

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
2022

**ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ
«ПЕЧАТНЫЕ ПЛАТЫ, КОНСТРУКЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ»**

Москва – 2022

1. Цель реализации программы

Цель программы – получение новой компетенции: способность эффективно конструировать современную радиоэлектронную аппаратуру на печатных платах, в том числе определять оптимальную конструкцию и технологию изготовления печатных плат, разрабатывать топологию печатных плат с учетом требований производства, осуществлять действия по подготовке печатной платы к производству. Компетенция необходима для повышения профессионального уровня в рамках имеющихся квалификаций, соответствующих отдельным обобщенным трудовым функциям (ОТФ) профстандартов:

1. Инженер-радиоэлектронщик (профстандарт № 06.005, ОТФ)
2. Специалист по радиосвязи и телекоммуникациям (профстандарт 06.006)
3. Инженер проектировщик в области связи (профстандарт № 06.007)
4. Специалист по научно-исследовательской и опытно-конструкторской документации (профстандарт № 40.011) Изучение принципов и подходов к созданию современных интеллектуальных устройств на печатных платах.

2. Характеристика профессиональной деятельности и (или) квалификации

Область профессиональной деятельности: *06 Связь, информационные и коммуникационные технологии*

Вид экономической деятельности: *деятельность в области информации и связи*

Укрупненная группа специальностей: *11.00.00 Электроника, радиотехника и системы связи*

Квалификация: *отсутствует*

3. Требования к результатам обучения

Формируемая профессиональная компетенция: способность эффективно конструировать современную радиоэлектронную аппаратуру на печатных платах, в том числе определять оптимальную конструкцию и технологию изготовления печатных плат, разрабатывать топологию печатных плат с учетом требований производства, осуществлять действия по подготовке печатной платы к производству. В результате освоения данной программы слушатель должен:

знать:

- технологические процессы изготовления печатных плат
- основные электрические и механические параметры печатных плат
- принципы автоматизации проектирования печатных плат;
- особенности подготовки печатных плат к производству

уметь:

- выбирать оптимальный технологический маршрут изготовления печатной платы,
- рассчитывать, как механические, так и электрические параметры печатных плат,
- проектировать топологии печатных плат обеспечивая заданные электрические и конструктивные требования,

- осуществлять подготовку печатных плат к изготовлению и оформлять заказы на изготовление плат на заводе производителе,

иметь практический опыт:

- проектирования топологий печатных плат с учетом DFM (design for manufacturing),
- Подготовки плат к производству и оформления заказов.

4. Содержание программы

Учебный план программы повышения квалификации «Печатные платы, конструкция и технология изготовления»

Категория слушателей – *инженеры, профильные специалисты, имеющие высшее образование, студенты, получающие высшее техническое образование.*

Срок обучения – 72 часа

Форма обучения – заочная с применением ЭО

№	Наименование модулей	Всего, час	В том числе			Образовательные технологии, в том числе ЭО и (или) ДОТ
			Аудиторных		Самостоятельная работа	
			Лекции	Практические и лабораторные занятия		
1.	Технология изготовления печатных плат	38	20	8	10	ЭО
2.	Конструкция и параметры печатных плат	20	8	4	8	
3.	DFM проектирование печатных плат	14	6	4	4	
Всего		72	34	16	22	
Итоговая аттестация		Зачет				

**Учебно-тематический план
программы повышения квалификации
«Печатные платы, конструкция и технология изготовления»**

	Наименование модулей	Всего, час	В том числе			Образовательные технологии, в том числе ЭО и (или) ДОТ
			Аудиторных		Самостоя- тельная работа	
			Лекци и	Практичес- кие и лаборатор ные занятия		
1.	Технология изготовления печатных плат	38	20	8	10	
1.1	Технология изготовления двухслойных и многослойных печатных плат	8	6	-	2	
1.2	Технология изготовления гибко-жестких и HDI печатных плат	12	4	4	4	
1.3	Технологическое оборудование для изготовления печатных плат	14	8	4	2	
1.4	Импортозамещение при производстве печатных плат.	4	2	-	2	
2.	Конструкция и параметры печатных плат	20	8	4	8	
2.1	Конструкции многослойных плат	6	2	-	4	
2.2	Конструктивные и физические параметры печатных плат	14	6	4	4	

3.	DFM проектирование печатных плат	14	6	4	4	
3.1	Проектирование топологии печатной платы с учетом требований DFM	14	6	4	4	
Всего		72	34	16	22	
Итоговая аттестация		Зачет				

Календарный учебный график

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

Учебная программа повышения квалификации «Печатные платы, конструкция и технология изготовления»

Раздел 1. Технология изготовления печатных плат (38 час.)

Тема 1.1 Технология изготовления двухслойных и многослойных печатных плат. (8 час).

Изучение типового технологического процесса изготовления двухслойной печатной платы. Изучение типового технологического процесса изготовления многослойной печатной платы.

Тема 1.2 Технология изготовления гибко-жесткой и HDI печатных плат (12 час).

Изучение типового технологического процесса изготовления гибко-жесткой и HDI печатной платы.

Тема 1.3 Технологическое оборудование для изготовления печатных плат (14 час).

Изучение оборудования для мокрых процессов, изучение оборудования для механической обработки и контроля качества. Изучение оборудования фотолитографии.

Тема 1.4 Импортзамещение при производстве печатных плат.. (4час).

Изучение проблем импортзамещения оборудования и расходных материалов для изготовления печатных плат.

Перечень практических занятий

Номер темы	Наименование практического занятия	Кол-во часов
1.2	Гибко-жесткие печатные платы, выбор технологических параметров процесса	4
1.3	Оборудование для травления печатных плат, настройка технологических режимов.	4

Раздел 2. Конструкция и параметры печатных плат (20 час)

Тема 2.1 Конструкции многослойных печатных плат (6 час)

Лекции посвящены изучению вариантов конструкций многослойных печатных плат и влиянию конструктивных решений на параметры платы.

Тема 2.2 Конструктивные и физические параметры печатных плат. (14 час).

Лекция и практическое занятие посвящены изучению параметров печатных плат, связанных с конструкцией, с параметрами технологического оборудования и свойствами материалов из которых изготавливаются печатные платы.

Перечень практических занятий

Номер темы	Наименование практического занятия	Кол-во часов
2.2	Расчет параметров платы в системах автоматизированного проектирования.	4

Раздел 3. DFM проектирование печатных плат (14 час.)

Тема 3.1 Проектирование топологии печатной платы с учетом требований DFM (14 час).

Лекции и практические занятия посвящены изучению правил проектирования топологии печатной платы с учетом особенностей технологического процесса изготовления и сборки печатной платы.

Номер темы	Наименование практического занятия	Кол-во часов
3.1	Проектирование топологии печатной платы и подготовка к производству с учетом требований DFM	4

6. Материально-технические условия реализации программы

Наименование специализированных аудиторий кабинетов, лабораторий	Вид занятия	Наименование оборудования, программного обеспечения
<i>Аудитория</i>	<i>лекции</i>	<i>компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска, доступ к терминалам МИЭТ</i>
<i>Компьютерный класс</i>	<i>практические</i>	<i>компьютерный класс с установленным ПО Альтиум Дизайнер.</i>

5. Учебно-методическое обеспечение программы

1. Altium Designer Documentation. [Электронный ресурс] режим доступа: <https://www.altium.com/documentation/19.1/display/ADES/Altium+Designer+Documentation>
2. Медведев А.М. Технология производства печатных плат. Москва, Техносфера, 2005г. ISBN 5-94836-052-0
3. Медведев А.М. Сборка и монтаж электронных устройств. Москва, Техносфера, 2007г. ISBN 978-5-94836-131-4
4. Печатные платы. Справочник в двух книгах под редакцией Кумбза К.Ф. Москва. Техносфера. 2018 г. ISBN 978-5-94836-258-8
5. Технология изготовления печатных плат. [Электронный ресурс] режим доступа <https://www.rezonit.ru/directory/baza-znaniy/tehnologiya-izgotovleniya-pechatnykh-plat-v-kartinkakh/odnostoronnie-pechatnye-platy/>
6. Повышение надежности печатных плат. [Электронный ресурс] режим доступа. <https://www.rezonit.ru/articles/povyshenie-nadezhnosti-pechatnykh-plat-chast-1-/>
7. Гальваническое меднение переходных отверстий печатных плат. [Электронный ресурс] режим доступа. <https://www.rezonit.ru/articles/galvanicheskoe-mednenie-perekhodnykh-otverstiy-pechatnykh-plat-/>
8. Минимизация потерь при передаче сигнала в высокочастотных цепях. [Электронный ресурс] режим доступа. <https://www.rezonit.ru/articles/minimizatsiya-poter-pri-peredache-signala-v-vysokochastotnykh-tsepyakh/>
9. Ф.П.Галецкий. Печатные платы с микропереходами. [Электронный ресурс] режим доступа. <https://www.rezonit.ru/articles/pechatnye-platy-s-mikroperekhodami/>
10. ГОСТ 23752-79 Платы печатные. Общие технические условия.
11. ГОСТ Р 55490-2013 Платы печатные. Общие технические требования к изготовлению и приемке.
12. ГОСТ Р 55744-2013 Платы печатные. Методы испытаний физических параметров.
13. ГОСТ Р 55693-2013 Платы печатные жесткие. Технические требования.
14. ГОСТ Р 54849-2011(IPC-SM-840E:2010) Маска паяльная защитная для печатных плат. Общие технические условия.
15. ГОСТ 10316-78 Гетинакс и стеклотекстолит фольгированные. Технические условия (с Изменениями N 1-6).
16. ГОСТ 26246.1-26246.14-89 – Материал электроизоляционный фольгированный для печатных плат на основе целлюлозной бумаги, пропитанной фенольным связующим, обладающий высокими электрическими характеристиками.
17. ГОСТ Р 53432-2009 Платы печатные. Общие технические требования к производству.
18. ГОСТ Р 53429-2009 Платы печатные. Основные параметры конструкции.
19. ГОСТ Р 53386-2009 Платы печатные. Термины и определения

6. Оценка качества освоения программы

Итоговая аттестация осуществляется в форме тестирования. Слушатель считается аттестованным, если результаты тестирования свидетельствуют о наличии 75% и более правильных ответов,

7. Составители программы

Старший преподаватель Института МПСУ



_____ А. Л. Желобаев

Согласовано:

Зам. директора Института МПСУ по ОД


_____ Д.В. Калеев

Директор ДРОП


_____ Н.Ю. Соколова