

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
«23» _____ 2021



ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

«Основы современной микроэлектроники (базовый курс)»

Москва – 2021_

1. Цель реализации программы

Цель программы – повышение профессиональной квалификации руководителей и сотрудников компаний в области проектирования и производства ЭКБ и РЭА, имеющих высшее образование, но не имеющих базовых сведений в области микроэлектроники. Данная программа также направлена на профессиональную ориентацию специалистов разных областей науки и техники, желающих получить начальные сведения в сфере микроэлектроники с целью развития профессиональных компетенций.

2. Требования к результатам обучения

Формируемая профессиональная компетенция – способность понимать и применять термины и определения в области современной микроэлектроники, знать основы материаловедения, проектирования и производства элементов ЭКБ и изделий РЭА (включая вопросы сертификации и перечня типо-номиналов ЭКБ).

В результате освоения данной программы слушатель должен:

знать:

- основные типы и свойства материалов электронной техники и нанoeлектроники, а также способы их измерения, получения и области применения;
- методы проектирования ИМС с использованием САПР;
- способы изготовления ИМС на полупроводниковых производствах;
- методики измерения электрических параметров ИМС;
- конструкции и технологию изготовления современных печатных плат;
- принципы автоматизации проектирования печатных плат;

уметь:

- выбирать материалы, исходя из оценки функциональных свойств материалов;
- использовать САПР для выполнения маршрута проектирования ИМС;
- проектирования печатных плат в САПР Альтиум Дизайнер.
- основные принципы и задачи сертификации электронной компонентной базы.
- применять положения нормативных и правовых актов, регламентирующих процессы сертификации электронной компонентной базы.

иметь практический опыт:

- первичным опытом оценки возможности использования материалов для решения задач по созданию объектов электронной техники;
- опытом работы с САПР в области проектирования ЭКБ и приборно-технологического моделирования транзисторных структур;
- опытом работы с нормативными и правовыми актами, связанными с сертификацией электронной компонентной базы.

3. Содержание программы

Учебный план
программы повышения квалификации
«Основы современной микроэлектроники (базовый курс)»

Категория слушателей — руководители и сотрудники компаний, имеющие высшее образование, но не имеющие базовых сведений в области микроэлектроники (проектирование и производство ЭКБ и РЭА).

Срок обучения — 72 часа

Форма обучения — очно-заочная с применением ДОТ

№ п/п	Наименование разделов / модулей	Всего, час	В том числе			Образова тельные технологи и, в том числе ЭО и (или) ДОТ
			Аудиторных		Самостоя тельная работа	
			Лекции	Практические и лабораторные занятия		
1.	Основы материалов электронной техники.	14	10	3	1	ДОТ
2.	Основы проектирования и производства ЭКБ. Основы тестирования ЭКБ. Типы и классификация ЭКБ.	26	16	9	1	ДОТ
3.	Основы разработки и тестирования радиоэлектронной аппаратуры.	24	16	7	1	ДОТ
4.	Сертификация ЭКБ в соответствии с ГОСТ и мировыми стандартами.	6	4	1	1	ДОТ
	Консультации				---	ДОТ
	Всего	70	50	16	4	
Итоговая аттестация*		Зачет 2 часа				

**Междисциплинарный экзамен, экзамен, зачет, защита реферата, защита итоговой аттестационной работы, защита расчетно-графической работы, защита проекта, тестирование, опрос, круглый стол, деловая игра*

Учебно-тематический план программы
повышения квалификации
«Основы современной микроэлектроники (базовый курс)»

№ п/п	Наименование тем разделов / модулей	Всего, час	В том числе			Образовательные технологии и, в том числе ЭО и (или) ДОТ
			Аудиторных		Самостоятельная работа	
			Лекции	Практические и лабораторные занятия		
1.	Основы материалов электронной техники.	14	10	3	1	ДОТ
1.1	Проводящие материалы микроэлектроники.	5	5	0		ДОТ
1.2	Полупроводниковые материалы.	6	3	2		ДОТ
1.3	Диэлектрические материалы.	2	2	0		ДОТ
1.4	Итоговые контрольные мероприятия.	1		1		ДОТ
2	Основы проектирования и производства ЭКБ. Основы тестирования ЭКБ. Типы и классификация ЭКБ.	26	16	9	1	ДОТ
2.1.	Проектирование ЭКБ с использованием САПР.	8	4	4		ДОТ
2.2	Производство ЭКБ на полупроводниковых фабриках.	4	4	0		ДОТ
2.3	Приборно-технологическое моделирование элементов ЭКБ.	6	2	4		ДОТ
2.4	Основы тестирования ЭКБ.	4	4	0		ДОТ
2.5	Типы и классификация ЭКБ.	3	2	0	1	ДОТ
2.6	Итоговые контрольные мероприятия.	1	0	1		ДОТ

3	Основы разработки и тестирования радиоэлектронной аппаратуры.	24	16	7	1	ДОТ
3.1	Аналоговая техника	7	4	2	1	ДОТ
3.2	Программируемые логические ИС	6	4	2	0	ДОТ
3.3	Архитектура микропроцессорных систем и средств	4	4	0	0	ДОТ
3.4	Проектирование современных печатных плат в САПР Altium Designer	6	4	2	0	ДОТ
3.5	Итоговые контрольные мероприятия	1	0	1	0	ДОТ
4	Сертификация ЭКБ в соответствии с ГОСТ и мировыми стандартами.	6	4	1	1	ДОТ
4.1	Сертификация. Цели и задачи. Основные принципы сертификации электронной компонентной базы	2	2	0	0	ДОТ
4.2	Электронная компонентная база иностранного и отечественного производства. Сертификация в соответствии с ГОСТами и мировыми стандартами.	3	2	0	1	ДОТ
4.3	Итоговые контрольные мероприятия	1	0	1	0	ДОТ
	Консультации					
	Всего	70	50	16	4	
Итоговая аттестация*		Зачет 2 часа				

Календарный учебный график

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

**Учебная программа
повышения квалификации
«Основы современной микроэлектроники (базовый курс)»**

Раздел 1. Основы материалов электронной техники (14 часов).

Тема 1.1. Проводящие материалы микроэлектроники (5 часов).

Вопросы, раскрывающие содержание темы: Материалы электронной техники: классификация, структура. Проводящие материалы в изделиях микроэлектроники. Основные типы используемых материалов, их свойства: алюминий, медь, благородные металлы, легкоплавкие металлы.

Тема 1.2. Полупроводниковые материалы. (6 часов).

Вопросы, раскрывающие содержание темы: Основные группы полупроводниковых материалов. Кремний, его виды, свойства, области применения. Материалы AIII BV, свойства, области применения, твердые растворы и их применение. Материалы AII BV VI, свойства, области применения, особенности технологии. Выполнение аналитических заданий по исследованию свойств групп материалов.

Тема 1.3. Диэлектрические материалы. (2 часа).

Вопросы, раскрывающие содержание темы: Основные понятия диэлектриков. Классификация диэлектрических материалов. Активные и пассивные диэлектрики, свойства, области применения.

1.4. Итоговые контрольные мероприятия (1 час).

Перечень лабораторных работ

Номер темы	Наименование лабораторной работы	Кол-во часов
Тема 1.2.	Лабораторная работа на тему «Полупроводниковые материалы»	2

Раздел 2. Основы проектирования и производства ЭКБ. Основы тестирования ЭКБ. Типы и классификация ЭКБ. (26 часов).

Тема 2.1. Проектирование ЭКБ с использованием САПР (8 часов).

Вопросы, раскрывающие содержание темы: САПР в области проектирование ЭКБ. Автоматизация схемотехнического проектирования ИМС. Топологическое проектирование ИМС. Функционально-логическое проектирование ИМС.

Тема 2.2. Производство ЭКБ на полупроводниковых фабриках (4 часа).

Вопросы, раскрывающие содержание темы: Полупроводниковые фабрики, требования к производству. Маршрутные карты. Технологическое оборудование. Технологические операции.

Тема 2.3. Приборно-технологическое моделирование элементов ЭКБ (6 часов).

Вопросы, раскрывающие содержание темы: САПР в области приборно-технологического моделирования элементов ИМС. Модели технологических операций. Примеры.

Тема 2.4. Основы тестирования ЭКБ (4 часа).

Вопросы, раскрывающие содержание темы: Методы тестирования ИМС. Контрольно-измерительное оборудование.

Тема 2.5. Типы и классификация ЭКБ (3 часов).

Вопросы, раскрывающие содержание темы: Классификация ЭКБ отечественного и импортного производства.

2.6. Итоговые контрольные мероприятия (1 час).

Перечень лабораторных работ

Номер темы	Наименование лабораторной работы	Кол-во часов
Тема 2.1.	Лабораторная работа на тему «Проектирование ЭКБ с использованием САПР»	4
Тема 2.3.	Лабораторная работа на тему «Приборно-технологическое моделирование элементов ЭКБ»	4

Раздел 3. Основы разработки и тестирования радиоэлектронной аппаратуры (24 часа).

Тема 3.1. Аналоговая техника (7 часов).

Вопросы, раскрывающие содержание темы: область задач аналоговой техники, типовые применения, методики проектирования и расчета параметров базовых функциональных узлов

Тема 3.2. Программируемые логические ИС (6 часов).

Вопросы, раскрывающие содержание темы: история развития логических ИС; устройство и принцип работы современных FPGA; классификация и области применения FPGA.; работа с FPGA.

Тема 3.3. Архитектура микропроцессорных систем и средств (4 часа).

Вопросы, раскрывающие содержание темы: Понятие архитектуры системы команд, их разновидности и классификация. Способы построения микроархитектур процессоров.

Тема 3.4. Проектирование современных печатных плат в САПР «Altium Designer» (6 часов).

Вопросы, раскрывающие содержание темы: Топологическое проектирование печатных плат.

3.5 Итоговые контрольные мероприятия (1 час).

Перечень лабораторных работ

Номер темы	Наименование лабораторной работы	Кол-во часов
Тема 3.1.	Лабораторная работа на тему «Аналоговая техника»	2
Тема 3.2.	Лабораторная работа на тему «Программируемые логические ИС»	2
Тема 3.4.	Лабораторная работа на тему «Проектирование современных печатных плат в САПР Altium Designer»	2

Раздел 4. Сертификация электронной компонентной базы иностранного и отечественного производства в соответствии с ГОСТами и мировыми стандартами (5 часов.)

Тема 1.1 Сертификация. Цели и задачи. Основные принципы сертификации электронной компонентной базы (2 часа).

Понятие сертификации. Цели и задачи сертификации. Основные принципы сертификации. Сертификация электронной компонентной базы. Стандарты и их классификация. Сертификация, стандартизация и унификация.

Тема 1.2. Электронная компонентная база иностранного и отечественного производства. Сертификация в соответствии с ГОСТами и мировыми стандартами. (3 часа).

Технический регламент Таможенного союза «Электромагнитная совместимость технических средств» (ТР ТС – 020). ГОСТ Р 55756 «Комплексная система общих технических требований. Изделия электронной техники. Общие технические требования». Система МЭК по оценке качества электронных компонентов (Система МЭК ЭК) Основные правила.

Тема 1.3 Итоговые контрольные мероприятия (1 час).

Вопросы, раскрывающие содержание темы: сертификация, стандартизация и унификация. Цели, задачи, принципы. Положения стандартов.

4. Материально-технические условия реализации программы

Наименование специализированных аудиторий кабинетов, лабораторий	Вид занятия	Наименование оборудования, программного обеспечения
Мультимедийная аудитория и компьютерный класс	Лекции	ZOOM, Acrobat Reader, PowerPoint, Windows операционная система
Мультимедийная аудитория и	Лабораторные работы	ZOOM, терминальное соединение, демонстрация удаленного рабочего

компьютерный класс		стола, vpn-соединение с МИЭТ, Windows операционная система
Компьютерный класс	Консультации	ZOOM, Acrobat Reader, PowerPoint, Windows операционная система
Компьютерный класс	Итоговая аттестация	ZOOM, Acrobat Reader, PowerPoint, Windows операционная система

5. Учебно-методическое обеспечение программы

1. Материаловедение: Учебник / В. Н. Гадалов [и др.]. - М. : АРГАМАК-МЕДИА : ИНФРА-М, 2014. - 272 с.
2. Материаловедение: Учебник / А. А. Воробьев [и др.]. - М. : АРГАМАК-МЕДИА : ИНФРА-М, 2014. - 304 с.
3. Попенко Н.И. Структура реальных кристаллов [Текст] : Учеб. пособие / Н. И. Попенко, А. В. Железнякова, Ю. И. Шилыева; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М. : МИЭТ, 2015. - 120 с. - Имеется электронная версия издания.
4. Суходольский В.Ю. Altium Designer: сквозное проектирование функциональных узлов РЭС на печатных платах (2-е издание) Учебное пособие. Издательство «БХВ-Петербург», 2015г. ISBN: 978-5-9775-3349-2.
5. Лопаткин А.В. Проектирование печатных плат в Altium Designer. Издательство «ДМК пресс», 2016г. ISBN: 978-5-97060-337-6.
6. Сабунин А.Е. Altium Designer новые решения в проектировании электронных устройств. Москва, СОЛОН-Пресс, 2009 г. ISBN 978-5-91359-064-0
7. ТР ТС 020/2011 Технический регламент Таможенного союза "Электромагнитная совместимость технических средств" [Электронный ресурс] : Технический регламент таможенного союза. - Утв. 09.12.2011 .– URL : <http://docs.cntd.ru/document/902320551> (дата обращения 11.03.2021).
8. ГОСТ Р 55756-2013 Комплексная система общих технических требований. Изделия электронной техники. Общие технические требования [Электронный ресурс] : Национальный стандарт РФ. - Введ. 01.01.2015. - М. : Стандартиформ, 2014. – URL : <http://docs.cntd.ru/document/1200107227> (дата обращения 11.03.2021)
9. ГОСТ ИЕС 61188-1-1-2013 Печатные платы и печатные узлы. Проектирование и применение. Часть 1-1. Общие требования. Приемлемая плоскостность для электронных сборок [Электронный ресурс] : Национальный стандарт РФ. - Введ. 01.03.2015. - М. : Стандартиформ, 2014. – URL : <http://docs.cntd.ru/document/1200113344> (дата обращения 11.03.2021)
10. Дэвид, М. Х. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера / М. Х. Дэвид, Л. Х. Сара. — Москва : ДМК Пресс, 2017. — 792 с. — ISBN 978-5-97060-522-6.

6. Оценка качества освоения программы

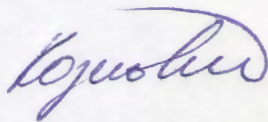
- Допуск к итоговому контрольному мероприятию по модулю осуществляется при выполнении всех запланированных лабораторных работ в модулях и прослушивании не менее 50% лекций. Итоговые контрольные мероприятия по модулям осуществляются в форме ответов на контрольные вопросы. При очно-

заочной и заочной формах обучения аттестация по модулям допускается путем прохождения слушателем электронных тестов. Итоговое контрольное мероприятие по модулю считается пройденным, если слушатель получил не менее 40% правильных ответов.

- Итоговая аттестация по всей ДОП осуществляется в виде зачета в форме компьютерного комплексного теста. Итоговая аттестация считается пройденной, если слушатель ответил правильно на не менее 60% вопросов.

7. Составители программы

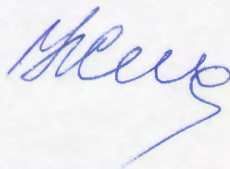
Доцент, ИЭМС



Козлов А.В.

Согласовано:

Директор ДРОП



Н.Ю. Соколова