



Министерство науки
и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»
Институт дистанционного
и дополнительного образования



УТВЕРЖДАЮ:
Директор ИДДО

Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
Владелец	Шиндина Т.А.
Идентификатор	Rd0ad64b2-ShindinaTA-e12224c9

(подпись)

Т.А. Шиндина
(расшифровка подписи)

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
повышения квалификации

**Наименование
программы**

Практическая электроника: обучение пайке и наладке на
примере реальных электронных устройств

Форма обучения

очная

Выдаваемый документ

удостоверение о повышении квалификации

Новая квалификация

не присваивается

Центр ДО

Инжиниринговый центр "Энергетика больших мощностей
нового поколения"

Зам. директора ИДДО

Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
Владелец	Усманова Н.В.
Идентификатор	R3b653adc-UsmanovaNatV-90b3fa4

Н.В.
Усманова

Начальник ОДПО

Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
Владелец	Крохин А.Г.
Идентификатор	R6d4610d5-KrokhinAG-aa301f84

А.Г. Крохин

Начальник ФДО

Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
Владелец	Малич Н.В.
Идентификатор	R13696f6be-MalichNV-45fe3095

Н.В. Малич

Руководитель ИЦ
ЭБМ

Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
Владелец	Осипов С.К.
Идентификатор	R06dc7f87-OsipovSK-e84c9a91

С.К. Осипов

Руководитель
образовательной
программы

Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
Владелец	Анисимова А.А.
Идентификатор	R81eb0b59-PolitsinskayaAA-342f19e

А.А.
Анисимова

Москва

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

Цель: формирование профессиональных компетенций слушателей в области монтажа радиоэлектронной аппаратуры и проборов и единой системе конструкторской документации.

Программа составлена в соответствии:

- с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденным приказом Минобрнауки от 19.09.2017 г. № 92710.10.2017 г. № 48494.
- с Профессиональным стандартом 40.058 «Инженер-технолог по производству изделий микроэлектроники», утвержденным приказом Минтруда 03.07.2019 г. № 480н, зарегистрированным в Минюсте России 29.07.2019 г. № 55439, уровень квалификации 7.

Форма реализации: обучение в МЭИ.

Форма обучения: очная.

Режим занятий:

Расписание занятий по дополнительной образовательной программе может устанавливаться в зависимости от набора в группы. Конкретные даты проведения занятий указываются в договоре на оказание образовательных услуг. Данные расписания хранятся в электронной системе учета хода реализации программы. При любом графике занятий учебная нагрузка устанавливается не более 40 часов в неделю, включая все виды аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) учебной работы слушателя.

Требования к уровню подготовки слушателя, необходимые для освоения программы: лица, желающие освоить дополнительную образовательную программу, должны иметь среднее профессиональное образование, высшее образование или получать высшее образование. Наличие указанного образования должно подтверждаться документом государственного или установленного образца..

Выдаваемый документ: при успешном прохождении программы и сдаче итоговой аттестации выдается удостоверение о повышении квалификации установленного образца.

Срок действия итоговых документов

Срок действия итоговых документов регламентируется на основе правил по работе с персоналом в сфере деятельности данной программы, устанавливается на основе содержания программы и составляет (в годах): бессрочно.

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

2.1. Компетенции

В результате освоения дополнительной образовательной программы слушатель должен обладать компетенциями (табл. 1).

Таблица 1

Компетентностно-ориентированные требования к результатам освоения программы

Компетенция	Требования к результатам
-------------	--------------------------

<p>ОПК-1: Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - общую технологию производства радиоэлектронной аппаратуры и приборов; - основные виды сборочных и монтажных работ; - основные электромонтажные операции; - виды и назначение электромонтажных материалов; - принцип выбора и способы применения электромонтажных изделий и приборов; - виды электромонтажных соединений; - технологию лужения и пайки; - требования к монтажу и креплению электрорадиоэлементов; - требования к подготовке и обработке монтажных проводов, правила и способы их заделки, используемые материалы и инструменты; - способы механического крепления проводов, технологию пайки монтажных соединений; - сведения о припоях и флюсах, контроль качества паяных соединений; - конструктивные виды печатного монтажа, технологию его выполнения; - способы получения и материалы печатных плат, методы прозвонки печатных плат; - способы и средства сборки и монтажа печатных схем; - технические требования на монтаж навесных элементов, маркировку навесных элементов; - требования к входному контролю и подготовке электрорадиоэлементов к монтажу; - технологию монтажа полупроводниковых приборов, основные требования на их монтаж; - понятия миниатюризации радиоэлектронной аппаратуры; - типы интегральных микросхем, правила и технологию их монтажа, требования к контролю качества; - правила и технологию выполнения демонтажа узлов, блоков радиоэлектронной аппаратуры с частичной заменой деталей и узлов; - приемы демонтажа отдельных узлов и блоков, выполненных способом объемного монтажа, правила демонтажа печатных плат; - виды монтажа: объемный, печатный, комбинированный; содержание и последовательность выполнения основных этапов монтажа; - правила подводки схем и установки деталей и приборов, порядок комплектации изделий согласно имеющимся схемам и спецификациям.
---	---

	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выполнять различные виды пайки и лужения; - обрабатывать монтажные провода с полной заделкой и распайкой проводов и соединений для подготовки к монтажу; - собирать изделия по определенным схемам; - применять различные приемы демонтажа отдельных узлов и блоков, выполненных способом объемного монтажа; - выполнять правила демонтажа печатных плат. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики.
--	---

В результате освоения программы слушатель должен быть способен реализовывать трудовые функции в соответствии с профессиональным стандартом (табл. 2).

Уровень квалификации 6.

Таблица 2

Практико-ориентированные требования к результатам освоения программы

Трудовые функции	Требования к результатам
40.058 «Инженер-технолог по производству изделий микроэлектроники»	
ПК-245/А/02.5/1 способен осуществлять контроль соблюдения режимов технологических операций процессов производства изделий микроэлектроники	<p>Трудовые действия:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Контроль соблюдения правил эксплуатации технологического оборудования; - Контроль соблюдения технологической дисциплины при реализации технологических процессов. <p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Контролировать и проводить измерения выходных параметров изделий на каждом технологическом этапе; - Использовать контрольно-измерительное оборудование для контроля режимов технологических операций процессов производства изделий микроэлектроники. <p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Основные параметры технологических процессов производства изделий микроэлектроники; - Виды дефектов при изготовлении изделий микроэлектроники; - Технологические факторы, вызывающие погрешности изготовления изделий микроэлектроники.

<p>ПК-245/В/02.6/1 способен осуществлять разработку единичных технологических процессов изготовления изделий микроэлектроники</p>	<p>Трудовые действия:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Разработка единичных технологических процессов на основе технологического процесса-аналога производства изделий микроэлектроники; - Выбор стандартной технологической оснастки, необходимой для реализации разработанного единичного технологического процесса производства изделий микроэлектроники; - Качественная оценка технологичности конструкции изделий микроэлектроники.
	<p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Анализировать способы закрепления заготовки на технологической оснастке; - Анализировать возможности применения стандартной технологической оснастки; - Выбирать технологические режимы операций единичного технологического процесса производства изделий микроэлектроники.
	<p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Технические требования, предъявляемые к изготавливаемым изделиям микроэлектроники; - Типовые инструменты, применяемые в технологическом процессе производства изделий микроэлектроники; - Основные средства контроля технических требований, предъявляемых к изготавливаемым изделиям микроэлектроники.

2.2. Характеристика нового вида профессиональной деятельности, новой квалификации

Не предусмотрено

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ (РАБОЧИЕ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИН (МОДУЛЕЙ)

3.1. Трудоемкость программы

Трудоемкость программы включая все виды аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы составляет:

- **0,9** зачетных единиц;

32 ак. ч.

Структура программы с указанием наименования дисциплин (модулей) и их трудоемкости представлена в табл. 3.

Учебный план дополнительной образовательной программы представлен в приложение А., являющийся неотъемлемой частью программы.

Таблица 3

Структура программы и формы аттестации

№	Наименование дисциплин (модулей)	всего	Контактная работа, ак. ч					Самостоятельная работа, ак. ч	Стажировка, ак. ч	Форма аттестации		
			всего	аудиторные занятия	электронное обучение	обучение с ДОТ	контроль			текущий контроль (тест, опрос и пр.)	промежуточная аттестация (зачет, экзамен, защита отчета о стажировке)	итоговая аттестация (итоговый зачет, итоговый экзамен, доклад по результатам стажировки, итоговый аттестационный экзамен, итоговая аттестационная работа)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	13	14
1	Практическая электроника: обучение пайке и наладке на примере реальных электронных устройств	3 1	15	15				16			Нет	
1.1.	Монтаж радиоэлектронной аппаратуры. Введение.	6	2	2				4		Эксперимент		
1.2.	Поверхностный монтаж радиоэлектронной аппаратуры	1 0	6	6				4		Эксперимент		
1.3.	Монтаж выводных компонентов	8	4	4				4		Эксперимент		
1.4.	Монтаж итоговой платы	7	3	3				4		Эксперимент		
2	Итоговая аттестация	1	1				1					Итоговый зачет
	ИТОГО:	3 2	16	15	0	0	1	16	0			

3.2. Содержание программы (рабочие программы дисциплин (модулей))

Содержание дисциплин (модулей) представлено в табл. 4.

Таблица 4

Содержание дисциплин (модулей)

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
1.	Практическая электроника: обучение пайке и наладке на примере реальных электронных устройств	
1.1.	Монтаж	Типы печатных плат. Документация, применяемая при

№	Наименование дисциплин (модулей)	Содержание дисциплин (модулей)
	радиоэлектронной аппаратуры. Введение.	сборке и монтаже РЭА. Чтение чертежей. Электрические и электронные компоненты радиоэлектронных устройств и систем. Оборудование, материалы и инструменты, применяемые при монтаже РЭА. Техника безопасности при монтаже РЭА.
1.2.	Поверхностный монтаж радиоэлектронной аппаратуры	Техника безопасности при монтаже РЭА. Правила и требования к технологии поверхностного монтажа. Паяльное оборудование. Температурные режимы работы паяльников, способы пайки. Припои и флюсы для поверхностного монтажа. Защита от статического электричества. Клей. Отмывочные средства. Лабораторная работа. Монтаж компонентов на тренировочную плату. Отмывка платы, проверка платы под микроскопом. Демонтаж компонентов с тренировочной платы.
1.3.	Монтаж выводных компонентов	Установка и пайка элементов на печатные платы. Правила и требования к подготовке и технологии создания выводов РЭА. Формовка и рихтовка выводов. Режимы пайки выводов РЭА. Лабораторная работа. Монтаж выводных компонентов на тренировочной плате.
1.4.	Монтаж итоговой платы	Требования к очистке паяных соединений. Требования к качеству паяных соединений, виды дефектов. Контроль монтажа печатных плат и качества паяных соединений. Индивидуальный проект. Монтаж итоговой платы с поверхностным монтажом, отмывка, проверка под микроскопом. Проверка итоговой платы на работоспособность.

Аннотации рабочих программ дисциплин (модулей) представлены в приложении Б.

4. ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

Информация о практической подготовке в структуре дополнительной образовательной программы представлена в приложение В.

В рамках учебного плана дополнительной образовательной программы используются традиционные образовательные технологии, а также интерактивные технологии, представленные в табл. 5.

Таблица 5
Характеристика образовательной технологии

Наименование	Краткая характеристика
Лабораторная работа	В рамках лабораторной работы каждый слушатель обучается производить монтаж печатных плат с компонентами поверхностного и выводного монтажа под руководством преподавателя
Индивидуальный проект	Индивидуальный проект представляет собой монтаж конечного устройства, которое позволяет оценить уровень подготовленности каждого слушателя посредством проверки на работоспособность этого устройства

5. ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

5.1. Текущий контроль

Текущий контроль проводится в соответствии с характеристиками контрольных заданий и представлен в Таблице 1 приложения Г.

5.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по программе проводится в форме зачета, экзамена или отчета о стажировке в соответствии с учебным планом. Характеристика заданий представлена в Таблице 2 приложения Г.

5.3. Итоговая аттестация

Итоговая аттестация по программе проводится в форме . Характеристика заданий представлена Таблице 3 приложения Г.

5.4. Независимый контроль качества обучения

Порядок независимой оценки качества дополнительной образовательной программы представлен в приложении Г.

6. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Учебно-методическое и информационное обеспечение

а) литература НТБ МЭИ:

1. Медведев, А. М. Печатные платы. Конструкции и материалы / А. М. Медведев . – М. : Техносфера, 2005 . – 304 с. – (Мир электроники) . - ISBN 5-948360-26-1 .;

2. Пачурин, Г. В. Комфорт и безопасность в процессах сварки и пайки : учебное пособие для вузов по направлениям "Техносферная безопасность", "Машиностроение" / Г. В. Пачурин, И. Г. Трунова, А. С. Марков ; общ. ред. Г. В. Пачурин . – Старый Оскол : ТНТ, 2023 . – 352 с. - ISBN 978-5-94178-785-2 .;

3. Разработка конструкторской документации на печатный узел электронного устройства : методическое пособие по курсу "Инженерная графика" / В. Р. Пивоваров, Н. А. Бурдунина, Т. В. Давыдкина, [и др.], Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) ; Ред. Е. П. Касаткина . – М. : Издательский дом МЭИ, 2009 . – 44 с.
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=1471>.

б) литература ЭБС и БД:

1. Жаркой М. Ф., Егоров В. А.- "Основы монтажа электронной аппаратуры Ч. 2" Ч. 2, Издательство: "БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова", Санкт-Петербург, 2019 - (73 с.)
<https://e.lanbook.com/book/157096>;

2. Иванов В. С., Раевский Г. П., Грачев Н. Н., Андреев И. С.- "Монтаж электронных компонентов на печатные платы: Практикум", Издательство: "РТУ МИРЭА", Москва, 2022 - (55 с.)
<https://e.lanbook.com/book/310847>;

3. Переvezенцев Б. Н., Шашкин О. В.- "Теоретические основы пайки", Издательство: "ТГУ", Тольятти, 2018 - (132 с.)
<https://e.lanbook.com/book/139765>;

4. Федоров А. Л.- "Технология и оборудование низкотемпературной пайки", Издательство: "ТГУ", Тольятти, 2021 - (127 с.)
<https://e.lanbook.com/book/179256>.

в) используемые ЭБС:

1. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт»
<Http://proinfosoft.ru>; <http://docs.cntd.ru/>;

2. Научная электронная библиотека
<https://elibrary.ru/>;

3. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии
<http://protect.gost.ru/>;

4. ЭБС Лань
<https://e.lanbook.com/>;

5. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ)
<http://elib.mpei.ru/login.php>.

6.2. Кадровое обеспечение

Для реализации дополнительной образовательной программы привлекаются преподаватели из числа штатных научно-педагогических работников ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» и лица, представители работодателей или объединений работодателей. Информация о кадровом обеспечении дополнительной образовательной программы представлена в приложении Д.

Сведения о руководителе дополнительной образовательной программы представлены в приложение Е.

6.3. Финансовое обеспечение

План расходов и расчет обоснования стоимости по дополнительной образовательной программе представлены в приложение Ж.

Финансирование программы осуществляется за счет личных средств слушателей или заказчиков, по направлению которых проводится обучение. В качестве заказчика могут выступать работодатели, университеты (в том числе МЭИ), государственные структуры и прочие участники образовательного рынка.

6.4. Материально-техническое обеспечение

Материально-технические условия реализации дополнительной образовательной программы представлены в Приложении 3.

Календарный график учебного процесса разрабатывается с учетом требований к качеству освоения и по запросам обучающихся (Приложение И). Расписание занятий разрабатывается на каждую реализуемую программу.

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ (АКТУАЛИЗАЦИИ)

№ п/п	Содержание изменения (актуализации)	Дата утверждения изменений
1	Программа утверждена	08.04.2024

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»
Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
Владелец	Анисимова А.А.
Идентификатор	R81eb0b59-PolitsinskayaAA-342f19e

А.А.
Анисимова