

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович  
Должность: И.О. Ректора  
Дата подписания: 18.09.2025 11:33:03  
Уникальный программный ключ:  
f17218015d82e3c1457d1df9e244def505047355

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

А.Г. Балашов

«18» сентября 2025 г.

М.П.

## 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 года 10 мес.  
на базе среднего общего образования

Москва 2023

# 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 – 372 часа, в том числе:

- максимальной учебной нагрузки обучающегося – 296 часов, включая:
- обязательной аудиторной учебной нагрузки обучающегося – 284 часов,
- самостоятельной работы обучающегося – 12 часов;
- курсовое проектирование – 20 часов;
- учебная практика – 36 часов;
- производственной практики – 36 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	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ технологические процессы изготовления изделий твердотельной электроники(по видам);</li> <li>➤ методы пооперационного изготовления изделий</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ разрабатывать технологический процесс изготовления изделий твердотельной электроники (по видам);</li> <li>➤ рассчитывать режимы</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ участия в разработке технологических процессов изготовления пластин, структур и изделий твердотельной электроники (ИТЭ);</li> </ul>

электроники и фотоники.	<p>твердотельной электроники;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ методику расчетов режимов технологического процесса изготовления изделий твердотельной электроники;</li> <li>➤ виды технологической документации, применяемые в технологическом процессе изготовления изделий твердотельной электроники;</li> </ul>	<p>технологического процесса изготовления изделий твердотельной электроники;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ использовать программные средства для разработки технологического процесса изготовления изделий твердотельной электроники;</li> </ul>	<p>участия в расчетах и проектировании изделий твердотельной электроники и их элементов с использованием стандартного программного обеспечения.</p>
ПК 1.2. Разрабатывать несложную технологическую оснастку.	<p>порядок разработки технологической оснастки для изготовления изделий твердотельной электроники;</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ разрабатывать технологическую оснастку для изготовления изделий твердотельной электроники;</li> <li>➤ выполнять монтаж (установку) технологической оснастки на оборудование;</li> <li>➤ оценивать работоспособность изготовленной технологической оснастки;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ разработки несложной технологической оснастки</li> </ul>
ПК 1.3. Составлять конструкторско-технологическую документацию.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ конструктивные особенности, назначение, основные принципы работы изделий твердотельной электроники;</li> <li>➤ единые государственные системы стандартов ЕСКД, ЕСТПП, ЕСТД.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ оформлять техническую и технологическую документацию;</li> <li>➤ разрабатывать технологическую, проектно-конструкторскую и другую техническую документацию в соответствии с действующей нормативной базой</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ составления конструкторско-технологической документации</li> </ul>

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

#### 3.1. Тематический план профессионального модуля

Коды	Наименова	Всего часов	Объем профессионального модуля, час.
------	-----------	-------------	--------------------------------------

профессиональные компетенции	наименование профессиональных модулей, МДК	(макс. учебная нагрузка и практики)	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>372</b>	<b>296</b>	<b>100</b>	<b>160</b>	<b>20</b>	<b>2</b>	<b>12</b>	<b>20</b>
	<b>МДК 01.01, час.</b>	<b>118</b>	<b>118</b>	<b>40</b>	<b>76</b>	<b>–</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>–</b>
ПК 1.1	МДК 01.01, час.	38	38	12	26	–	–	-	–
ПК 1.2	МДК 01.01, час.	38	38	14	24	–	–	-	–
ПК 1.3	МДК 01.01, час.	42	42	14	26	–	–	-	–
	<b>МДК 01.02, час.</b>	<b>178</b>	<b>178</b>	<b>60</b>	<b>84</b>	<b>20</b>	<b>–</b>	<b>12</b>	<b>20</b>
ПК 1.1	МДК 01.02, час.	60	60	20	28	5	–	4	5
ПК 1.2	МДК 01.02, час.	60	60	20	28	5	–	4	5
ПК 1.3	МДК 01.02, час.	58	58	20	28	10	–	4	10
	<b>УП 01.01, час.</b>	<b>36</b>	<b>–</b>	<b>–</b>	<b>–</b>	<b>–</b>	<b>–</b>	<b>–</b>	<b>–</b>
	<b>ПП 01.01, час.</b>	<b>36</b>	<b>–</b>	<b>–</b>	<b>–</b>	<b>–</b>	<b>–</b>	<b>–</b>	<b>–</b>
<b>ВСЕГО</b>		<b>392</b>	<b>296</b>	<b>100</b>	<b>160</b>	<b>20</b>	<b>2</b>	<b>12</b>	<b>20</b>

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>372</b>	
<b>МДК 01.01 Основные технологические процессы изготовления изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники</b>		<b>118</b>	
	<b>ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ</b>	19	
	Лекция 1.1. Основные свойства и классификация полупроводниковых материалов. Кристаллическая структура полупроводников. Носители заряда и электропроводность	2	ПК 1.1

Тема 1	полупроводников.		
	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 поверхности полупроводников. Определение чистоты поверхности.	2	ПК 1.1
	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	
	<b>ПОЛУЧЕНИЕ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ</b>	23	
	Лекция 6.1 Классификация тонких пленок и методов их получения. Вакуумно-термическое испарение	2	
	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	2	

Тема 6	осаждения из парогазовой фазы		ПК 1.1
	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>	8	
	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	1	ПК 1.1
	Лекция 7.2. Проекционная фотолитография, электролитография, рентгенолитография	1	ПК 1.1 ПК 1.3
	Практическая работа 7.3. Отработка навыков фотолитографии	6	
Тема 8	<b>ФОТОШАБЛОНЫ</b>	3	
	Лекция 8.1. Фотошаблоны.	1	ПК 1.1 ПК 1.3
	Практическая работа 8.2. Отработка навыков создания фотошаблонов.	2	
Тема 9	<b>МОНТАЖ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ И ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ</b>	4	
	Лекция 9.1. Разделение пластин на кристаллы и крепление кристаллов в корпуса	1	ПК 1.1
	Лекция 9.2. Присоединение проволочных выводов. Беспроволочный монтаж.	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>	5	
	Лекция 10.1. Герметизация пайкой, электроконтактной сваркой, холодной сваркой, сваркой плавлением, пластмассами	1	ПК 1.1 ПК 1.3
	Практическая работа 10.2. Отработка навыков герметизации полупроводниковых приборов и интегральных микросхем	4	
<b>Всего академических часов по учебному плану МДК 01.01:</b>		118	
<b>Учебная нагрузка во взаимодействии с преподавателем (всего)</b>		118	
в том числе:			
лекции		40	
практические работы		76	
консультация		2	
<i>Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины: (дифференцированный зачет) во 2 семестре</i>			
<b>МДК 01.02. Проектирование изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники</b>		<b>178</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
Тема 6	Лекция. Рабочие слои полупроводниковой ИМС	2	ПК 1.1
	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 ( $\Delta$ -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 обратнo-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 эпипланарная 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 п-р-п-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
<b>Всего академических часов по учебному плану МДК 01.02:</b>		178	
<b>Учебная нагрузка во взаимодействии с преподавателем (всего)</b>		144	
в том числе:			
лекции		60	
практические работы		84	

курсовое проектирование	20	
<b>Самостоятельная работа обучающегося (всего)</b>	12	
в том числе:		
внеаудиторная самостоятельная работа по оформлению конспектов	12	
<b>Примерная тематика курсовых проектов:</b> Расчет конструктивных параметров тонкопленочных резисторов микросхем и разработка его топологического чертежа. Расчет конструктивных параметров тонкопленочных конденсаторов микросхем 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 ИМС и ее площади.		
<i>Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины: (дифференцированный зачет) в 3 семестре</i>		
<b>Учебная практика (по профилю специальности) УП 01.01 во 2 семестре</b>	<b>36 (1 нед.)</b>	
<b>Производственная практика (по профилю специальности) ПП 01.01 в 3 семестре</b>	<b>36 (1 нед.)</b>	
<b>Квалификационный экзамен по ПМ 01. в 3 семестре</b>		

### 3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

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

*Реализация профессионального модуля предполагает наличие:*

- *Лаборатории твердотельной электроники*

Оснащение лаборатории твердотельной электроники.

Специализированная мебель (место преподавателя, посадочные места для студентов).

Материально-техническое оснащение:

Генератор ТЕКТРОНИХ AFG3252 с опцией AFG3252R5, генератор сигналов произвольной формы типа Tektronix AWG5012, модульный генератор импульсов Tektronix DTG 5274, мультиметр типа Agilent 34411A-3шт, осциллографы смешанного сигнала типа Tektronix MSO4104, прецизионные мультиметры типа Agilent 3458 А, универсальные генераторы стандартных сигналов типа ТЕКТРОНИХ AFG3252, цифровые запоминающие осциллографы типа Tektronix DPO4104, базовая платформа NI ELVIS для лабораторных работ, вакуумный насос 2Z-5, вольтметры универсальные В7-21А, источники питания типа Agilent E3648А, мультиметры Agilent 34411А, ноутбук Deil Latitude 3440 ВТХ (СА003L34406ЕМ), осциллографы С1-93, осциллографы смешанного сигнала типа Tektronix MSO44101, принтер ОКТ-8, принтер HP LJ P1006, принтер лазерный А4 Kyosera Mita FS1128MFP+ADF МФУ, проектор NEC NP405G1, универсальные генераторы стандартных сигналов типа ТЕКТРОНИХ AFG3252, характериографы ТР-4805/3, экран DRAPER BARONEN HW100” NTSC MW White Case.

Реализация профессионального модуля предполагает обязательную учебную и производственную практику.

### **3.2. 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: 26.12.2023)

2. Клуникова, Ю.В. Моделирование конструкций и технологических процессов производства электронных средств : учеб. пособие / Ю.В. Клуникова, 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: 26.12.2023)

#### **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: 26.12.2023) 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: 26.12.2023)

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: 26.12.2023)

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: 26.12.2023)

#### 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/> (дата обращения: 12.07.2023). - Режим доступа: для авториз.пользователей МИЭТ.

2. ЭБС Юрайт : образовательная платформа. – Москва, 2013 – URL: <https://urait.ru/> (дата обращения: 12.07.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.

3. Электронно-библиотечная система Лань : [сайт]. – Санкт-Петербург, 2011 – . URL: <https://e.lanbook.com/> (дата обращения: 12.07.2023). - 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 экзамен (квалификационный). Экзамен (квалификационный) проверяет готовность обучающегося к выполнению указанного вида профессиональной деятельности и наличия у него необходимых компетенций. Экзамен (квалификационный) проводится по окончании освоения программы профессионального модуля и представляет собой форму независимой оценки результатов обучения с участием работодателей. Условием допуска к экзамену (квалификационному) 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)

Результаты (код и наименование освоенных профессиональных компетенции, формируемых в рамках ПМ)	Критерии оценки	Формы и методы контроля и оценки
---	-----------------	----------------------------------

<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>	

<p>ПК 1.3. Составлять конструкторско-технологическую документацию.</p>	<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 ОРИОКС.

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 01.12.2023 года, протокол № 1.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с директором колледжа ЭИ НИУ МИЭТ

Директор колледжа /



Литвинова С.Н.