

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Беспалов Владимир Александрович  
Должность: Ректор МИЭТ  
Дата подписания: 31.10.2023 12:00:58  
Уникальный программный ключ:  
ef5a4fe6e0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d76c8f8bea882b8d602

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский университет  
«Московский институт электронной техники»  
(МИЭТ)

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по УР НИУ МИЭТ

  
И.Г. Игнатова

  
"12" "11" 2016 г.

## ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

«Проектирование приборов и систем интегральной наноэлектроники»

Москва  
2016г.

## 1. Цель реализации программы

Целью данной дисциплины является повышение профессиональной квалификации в области проектирования приборов и систем интегральной наноэлектроники с использованием современных методик проектирования и практическое освоение САПР в области сквозного проектирования цифровых и аналоговых интегральных схем для современных электронных систем интегрального исполнения с нанометровыми топологическими нормами.

## 2. Требования к результатам обучения

### Планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины «Проектирование приборов и систем интегральной наноэлектроники обучающийся должен:

**Знать:** маршрут проектирования интегральных схем, состав программных средств проектирования и их возможности, основы автоматизированного проектирования наноэлектронной компонентной базы современными средствами САПР, особенности проектирования наноэлектронной компонентной базы по сравнению с проектированием микроэлектронной компонентной базы.

**Уметь:** пользоваться основными средствами современных САПР для проектирования наноэлектронной компонентной базы, определять принадлежность задачи проектирования этапам маршрута проектирования,

**Владеть:** первичным опытом разработки наноэлектронных устройств с использованием современных средств САПР, методиками автоматизированного проектирования и смешанного моделирования ИС на основных этапах разработки.

## 3. Содержание программы

### Учебный план

Категория слушателей – инженеров, профильные специалисты, имеющие высшее образование

Срок обучения – 72 час.

Форма обучения – очно-заочная

№ п/п	Наименование разделов	Всего, час.	В том числе	
			лекции	практич. и лаборат. занятия
1	Автоматизация схемотехнического проектирования наноэлектронных систем на кристалле.	22	4	18
2	Автоматизация топологического проектирования наноэлектронных систем на кристалле.	22	4	18
3	Функционально-логическое проектирование систем на кристалле.	22	4	18
Итоговая аттестация			Зачет 6 ч.	

**Учебно-тематический план**  
программы повышения квалификации

«Введение проектирование аналоговых КМОП интегральных микросистем»

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего, час.	В том числе	
			лекции	практич. и лаборат. занятия
1	2	3	4	5
<b>1</b>	<b>Раздел 1. Автоматизация схемотехнического проектирования нанoeлектронных систем на кристалле.</b>	22	4	18
1.1	Графический пользовательский интерфейс редактора схем. Способы ввода, редактирования и контроля схемного представления элементов систем на кристалле.	5	1	4
1.2	Ускоренное аналоговое прототипирование элементов системы на кристалле. Поведенческое моделирование компонентов и блоков	5	1	4
1.3	Автоматизация схемотехнического моделирования компонентов системы на кристалле	9	1	8
1.4	Итоговые контрольные мероприятия	3	1	2
<b>2</b>	<b>Раздел 2. Автоматизация топологического проектирования нанoeлектронных систем на кристалле.</b>	22	4	18
2.1	Графический пользовательский интерфейс топологического редактора современной САПР. Способы ввода и редактирования топологического представления элементов систем на кристалле.	5	1	4
2.2	Основные приемы автоматизации топологического проектирования. Маршрут топологического проектирования.	5	1	4
2.3	Специализированные пакеты программ автоматизации ввода и редактирования топологии элементов систем на кристалле.	9	1	8
2.4	Итоговые контрольные мероприятия	3	1	2
<b>3</b>	<b>Раздел 3. Функционально-логическое проектирование систем на кристалле.</b>	22	4	18
3.1	Проектирование и моделирование цифровых библиотечных элементов	5	1	4
3.2	Основы Verilog. Описание и характеристика библиотечных ячеек.	5	1	4
3.3	Маршрут проектирования цифровых интегральных схем на основе библиотечных элементов.	9	1	8
3.4	Итоговые контрольные мероприятия	3	1	2
4	<b>Итоговая аттестация (зачет)</b>	6		6

**Учебная программа**  
повышения квалификации  
**«Проектирование приборов и систем интегральной наноэлектроники»**

**Раздел 1.** Автоматизация схемотехнического проектирования наноэлектронных систем на кристалле ( 22 час.)

**Тема 1.1 Графический пользовательский интерфейс редактора схем. Способы ввода, редактирования и контроля схемного представления элементов систем на кристалле. (5час)**

Вопросы, раскрывающие содержание темы: Схемный редактор современной САПР. Переменные окружения проекта. Навигация по проекту и контроль условий проектирования. Одиночное и групповое редактирование параметров компонентов. Иерархия проекта. Макромодели. Функциональное назначение элементов системы на кристалле.

**Тема 1.2 Ускоренное аналоговое прототипирование элементов системы на кристалле. Поведенческое моделирование компонентов и блоков (5 часов).**

Вопросы, раскрывающие содержание темы: Описание элементов системы на кристалле на языке высокого уровня Verilog-A. Ускоренное поведенческое моделирования элементов системы на кристалле. Синтаксис списка соединений для симулятора Spectre.. Начальные условия и сходимость.

**Тема 1.3 Автоматизация схемотехнического моделирования компонентов системы на кристалле (9 часов)**

Вопросы, раскрывающие содержание темы: Средства автоматизации схемотехнического моделирования на основе языков высокого уровня. Методика автоматизации ввода и составления электрических схем.

**Тема 1.4 Итоговые контрольные мероприятия (3 часа)**

Вопросы, раскрывающие содержание темы: Схемотехническое проектирование СФ блока (постановка задачи)

**Перечень лабораторных работ**

Номер темы	Наименование лабораторной работы
1.1	Изучение методики схемотехнического проектирования аналогового блока с иерархией на примере операционного усилителя в среде Cadence (4 час.)
1.2	Параметризация и характеристика аналоговых и аналогово-цифровых блоков с использованием языка Verilog-A. (4 часа)
1.3	Изучение методов автоматизированного ввода принципиальной схемы в среде Cadence (8 часов)
1.4	Схемотехническое и поведенческое проектирование аналогово-цифрового блока (2 часа)

**Раздел 2.** Автоматизация топологического проектирования наноэлектронных систем на кристалле (22 час.)

**Тема 2.1 Графический пользовательский интерфейс топологического редактора современной САПР. Способы ввода и редактирования топологического представления элементов систем на кристалле (5 часов)**

Вопросы, раскрывающие содержание темы: Графический пользовательский интерфейс топологического редактора Virtuoso современной САПР. Способы ввода и редактирования топологического представления элементов систем на кристалле. Иерархия проектам

**Тема 2.2 Основные приемы автоматизации топологического проектирования. Маршрут топологического проектирования. (5 часов)**

Вопросы, раскрывающие содержание темы: Стандартные приемы автоматизации топологического проектирования. Маршрут топологического проектирования с использованием средств автоматизации. Основные команды редактора.

**Тема 2.3. Специализированные пакеты программ автоматизации ввода и редактирования топологии элементов систем на кристалле (9 часов)**

Вопросы, раскрывающие содержание темы: Специализированные пакеты программ автоматизации ввода и редактирования топологии элементов систем на кристалле. Пакет TurboToolbox. Работа с объектами и с группами объектов.

**Тема 2.4. Итоговые контрольные мероприятия (3 часа)**

Вопросы, раскрывающие содержание темы: Топологическое проектирование СФ блока (постановка задачи)

**Перечень лабораторных работ**

Номер темы	Наименование лабораторной работы
2.1	Изучение методики топологического проектирования цифрового блока с иерархией в среде Cadence (4 часа)
2.2	Основные приемы работы в топологическом редакторе Virtuoso GXL (4 часа)
2.3	Изучение методов автоматизированного ввода и редактирования топологии в среде Cadence. Пакет TurboToolbox. (8 часов)
2.4	Топологическое проектирование и моделирование цифрового блока (2 часа)

**Раздел 3. Функционально-логическое проектирование систем на кристалле. (22 час.)**

**Тема 3.1 Проектирование и моделирование цифровых библиотечных элементов (5 часов)**

Вопросы, раскрывающие содержание темы: Понятие библиотечного элемента. Требования предъявляемые к цифровым элементам. Методы Параметризации и характеристики элементов библиотеки. Особенности моделирования цифровых блоков.

**Тема 3.2 Основы Verilog. Описание и характеристика библиотечных ячеек. (5 часов)**

Вопросы, раскрывающие содержание темы: Особенности использования языков высокого уровня. Языки Verilog и SystemVerilog. Автоматизация процесса характеристики цифровых блоков.

**Тема 3.3 Маршрут проектирования цифровых интегральных схем на основе библиотечных элементов. (9 часов)**

Вопросы, раскрывающие содержание темы: Специализированные пакеты программ проектирования и моделирования цифровых и смешанных блоков ИС. Полузаказное проектирование. Логический синтез. Прототипирование.

**Тема 3.4. Итоговые контрольные мероприятия (3 часа)**

Вопросы, раскрывающие содержание темы: Функционально-логическое проектирование цифрового СФ блока (постановка задачи)

**Перечень лабораторных работ**

Номер темы	Наименование лабораторной работы
3.1	Изучение методик функционально-логического проектирования цифрового блока в среде Cadence (4 часа)
3.2	Основные приемы работы в системе функционально-логического моделирования и проектирования INCISIV (4 часа)
3.3	Логический синтез цифрового блока. Разработка физического прототипа (8 часов)
3.4	Функционально-логическое проектирование и моделирование цифрового блока системы на кристалле (2 часа)

#### 4. Материально-технические условия реализации программы

Программное обеспечение САПР Cadence IC6, персональные компьютеры, сетевой принтер, аудитория с мультимедийным доступом.

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
Компьютерный класс	Лекции	Проектор
Компьютерный класс	Лабораторные работы	САПР Cadence, специализированные библиотеки

#### 5. Учебно-методическое обеспечение программы

Учебно-методическое обеспечение по каждой дисциплине (модулю) программы представлено в учебных программах дисциплин.

#### 6. Оценка качества освоения программы

Оценка качества освоения программы включает текущую, промежуточную и итоговую аттестацию обучающихся.

Формы и процедуры текущего и промежуточного контроля, сведения об оценочных средствах, типовых заданиях, контрольные и др. представлены в содержании учебной программы дисциплины в ФОС и методических указаниях слушателю.

Требования к итоговой аттестации (междисциплинарному экзамену) представлены в программе промежуточной аттестации.

#### 7. Составители программы

Профессор кафедры ИЭМС, д.т.н.  Лосев В. В.

Профессор кафедры ИЭМС, д.т.н.  Крупкина Т. Ю.

Программа разработана на кафедре ИЭМС

и утверждена на заседании кафедры 29.09 2016 года, протокол № 2

Зам.заведующего кафедрой ИЭМС  /Т.Ю.Крупкина/

