	5-6	4	Импорт исходных данных, генерация контура фотолитографии, OPC, анализ результатов.
	7-8	4	Финальная верификация (MRC).

4.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	18	Подготовка к практическим занятиям: изучение работы алгоритмов размещения и трассировки, которые реализованы в САПР топологии СБИС
	10	Подготовка к рубежному контролю
	10	Выполнение практико-ориентированного задания
2	10	Изучение маршрута коррекции эффектов оптической близости и подготовки информации для подготовки фотошаблонов
	10	Подготовка к практическим занятиям
	10	Выполнение и сдача практико-ориентированного задания
	8	Подготовка к зачету

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 зачета.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1 Власов, А. Б. Электроника. Элементы электронных схем.: учебное пособие / А. Б. Власов. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. - 196 с. - URL: https://znanium.com/catalog/product/2102067 (дата обращения: 31.07.2024). - ISBN 978-5-9729-1482-1. - Текст : электронный.

2 Бодров, Е. Э. 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). - ISBN 978-5-9729-0846-2. - Текст : электронный.

3 Ефимов И.Е. Основы микроэлектроники : Учебник / И.Е. Ефимов, И.Я. Козырь. - 3-е изд., стереотип. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 384 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - URL: https://e.lanbook.com/book/210218 (дата обращения: 14.12.2023). - ISBN 978-5-8114-0866-5. - Текст : электронный.

Нормативная литература

Не требуется

Периодические издания

1 ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ. ЭЛЕКТРОНИКА [Текст] : 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 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 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 Crome); Acrobat reader DC
Лаборатория	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ.	Win pro от 7; QtCreator IDE; Microsoft Visual Studio; браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC
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. МиСПФШ «**Способен подготовить данные для изготовления фотошаблонов с использованием программных продуктов и/или аппаратных средств»

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

Материал представлен двумя модулями. В первом модуле рассматриваются теоретические основы формирования фотошаблона. Во втором модуле рассматривается программное обеспечение генерации фотошаблона.

Защита лабораторной работы проходит очно. Защита состоит из подготовки отчета и ответов на вопросы.

Для закрепления полученных знаний и в качестве практической составляющей подготовки студентов, ими выполняются самостоятельные индивидуальные работы по тематике лабораторных работ. Самостоятельные работы могут проходить как аудиторно (в аудиториях для самостоятельной подготовки), так и дома. Самостоятельные работы включают в себя подготовку ответов на вопросы по тематике лабораторных работ, но без помощи преподавателя и выполняются каждым студентом индивидуально.

Критерием оценки самостоятельных работ является совокупность данных, реализованных и продемонстрированных в каждом конкретном случае.

Полученные знания на лекциях, а также на лабораторных работах, используются студентами при выполнении индивидуального задания, а так же написании выпускных квалификационных работ. Опыт, полученный студентами при выполнении лабораторных работ, несомненно, пригодится при работе по специальности.

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 80 баллов) и сдача зачета (20 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. _____/Г.А. Иванова/

Рабочая программа дисциплины «Методы и средства проектирования фотошаблонов» 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 06.03 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/

Корнеев А.В.