

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Беспалов Владимир Александрович

Должность: Ректор МИЭТ

Дата подписания: 31.10.2023 12:14:01

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 УР

А.Г. Балашов

А.Г. Балашов 2022

ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

«Средства проектирования интегральных схем на основе современных технологий»

Москва – 2022

1. Цель реализации программы

Формирование специальных знаний в области маршрутов проектирования интегральных схем для технологий 250нм и 130нм, а также при переходе к технологии 28нм, которые позволят понимать принципы и особенности разработки базовых компонентов цифровых СБИС в глубоко-субмикронных технологических процессах и их работу в составе интегральных схем и электронных устройств.

2. Характеристика профессиональной деятельности и (или) квалификации

Область профессиональной деятельности: сквозная деятельность по разработке и проектированию компонентной базы

Вид экономической деятельности: деятельность в области информации и связи

Укрупненная группа специальностей: 11.00.00

3. Требования к результатам обучения

Формируемая профессиональная компетенция – знание принципов построения и внедрения средств проектирования интегральных схем на основе современных технологий.

В результате освоения данной программы слушатель будет:

Знать обобщенный маршрут проектирования с использованием современных средств САПР и средств проектирования.

Уметь анализировать библиотеки стандартных ячеек и ячеек ввода вывода, требования с учетом особенностей глубоко-субмикронных технологических процессов.

Иметь практический опыт работы с правилами и средствами проектирования для технологий 250нм, 130нм и ниже.

4. Содержание программы Учебный план

программы повышения квалификации

«Средства проектирования интегральных схем на основе современных технологий»

Категория слушателей – сотрудники профильных предприятий, студенты выпускных курсов бакалавриата и магистратуры по УГН 09.00.00, 10.00.00, 11.00.00, лица имеющие высшее образование или СПО

Срок обучения – 20 часов

Форма обучения: очная / очно-заочная / очно-заочная с применением ЭО/ДОТ

№ п/п	Наименование разделов / модулей	Всего, час	В том числе			Образовательные технологии, в том числе ЭО и (или) ДОТ
			Аудиторных		Самос тоятел ьная работа	
			Лекции	Практиче ские и лаборатор ные занятия		
1.	Основные этапы маршрута проектирования библиотечных элементов	19	16	0	3	ЭО/ДОТ
2.	Итоговая аттестация	1	Зачет			
	Всего	20	16	0	3	

Учебно-тематический план
программы повышения квалификации
«Средства проектирования интегральных схем на основе современных технологий»

№ п/п	Наименование тем разделов / модулей	Всего , час	В том числе			Образова- тельные технологии, в том числе ЭО и (или) ДОТ
			Аудиторных		Самост оательн ая работа	
			Лекци и	Практи ческие и лаборат орные занятия		
1.	Средства проектирования интегральных схем на основе современных технологий	19	16	0	3	ЭО/ДОТ
1.1	Обобщенный маршрут проектирования	4	4	0	0	ЭО/ДОТ
1.2	Библиотеки элементов	7	4	0	3	ЭО/ДОТ
1.3	Особенности технологии 28нм	8	8	0	0	ЭО/ДОТ
2.	Итоговая аттестация	1	зачет			
	Всего	20	16	0	3	

Календарный учебный график

Календарный учебный график составляется в форме расписания занятий при наборе группы и прилагается к программе повышения квалификации

Учебная программа
повышения квалификации

«Средства проектирования интегральных схем на основе современных технологий»

Раздел 1. Средства проектирования интегральных схем на основе современных технологий

Тема 1.1. Обобщенный маршрут проектирования

Обобщенный маршрут проектирования с использованием современных средств САПР и средств проектирования. Отличия маршрута проектирования для технологий 250нм и 130нм/ниже. Понятие о правилах проектирования, средства проектирования – Process Design Kit, структура PDK. Особенности для технологий уровня 250-130нм

Тема 1.2. Библиотеки элементов

Библиотеки стандартных ячеек: общая структура, состав ячеек, особенности характеристики. Применение в технологиях уровня 250-130нм

Библиотеки ячеек ввода-вывода: общая структура, состав ячеек, особенности характеристики. Применение в технологиях уровня 250-130нм.

Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	3	Выполнение практико-ориентированного задания (разработка эскиза топологии библиотечного элемента) на опыт деятельности

Тема 1.3. Особенности технологии 28нм

Переход на технологию 28нм: основные преимущества и вызовы. Основные решения при проектировании ИС на технологической норме 28нм. Особенности приборной базы и особенности топологического проектирования в технологии 28нм. Конструктивные особенности разработки базовых компонентов цифровых СБИС в глубоко-субмикронных технологических процессах.

Основные форматы данных и особенности их подготовки для применения в маршруте проектирования с нормами 28нм

5. Материально-технические условия реализации программы

5.1 Очная форма обучения

Наименование специализированных аудиторий кабинетов, лабораторий	Вид занятия	Наименование оборудования, программного обеспечения
Мультимедийная аудитория	Лекции	Оборудование: компьютер, мультимедийный проектор, доска ПО: Microsoft PowerPoint, Word; AdobeReader

6. Учебно-методическое обеспечение программы

1. Нано-КМОП-схемы и проектирование на физическом уровне [Текст] / Б. П. Вонг [и др.]; Пер. с англ. К.В. Юдинцева, под ред. Н.А. Шелепина. - М. : Техносфера, 2014. - 432 с. - ISBN 978-5-94836-377-6 : 840-00, 1000 экз.
2. Харрис, Д. М. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера / Д. М. Харрис, С. Л. Харрис. - 2-е изд. - М. : ДМК Пресс, 2017. - 770 с. : ил. - ISBN 978-5-97060-450-2
3. Doman D. Engineering the CMOS Library: Enhancing digital design kits for competitive silicon. New Jersey, Wiley, 2012. 342 p. <https://book.org/book/2151887/d86565>
4. Anne N. Design and Characterization of a Standard Cell Library for the FREEPDK45 Process. Oklahoma State University, 2010. 91 p. https://shareok.org/bitstream/handle/11244/10182/Anne_okstate_0664M_11266.pdf?sequence=1
5. Mardiguian M. Electrostatic Discharge: Understand, Simulate, and Fix ESD Problems, Third Edition. Wiley-IEEE Press, 2009. 312 p. <https://download.e-bookshelf.de/download/0000/5737/86/L-G-0000573786-0002358841.pdf>
6. Taraate V. ASIC Design and Synthesis. Springer, 2021. 328 p. https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-33-4642-0?error=cookies_not_supported&code=6fd12a39-4a45-44f2-8015-9d648ab919a8

7. Оценка качества освоения программы

Оценка качества освоения программы включает итоговую аттестацию обучающихся в форме зачета, состоящего из двух частей:

1. Устный опрос для проверки знаний и умений. Перечень вопросов приведен в приложении 1.

Показатель оценки	Критерии оценивания достижения показателя	Условия начисления баллов по критерию	Количество баллов
Дан устный ответ на вопросы	Правильность ответов на вопросы	Ответ дан верно и в полном объеме на 2 вопроса	20 баллов
		Ответы даны верно, но есть недочеты по каждому пункту	15 баллов
		Ответ дан верно только на один вопрос	10 баллов
		Ответ дан неверно по всем вопросам	0 баллов
Суммарный балл			0-20

2. Задания на опыт деятельности

Необходимо нарисовать эскиз топологии библиотечного элемента:

Варианты:

1. 3-входового библиотечного КМОП элемента И-НЕ;
2. 4-входового библиотечного КМОП элемента ИЛИ-НЕ;
3. 2-х входового библиотечного КМОП элемента XOR
4. КМОП элемента MUX «2 в 1»
5. КМОП элемента «одноразрядный полусумматор»

Показатель оценки	Критерий оценивания достижения показателя	Условия начисления баллов по критерию	Количество баллов
Представлен эскиз топологии	Корректность топологии	Топология полностью корректна	5
		Топология корректна, но есть неточности	3
		Топология не правильно разработана	0
Суммарный балл по показателю			0-5

Слушатель считается аттестованным и компетенция сформированной, если:

- знает основные термины и понятия курса;
- может последовательно изложить материал курса;
- дает полные ответы на вопросы при сдаче зачета;
- при ответе на 2 вопроса набрал не менее 10 баллов.
- при выполнении задания на опыт набрал не менее 3 баллов.

8. Составители программы

Доцент кафедры ПКИМС



В.С.Калашников

Доцент кафедры ПКИМС



А.В.Коршунов

Согласовано:

Директор ДРОП



Н.Ю. Соколова

Зав. кафедрой ПКИМС



С.В. Гаврилов

Представитель профессионального сообщества:

Директор ЦППП ООО "НМ-Тех"



С.В.Евстигнеев

Вопросы на знания

1. Элементная база цифровых СБИС. Основные типы и виды базовых элементов.
2. Методы исследования элементной базы. Проектирование элементной базы КМОП СБИС.
3. Типовые проектные решения. Использование библиотек типовых проектных решений при проектировании цифровых СБИС.
4. Функционально - интегрированные элементы СБИС. Подходы к построению функционально - интегрированных элементов и блоков СБИС.
5. Назначение и классификация библиотек цифровых элементов. Библиотеки стандартных цифровых ячеек.
6. Маршруты проектирования цифровых СБИС в САПР Synopsys с использованием библиотек.
7. Схемотехнические модели МОП-транзисторов и макромоделли библиотечных элементов.
8. Основные характеристики и параметры элементов цифровых библиотек.
9. Подходы к идентификации параметров библиотечных элементов.

Вопросы на умения

1. Объяснить отличия физического проектирования библиотечного элемента для технологий глубокого субмикрона, привести примеры;
2. Нарисовать эскиз топологии и показать типовые параметры, соответствие которым проверяется в ходе проведения процедуры DRC;
3. Назвать особенности и назначение основных форматов представления топологии СБИС при использовании в автоматизированном проектировании
4. Какие ключевые требования предъявляются к САПР при реализации маршрута проектирования стандартной библиотеки цифровых ячеек.
5. Назвать основные геометрические параметры стандартных цифровых ячеек на разработанном эскизе топологии библиотечного элемента;
6. Описать эффект “защелкивания” КМОП схем (latchup) и назвать возможные методы его предотвращения;
7. Привести практические примеры преимуществ и недостатков выражения проектных норм топологии схемы в абсолютных величинах;
8. Объяснить механизм выбора ширины шины питания стандартных библиотечных элементов.