

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович  
Должность: И.О. Ректора  
Дата подписания: 17.09.2025 13:52:34  
Уникальный программный ключ:  
f17218015d82e3c1457d1df9e244def5050

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
Национальный исследовательский университет  
«Московский институт электронной техники»



**ТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной работе  
А.Г. Балашов  
04 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ**

ПМ 01. «Разработка технологических процессов несложной технологической оснастки и конструкторско - технологической документации для изготовления изделий твердотельной электроники»

Специальность среднего профессионального образования:  
11.02.13 Твердотельная электроника  
Квалификация: техник

Форма обучения: очная  
Нормативный срок обучения: 1 год 10 мес.  
на базе среднего общего образования

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

## 1.1. Область применения программы

Программа профессионального модуля ПМ 1. «Разработка технологических процессов несложной технологической оснастки и конструкторско - технологической документации для изготовления изделий твердотельной электроники» является частью образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальности 11.02.13 «Твердотельная электроника» в части освоения основного вида профессиональной деятельности «Разработка технологических процессов, несложной технологической оснастки и конструкторско - технологической документации для изготовления изделий твердотельной электроники».

## 1.2. Цели профессионального модуля

Формирование профессиональных компетенций в разработке технологических процессов несложной технологической оснастки и конструкторско - технологической документации для изготовления изделий твердотельной электроники.

## 1.3 Количество часов на освоение программы профессионального модуля ПМ 01

всего - 324 часа, в том числе:

- максимальной учебной нагрузки обучающегося - 324 часов, включая:
- обязательной аудиторной учебной нагрузки обучающегося - 208 часов;
- самостоятельной работы обучающегося - 28 часов;
- курсовой проект - 20 часов;
- учебная практика - 36 часов;
- производственной практики - 72 часов;
- квалификационный экзамен - 8 часов.

## 2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

Результатом освоения профессионального модуля является овладение обучающимися видом профессиональной деятельности (ВПД) Участие в разработке технологических процессов, технологической оснастки и конструкторско - технологической документации для изготовления изделий твердотельной электроники (по видам), в том числе профессиональными (ПК):

ОК /ПК	Планируемые результаты освоения дисциплины		
	Знать	Уметь	Иметь практический опыт
ПК 1.1. Разрабатывать технологический процесс изготовления изделий твердотельной электроники. приборов квантовой	Технологические процессы изготовления изделий твердотельной электроники(по видам); методы пооперационного изготовления	разрабатывать технологический процесс изготовления изделий твердотельной электроники (по видам); рассчитывать режимы технологического	участия в разработке технологических процессов изготовления пластин, структур и изделий твердотельной электроники (ИТЭ); участия в расчетах и проектировании изделий

<p>электроники и фотоники.</p>	<p>изделий твердотельной электроники; методику расчетов режимов технологического процесса изготовления изделий твердотельной электроники; виды технологической документации, применяемые в технологическом процессе изготовления изделий твердотельной электроники</p>	<p>процесса изготовления изделий твердотельной электроники; использовать программные средства для разработки технологического процесса изготовления изделий твердотельной электроники.</p>	<p>твердотельной электроники и их элементов с использованием стандартного программного обеспечения.</p>
<p>ПК 1.2. Разрабатывать несложную технологическую оснастку.</p>	<p>порядок разработки технологической оснастки для изготовления изделий твердотельной электроники;</p>	<p>конструктивные особенности, назначение, основные принципы работы изделий твердотельной электроники; единые государственные системы стандартов ЕСКД, ЕСТПП, ЕСТД, разрабатывать технологическую оснастку для изготовления изделий твердотельной электроники, выполнять монтаж (установку) технологической оснастки на оборудование; оценивать работоспособность изготовленной технологической оснастки.</p>	<p>разработки несложной технологической оснастки</p>
<p>ПК 1.3. Составлять конструкторско-технологическую документацию.</p>	<p>конструктивные особенности, назначение, основные принципы</p>	<p>оформлять техническую и технологическую документацию;</p>	<p>составления конструкторско-технологической документации</p>

	работы изделий твердотельной электроники; единые государственные системы стандартов ЕСКД, ЕСТПП, ЕСТД.	разрабатывать технологическую, проектно - конструкторскую и другую техническую документацию в соответствии с действующей нормативной базой	
--	--	--	--

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ СТРУКТУРА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

#### 3.1. Тематический план профессионального модуля

Коды профессиональных компетенций	Наименование профессиональных модулей, МДК	Всего часов (макс. учебная нагрузка и практики)	Объем профессионального модуля, час.						
			Обязательная аудиторная учебная нагрузка обучающегося					Самостоятельная работа обучающегося	
			Всего, часов	Лекции	в т.ч. лабораторные работы и практические занятия, часов	в т.ч., курсовая работа, (проект), часов	консультации	Всего, часов	в т.ч., курсовая работа (проект), часов
	<b>ПМ 01, час.</b>	<b>324</b>	<b>208</b>	<b>64</b>	<b>94</b>	<b>20</b>	<b>2</b>	<b>28</b>	
	МДК 01.01, час.	112	112	44	52	-	-	16	-
ПК 1.1	МДК 01.01, час.	37	37	14	17	-	-	5	-
ПК 1.2	МДК 01.01, час.	37	37	15	17	-	-	5	-
ПК 1.3	МДК 01.01, час.	38	38	15	18	-	-	6	-
	МДК 01.02, час.	96	96	20	42	20	2	12	-
ПК 1.1	МДК 01.02, час.	32	96	6	-	6	1	4	-
ПК 1.2	МДК 01.02, час.	32	32	7	-	7	1	4	-
ПК 1.3	МДК 01.02, час.	32	32	7	-	7	-	4	-
	УП 01.01, час.	36	-	-	-	-	-	-	-
	ПП 01.01, час.	72	-	-	-	-	-	-	-

Квалификационный экзамен	8	-	-	-	-	-	-	-
ВСЕГО	324	208	84	94	20	2	28	-

### 3.2. Содержание обучения по профессиональному модулю (ПМ)

Наименование профессионального модуля (ПМ), междисциплинарных курсов (МДК) и тем	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся, курсовая работа (проект) (если предусмотрены)	Объем часов	Коды осваиваемых элементов компетенций
1	2	3	4
<b>ПМ 01. Участие в разработке технологических процессов, несложной технологической оснастки и конструкторско-технологической документации для изготовления изделий твердотельной электроники</b>		<b>324</b>	
МДК 01.01 Основные технологические процессы изготовления изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники		112	
Тема 1	<b>ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ</b>	19	
	Лекция 1.1. Основные свойства и классификация полупроводниковых материалов. Кристаллическая структура полупроводников. Носители заряда и электропроводность полупроводников.	2	ПК 1.1
	Практическая работа 1.1. Изучение основных требований к выполнению практических работ.	3	
	Практическая работа 1.2. Изучение материального оснащения процессов изготовления полупроводниковых интегральных микросхем.	6	
	Практическая работа 1.3. Изучение материального оснащения процессов изготовления гибридных интегральных микросхем.	8	ПК 1.2 ПК 1.3
Тема 2	<b>МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ</b>	10	
	Лекция 2.1. Определение кристаллографической ориентации полупроводниковых слитков. Резка полупроводниковых слитков на пластины	2	
	Лекция 2.2. Шлифовка и полировка полупроводниковых пластин	2	ПК 1.1
	Практическая работа 2.3. Отработка навыков механической обработки полупроводников	6	ПК 1.3
Тема 3	<b>ХИМИЧЕСКАЯ, ИОННАЯ И ПЛАЗМОХИМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПЛАСТИН</b>	19	
	Лекция 3.1. Основные процессы химической обработки. Очистка поверхности полупроводников	2	
	Лекция 3.2. Способы и технология отмывки		ПК 1.1

	поверхности полупроводников. Определение чистоты поверхности.	2	
	Лекция 3.3. Химическое и электрохимическое травление полупроводников	2	
	Лекция 3.4. Химическая и электрохимическая полировка полупроводников	2	
	Лекция 3.5. Ионно - лучевая, ионно - плазменная и плазмохимическая очистка и травление полупроводников	1	ПК 1.1
	Практическая работа 3.1. Изучение процессов очистки подложек полупроводниковых интегральных микросхем	10	ПК 1.2 ПК 1.3
Тема 4	<b>ЭПИТАКСИАЛЬНОЕ НАРАЩИВАНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СЛОЕВ</b>	14	
	Лекция 4.1. Получение эпитаксиальных слоев кремния химическим осаждением из паровой фазы	2	ПК 1.1 ПК 1.2
	Лекция 4.2. Вакуумная и жидкостная эпитаксия	2	
	Практическая работа 4.3. Структура эпитаксиальных слоев	10	
Тема 5	<b>ЛЕГИРОВАНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВ</b>	12	
	Лекция 5.1. Основные сведения о диффузии. Способы проведения диффузии	2	ПК 1.1 ПК 1.3
	Практическая работа 5.2. Ионное легирование	10	
Тема 6	<b>ПОЛУЧЕНИЕ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ</b>	23	
	Лекция 6.1 Классификация тонких пленок и методов их получения. Вакуумно-термическое испарение	2	ПК 1.1
	Лекция 6.2 Ионное распыление. Ионно-плазменное распыление. Высокочастотное плазменное и плазмохимическое распыление	2	
	Лекция 6.3 Термическое оксидирование кремния. Анодное оксидирование	2	
	Лекция 6.4 Основные сведения и способы химического осаждения из парогазовой фазы. Способы химического осаждения из парогазовой фазы	2	
	Лекция 6.5 Электрохимическое (гальваническое) осаждение проводящих пленок	2	
	Лекция 6.6 Получение проводящих пленок контактным осаждением и каталитическим восстановлением	2	
	Лекция 6.7 Механические напряжения в тонких пленках	1	
	Практическая работа 6.1. Изучение технологических процессов получения тонких металлических пленок при изготовлении интегральных микросхем	10	ПК 1.2 ПК 1.3
Тема 7	<b>ФОТОЛИТОГРАФИЯ</b>	9	
	Лекция 7.1. Основные этапы процесса фотолитографии. Формирование слоя фоторезиста. Совмещение фотошаблона с подложкой и экспонирование. Формирование рисунка рельефа в слое фоторезиста. Формирование рисунка рельефа на подложке	2	ПК 1.1
	Лекция 7.2. Проекционная фотолитография,	1	

	электронолитография, рентгенолитография		ПК 1.1 ПК 1.3
	Практическая работа 7.3. Отработка навыков фотолитографии	6	
Тема 8	<b>ФОТОШАБЛОНЫ</b>	5	
	Лекция 8.1. Фотошаблоны.	2	
	Практическая работа 8.2. Отработка навыков создания фотошаблонов.	3	ПК 1.1 ПК 1.3
Тема 9	<b>МОНТАЖ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ И ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ</b>	6	
	Лекция 9.1. Разделение пластин на кристаллы и крепление кристаллов в корпуса	2	
	Лекция 9.2. Присоединение проволочных выводов. Беспроволочный монтаж.	2	ПК 1.1
	Практическая работа 9.3. Отработка навыков монтажа полупроводниковых приборов и интегральных схем	2	
Тема 10	<b>10 ГЕРМЕТИЗАЦИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ И ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ</b>	7	
	Лекция 10.1. Герметизация пайкой, электроконтактной сваркой, холодной сваркой, сваркой плавлением, пластмассами	2	
	Практическая работа 10.2. Отработка навыков герметизации полупроводниковых приборов и интегральных микросхем	5	ПК 1.1 ПК 1.3
<b>Всего академических часов по учебному плану МДК 01.01:</b>		112	
<b>Учебная нагрузка во взаимодействии с преподавателем (всего)</b>		112	
в том числе:			
лекции		40	
практические работы		76	
консультация			
Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины: (дифференциальный зачет - оценка) в 3 семестре Квалификационный экзамен в 3 семестре			
<b>МДК 01.02. Проектирование изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники</b>		<b>96</b>	
Тема 1	Лекция. Классификация объектов проектирования ИМС	2	ПК 1.1
	Внеаудиторная самостоятельная работа	1	ПК 1.3
Тема 2	Лекция. Библиотеки и уровни проектирования	2	ПК 1.1
	Внеаудиторная самостоятельная работа	1	ПК 1.3
Тема 3	Лекция. Пути проектирования ИМС	2	ПК 1.1
	Внеаудиторная самостоятельная работа	1	ПК 1.3
Тема 4	Лекция. Основные слои твердотельных ИМС	2	ПК 1.1
	Контрольная работа 1	1	ПК 1.1
	Внеаудиторная самостоятельная работа	1	ПК 1.3
Тема 5	Лекция. Свойства материалов ИМС	2	ПК 1.1
	Практическая работа 1. Расчет припуска материала при механической обработке кремниевых пластин	6	ПК 1.2
	Внеаудиторная самостоятельная работа	1	ПК 1.3
	Лекция. Рабочие слои полупроводниковой ИМС	2	ПК 1.1

Тема 6	Практическая работа 2. Расчет расхода кремния при механической обработке кремниевых пластин	6	ПК 1.2
	Внеаудиторная самостоятельная работа	1	ПК 1.3
Тема 7	Лекция. Подвижность носителей в легированном полупроводнике	2	ПК 1.1
	Внеаудиторная самостоятельная работа	1	ПК 1.3
Тема 8	Лекция. Обобщенные нормы проектирования ( $\Lambda$ -система)	2	ПК 1.1
	Внеаудиторная самостоятельная работа	1	ПК 1.3
Тема 9	Лекция. Контакт «металл-полупроводник»	2	ПК 1.1
	Практическая работа 3. Расчет параметров тонкопленочных резисторов	6	ПК 1.2
	Внеаудиторная самостоятельная работа	1	ПК 1.3
Тема 10	Лекция. Топология омического контакта	2	ПК 1.1
	Практическая работа 4. Расчет параметров тонкопленочных конденсаторов	6	ПК 1.2
	Внеаудиторная самостоятельная работа	1	ПК 1.3
Тема 11	Лекция. Контакты металл-металл	2	ПК 1.1
	Внеаудиторная самостоятельная работа	1	ПК 1.3
Тема 12	Лекция. Материалы токоведущих дорожек	2	ПК 1.1
	Внеаудиторная самостоятельная работа	1	ПК 1.3
Тема 13	Лекция. Ширина токоведущих дорожек	2	ПК 1.1
Тема 14	Лекция. Пересечения и перемычки токоведущих дорожек	2	ПК 1.1
	Практическая работа 5. Расчет параметров тонкопленочных катушек индуктивности	6	ПК 1.2
Тема 15	Лекция. Особенности проектирования биполярных ИМС	2	ПК 1.1
	Практическая работа 6. Расчет теплового режима ГИМС	6	ПК 1.2
Тема 16	Лекция. Изоляция элементов обратно - смещенным р-п переходом	2	ПК 1.1
Тема 17	Лекция. Изоляция элементов по КИД - и БИД - технологии	2	ПК 1.1
Тема 18	Лекция. Изоляция диэлектриком по ЭПИК-технологии	2	ПК 1.3
Тема 19	Лекция. Изоляция диэлектриком по декаль-технологии	2	ПК 1.1 ПК 1.3
Тема 20	Лекция. Изоляция диэлектриком по КНС - технологии	2	ПК 1.1 ПК 1.3
Тема 21	Лекция. Комбинированная изопланарная изоляция элементов	2	ПК 1.1
Тема 22	Лекция. Комбинированная эпиланарная изоляция элементов	2	ПК 1.1 ПК 1.3
Тема 23	Лекция. Комбинированная полипланарная изоляция элементов	2	ПК 1.1 ПК 1.2
Тема 24	Лекция. Конструкции интегральных n-p-n-транзисторов	2	ПК 1.1
	Курсовое проектирование	1	ПК 1.2 ПК 1.3
Тема 25	Лекция. Многоэлектродные биполярные транзисторы	2	ПК 1.1
	Курсовое проектирование	1	ПК 1.2 ПК 1.3
Тема 26	Лекция. Лекция. Конструкции интегральных диодов	2	ПК 1.1
	Курсовое проектирование	1	ПК 1.2 ПК 1.3

Тема 27	Лекция. Конструкция диффузионного полоскового резистора	2	ПК 1.1
	Курсовое проектирование	1	ПК 1.2 ПК 1.3
Тема 28	Лекция. Конструкция диффузионного пинч-резистора	2	ПК 1.1
	Курсовое проектирование	1	ПК 1.2 ПК 1.3
Тема 29	Лекция. Конструкция ионно-легированного резистора	2	ПК 1.1
	Курсовое проектирование	1	ПК 1.2 ПК 1.3
Тема 30	Лекция. Конструкция диффузионного конденсатора	2	ПК 1.1
	Курсовое проектирование	1	ПК 1.2 ПК 1.3
Тема 31	Практическая работа. Конструкция МОП-конденсатора с диэлектриком	6	ПК 1.1
	Курсовое проектирование	1	ПК 1.2 ПК 1.3
Тема 32	Практическая работа. Конструкция МДП-транзистора с перекрытием	6	ПК 1.1
	Курсовое проектирование	2	ПК 1.2 ПК 1.3
Тема 33	Практическая работа МОП - транзистор с самосовмещенным Al затвором	6	ПК 1.1
	Курсовое проектирование	2	ПК 1.2
			ПК 1.3
Тема 34	Практическая работа. МОП-транзистор с самосовмещенным затвором из поликристаллического Si	6	ПК 1.1
	Курсовое проектирование	2	ПК 1.2 ПК 1.3
Тема 35	Практическая работа. Конструирование транзисторной КМОП - структуры	6	ПК 1.1
	Курсовое проектирование	2	ПК 1.2 ПК 1.3
Тема 36	Практическая работа. Конструктивные особенности и надежность ИМС	6	ПК 1.1
	Курсовое проектирование	2	ПК 1.2 ПК 1.3
Тема 37	Практическая работа. Проектирование современных ИМС	6	ПК 1.1
	Курсовое проектирование	2	ПК 1.2 ПК 1.3
Тема 38	Практическая работа. Эволюция технологий микроэлектроники	6	ПК 1.1 ПК 1.2 ПК 1.3
Всего академических часов по учебному плану МДК 01.02:		96	
Учебная нагрузка во взаимодействии с преподавателем (всего)		96	
в том числе:			
лекции		20	
практические работы		42	
курсовое проектирование		20	

Консультации	2	
Самостоятельная работа обучающегося (всего)	12	
Примерная тематика курсовых проектов: Расчет конструктивных параметров тонкопленочных резисторов микронного изделия и разработка его топологического чертежа. Расчет конструктивных параметров тонкопленочных конденсаторов микронного изделия и разработка его топологического чертежа. Проектирование и расчет полупроводниковых интегральных микросхем. Проектирование и расчет гибридных интегральных микросхем. Разработка топологии и технологии изготовления ИМС. Расчет геометрических размеров пленочных элементов ГИМС и ее площади.		
Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины: (дифференциальный зачет - оценка) в 3 семестре		
Учебная практика (по профилю специальности) ПП 01.01	36	
Производственная практика (по профилю специальности) ПП 01.01	72	
Квалификационный экзамен по ПМ 01 в 3 семестре		

#### 4. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

##### 4.1. Требования к материально - техническому обеспечению

Реализация профессионального модуля предполагает наличие: кабинета «Проектирования изделий твердотельной электроники»; лабораторий «Технологии и оборудования производства изделий твердотельной электроники»; «Информационного обеспечения профессиональной деятельности»; «Электрорадиоизмерений и испытаний изделий твердотельной электроники»; электрорадиомонтажной и слесарно - сборочной мастерских; полигона на базе учебно - производственных участков (лаборатории, цеха) для выполнения технологических операций по созданию изделий твердотельной электроники (в соответствии со специальностью и видами изделий).

Оборудование учебного кабинета и рабочих мест кабинета:

учебное оборудование, комплект инструментов и приспособлений; комплект инструкций и бланков технологической документации; комплект учебно - методической документации; наглядные пособия (планшеты по проектированию интегральных микросхем).

Оборудование лабораторий и рабочих мест лабораторий: Технологии и оборудования производства изделий твердотельной электроники: технологическое оборудование по сборке и корпусированию изделий твердотельной электроники, наборы заготовок и инструментов, приспособлений, комплект плакатов, комплект учебно - методической документации.

Информационного обеспечения профессиональной деятельности: компьютеры, принтер, сканер, интерактивная доска; проектор, плоттер, программное обеспечение общего и профессионального назначения, комплект учебно - методической документации.

Электрорадиоизмерений и испытаний изделий твердотельной электроники: измерительные комплексы, испытательные установки, наборы инструментов и приспособлений, комплект плакатов, комплект учебно - методической документации.

Оборудование мастерских и рабочих мест мастерских:

Электрорадиомонтажной: рабочие места по количеству обучающихся; радиомонтажные столы, паяльные станции; наборы инструментов, приспособления; комплектующие.

Слесарно - сборочной: рабочие места по количеству обучающихся; станки: настольно - сверлильные, заточные и др.; набор слесарных инструментов; набор измерительных инструментов; приспособления; заготовки для выполнения слесарных работ.

Реализация профессионального модуля предполагает обязательную учебную и производственную практику.

#### **4.2. Информационное обеспечение обучения**

Для реализации программы библиотечный фонд образовательной организации должен иметь печатные и/или электронные образовательные и информационные ресурсы для использования в образовательном процессе. При формировании библиотечного фонда образовательной организацией выбирается не менее одного издания из перечисленных ниже печатных изданий и (или) электронных изданий в качестве основного, при этом список может быть дополнен новыми изданиями.

#### **ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1.Королёв, М. А. Технология, конструкции и методы моделирования кремниевых интегральных микросхем : в 2 ч учебное пособие / М. А. Королёв, Т. Ю. Крупкина, М. А. Ревелева

; под редакцией Ю. А. Чаплыгина. - 4-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2020. - 400 с. - ISBN 978-5-00101-814-8. - Текст: электронный // Лань: электронно - библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/151589> (дата обращения: 19.01.2025)

2.Клунникова, Ю.В. Моделирование конструкций и технологических процессов производства электронных средств : учеб. пособие / Ю.В. Клунникова, С.П. Малюков, А.В. Саенко, А.В. Палий; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2018. - 124 с. - ISBN 978-5-9275-2974- Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1039776> (дата обращения: 19.01.2025)

#### **Дополнительные источники**

1. Родионов, Ю. А. Производство гибридных интегральных схем : учебное пособие / Ю. А. Родионов. - Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2020. - 300 с. - ISBN 978-5-9729-0460-0. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1168533> (дата обращения: 26.01.2025)

Медведев, А. Технология производства печатных плат / А. Медведев. - М.: Техносфера, 2005. - 360 с.

2. Елшин, Ю. М. Инновационные методы проектирования печатных плат на базе САПР P-CAD 200x : практическое пособие / Ю. М. Елшин. - Москва : СОЛОН -Пресс, 2020. - 464 с. – ISBN 978-5-91359-196-8. - Текст: электронный. - URL:<https://znanium.com/catalog/product/1858775> (дата обращения: 26.0.2025)

3. Проектирование цифровых устройств: учебник / А.В. Кистрин, Б.В. Костров, М.Б. Никифоров, Д.И. Устюков. - Москва: КУРС: ИНФРА-М, 2022. - 352 с. - (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-906818-59-1. - Текст: электронный. -

URL:<https://znanium.com/catalog/product/1495622> (дата обращения: 26.01.2025)

4. Трухин, М. П. Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств : учебное пособие / М. П. Трухин. - Москва: Горячая линия-Телеком, 2017. - 386 с. - ISBN 978-5-9912-0449-1. - Текст: электронный // Лань: электронно - библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/111111> (дата обращения: 26.01.2025)

### Интернет - ресурсы

<http://ptes.vlsu.ru>

<http://www.youngscience.ru>

<http://intelpro.extech.ru> <http://www.portalnanj.ru>

<http://www.vntic.org.ru>

### ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. Znanium.com: Электронно - библиотечная система: [сайт]. – Москва, 2011 – [URL:https://new.znanium.com/](https://new.znanium.com/) (дата обращения: 12.01.2025). - Режим доступа: для авториз.пользователей МИЭТ.

2. ЭБС Юрайт: образовательная платформа. - Москва, 2013 – URL: <https://urait.ru/> (дата обращения: 12.01.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.

3. Электронно - библиотечная система Лань: [сайт]. – Санкт-Петербург, 2011 – . URL: <https://e.lanbook.com/> (дата обращения: 12.01.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.

#### 4.3. Общие требования к организации образовательного процесса

Организация образовательного процесса по ПМ 01 осуществляется в соответствии с расписанием занятий и содержанием соответствующих разделов основной профессиональной образовательной программы очной формы обучения, которая была разработана и утверждена колледжем самостоятельно с учетом требований рынка труда на основе ФГОС СПО для специальности 11.02.13 «Твердотельная электроника».

Программа ПМ 01 обеспечивается учебно - методической документацией по разделам. Компетентностный подход в обучении предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Реализация программы ПМ 01 обеспечивается доступом каждого обучающегося к базам данных и библиотечным фондам.

Освоению ПМ 01 предшествует изучение учебных дисциплин:

ЕН.01 Математика,

ОП 01. Электротехника,

ОП 02. Электронная техника,

ОП.03 Электрорадиоизмерения,

ОП.04 Электронное материаловедение,

ОП.05 Метрология, стандартизация и сертификация,

ОП 06. Физические основы полупроводников

ОП.07 Информационное обеспечение профессиональной деятельности,

а также профессионального модуля ПМ 05 «Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих»: выполнение работ по профессии 14618 «Монтажник радиоэлектронной аппаратуры и приборов»; выполнение работ по профессии 17861 «Регулировщик радиоэлектронной аппаратуры и приборов».

Учебная практика (по профилю специальности) ПП 01.01 является составной частью учебного процесса и имеют целью закрепление и углубление знаний, полученных студентами в процессе обучения, приобретение необходимых умений и навыков практической работы по избранной специальности.

Производственная практика (по профилю специальности) ПП 01.01 является составной частью учебного процесса и имеют целью закрепление комплекса профессиональных компетенций студентов процессе практики на производствах микроэлектроники по избранной специальности.

Обязательной формой итоговой аттестации по ПМ 01 является квалификационный экзамен, проверяющий готовность обучающегося к выполнению указанного вида профессиональной деятельности и наличия у него необходимых компетенций. Экзамен проводится по окончании освоения программы профессионального модуля и представляет собой форму независимой оценки результатов обучения с участием работодателей. Условием допуска к квалификационному экзамену является успешное освоение обучающимися всех элементов программы ПМ 01.

Учет учебных достижений, обучающихся проводится при помощи различных форм текущего контроля: устный опрос, тестирование, контрольная работа, практическая работа.

#### **4.4. Кадровое обеспечение образовательного процесса**

Требования к квалификации педагогических (инженерно - педагогических) кадров, обеспечивающих обучение по междисциплинарным курсам МДК 01.01 и МДК 01.02: наличие высшего профессионального образования, соответствующего профилю ПМ 01 «Участие в разработке технологических процессов, технологической оснастки и конструкторско - технологической документации для изготовления изделий твердотельной электроники (по видам)» и специальности 11.02.13 «Твердотельная электроника».

Требования к квалификации педагогических кадров, осуществляющих руководство практикой.

Инженерно - педагогический состав: дипломированные специалисты - преподаватели междисциплинарных курсов, а также общепрофессиональных дисциплин: «Электротехника»; «Электронная техника»; «Электронное материаловедение»; «Электрорадиоизмерения»; «Информационное обеспечение профессиональной деятельности».

Мастера: наличие 5 - 6 квалификационного разряда с обязательной стажировкой в профильных организациях не реже 1-го раза в 3 года. Опыт деятельности в организациях соответствующей профессиональной сферы является обязательным.

### **5. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ (ВИДА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ)**

<b>Результаты (код и наименование освоенных профессиональных компетенций, формируемых в рамках ПМ)</b>	<b>Критерии оценки</b>	<b>Формы и методы контроля и оценки</b>
--	------------------------	---

<p>ПК 1.1. Участвовать в разработке технологического процесса изготовления изделий твердотельной электроники.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– умение выявлять особенности технологического процесса изготовления изделий;</li> <li>– знание конструктивных особенностей, назначения, основных принципов работы изделий;</li> <li>– знание последовательности операций технологического процесса изготовления изделий;</li> <li>– знание методов пооперационного изготовления изделий;</li> <li>– знание типов технологического оборудования, применяемого при изготовлении изделий;</li> <li>– знание принципа работы технологического оборудования;</li> <li>– знание условий и физических законов микросварки и микропайки;</li> <li>– использование программных средств для осуществления технологического процесса изготовления изделий.</li> </ul>	<p>Текущий контроль в форме:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– защиты лабораторных и практических занятий;</li> <li>– контрольных работ по темам МДК.</li> </ul> <p>Зачеты по производственной практике и по каждому из разделов профессионального модуля.</p> <p>Комплексный экзамен по профессиональному модулю.</p> <p>Защита курсовой работы.</p>
<p>ПК 1.2. Разрабатывать несложную технологическую оснастку.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– правильность порядка разработки технологической оснастки для изготовления изделий;</li> <li>– скорость и точность выполнения монтажа (установки) технологической оснастки на оборудование;</li> <li>– качество разработки технологической оснастки;</li> <li>– степень работоспособности изготовленной технологической оснастки.</li> </ul>	

ПК 1.3. Составлять конструкторско-технологическую документацию.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– правильность оформления конструкторско-технологической документации в соответствии с нормативной базой;</li> <li>– умение пользоваться едиными государственными системами стандартов ЕСКД, ЕСТПП, ЕСТД;</li> <li>– умение преобразовывать электрическую принципиальную схему в схему соединений элементов;</li> <li>– расчет необходимой площади под ИМС или микросборку;</li> <li>– умение составлять эскиз топологии с учетом конструктивно-технологических ограничений;</li> <li>– умение выявлять элементы топологии на реальном кристалле;</li> <li>– знание последовательности разработки топологии микросхемы;</li> <li>– умение проводить топологический расчет конструктивных элементов;</li> <li>– использование программного обеспечения для расчета и проектирования изделий.</li> </ul>	<p>Текущий контроль в форме:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– защиты лабораторных и практических занятий;</li> <li>– контрольных работ по темам МДК.</li> </ul> <p>Зачеты по производственной практике и по каждому из разделов профессионального модуля.</p> <p>Комплексный экзамен по профессиональному модулю.</p> <p>Защита курсовой работы.</p>
---	---	--

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно - образовательной среды SDO.MIET.RU

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются внутренние электронные ресурсы в различных формах.

При проведении занятий и для самостоятельной работы используются внешние электронные ресурсы в формах электронных компонентов сервисов:

1. <https://resh.edu.ru/>
2. <https://mob-edu.ru/>
3. <https://www.mos.ru/city/projects/mesh/>

Рабочая программа профессионального модуля ПМ 01 «Разработка технологических процессов несложной технологической оснастки и конструкторско - технологической

документации для изготовления изделий твердотельной электроники» по специальности среднего профессионального образования 11.02.13 «Твердотельная электроника» разработана в колледже электроники и информатики 30.04.2025 года, протокол № 6.

#### ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с директором колледжа ЭИ НИУ МИЭТ

Директор колледжа /  /С.Н. Литвинова /