Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович
Должность: И.О. Ректора
Дата подписания: 17.09.2025 13:47:34
Уникальный программный ключ:
f17218015d82e3c1457d1df9e244def505047555

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
«30» 04 _____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: 2 года 10 мес.
на базе основного общего образования

Москва 2025

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат 00FCD5F6E07DC83F809D56CE1D350ACCD1
Владелец ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ "МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ"
Действителен с 09.04.2025 по 03.07.2026

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

## 1.1. Цель и место профессионального модуля в структуре образовательной 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».

Цель модуля: освоение вида деятельности «разработка технологических процессов, несложной технологической оснастки и конструкторско-технологической документации для изготовления изделий твердотельной электроники».

Профессиональный модуль включен в обязательную часть образовательной программы.

## 1.2. Планируемые результаты освоения профессионального модуля

Результаты освоения профессионального модуля соотносятся с планируемыми результатами освоения образовательной программы, представленными в матрице компетенций выпускника:

В результате освоения профессионального модуля обучающийся должен:

| Код ОК, ПК | Уметь | Знать | Владеть навыками |
|---|---|---|---|
| ПК 1.1. Разрабатывать технологический процесс изготовления изделий твердотельной электроники. | разрабатывать технологический процесс изготовления изделий твердотельной электроники (по видам);<br>рассчитывать режимы технологического процесса изготовления изделий твердотельной электроники;<br>использовать программные средства для разработки технологического процесса изготовления изделий | технологические процессы изготовления изделий твердотельной электроники (по видам);<br>методы Пооперационного изготовления изделий твердотельной электроники;<br>методику расчетов режимов технологического процесса изготовления изделий твердотельной электроники;<br>виды технологической документации, | разработки технологического процесса изготовления изделий твердотельной электроники |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | твердотельной электроники; производить расчет конструктивных элементов твердотельной электроники; использовать программное обеспечение для расчета и проектирования изделий твердотельной электроники | применяемые в технологическом процессе изготовления изделий твердотельной электроники; основные методы расчета и проектирования изделий твердотельной электроники и их элементов с использованием стандартного программного обеспечения; | |
| ПК 1.2. Разрабатывать несложную технологическую оснастку. | разрабатывать технологическую оснастку для изготовления изделий твердотельной электроники;<br><br>выполнять монтаж (установку) технологической оснастки на оборудование;<br><br>оценивать работоспособность изготовленной технологической оснастки;<br><br>производить расчет конструктивных элементов твердотельной электроники;<br><br>использовать программное обеспечение для расчета и проектирования изделий твердотельной | типы технологического оборудования, применяемого при изготовлении изделий твердотельной электроники;<br><br>параметры и режимы работы технологического оборудования;<br><br>порядок разработки технологической оснастки для изготовления изделий твердотельной электроники;<br><br>конструктивные особенности, назначение, основные принципы работы изделий твердотельной электроники;<br><br>основные методы расчета и проектирования изделий | разработки несложной технологической оснастки |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | электроники | твердотельной электроники и их элементов с использованием стандартного программного обеспечения | |
| ПК 1.3. Составлять конструкторско - технологическую документацию. | оформлять техническую и технологическую документацию; разрабатывать технологическую, проектно-конструкторскую и другую техническую документацию в соответствии с действующей нормативной базой; производить расчет конструктивных элементов твердотельной электроники; использовать программное обеспечение для расчета и проектирования изделий твердотельной электроники | виды технологической документации, применяемые в технологическом процессе изготовления изделий твердотельной электроники;<br><br>единые государственные системы стандартов ЕСКД, ЕСТПП, ЕСТД | составления конструкторско - технологической документации |

## 2.СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

### 2.1. Трудоемкость освоения модуля

| **Наименование составных частей модуля** | **Объем в часах** | **В т.ч. в форме практ. подготовки** |
|---|---|---|
| Учебные занятия | 208 | 94 |
| Курсовая работа (проект) | 20 | - |
| Самостоятельная работа | 22 | - |
| Практика, в т.ч.: | 108 | - |
| учебная | *36* | *36* |

| | | |
|---|---|---|
| производственная | *72* | *72* |
| Промежуточная аттестация | 8 | - |
| Всего | **324** | **202** |

## 2.2. Структура профессионального модуля

| Код ОК, ПК | Наименования разделов профессионального модуля | Всего, час. | В т.ч. в форме практической подготовки | Обучение по МДК, в т.ч.: | Учебные занятия | Курсовая работа (проект) | Самостоятельная работа | Консультация | Учебная практика | Производственная практика |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | 9 | 10 |
| 1 | МДК.01.01 Основные технологические процессы изготовления изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники | **112** | **52** | **112** | **102** | | **10** | | | |
| 2 | МДК.01.02 Проектирование изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники | **96** | **42** | **96** | **62** | **20** | **12** | **2** | | |
| 3 | Учебная практика | **36** | **36** | | | | | | **36** | |
| 4 | Производственная практика | **72** | **72** | | | | | | | **72** |
| 5 | Промежуточная аттестация | **8** | | | | | | | | |
| | ***Всего:*** | **324** | **202** | **206** | **164** | **20** | **22** | **2** | **36** | **72** |

## 2.3. Содержание профессионального модуля

| Наименование разделов и тем | Содержание учебного материала, практических и лабораторных занятия |
|---|---|
| **Раздел 1. Разработка технологических процессов изделий твердотельной электроники** | |
| **МДК 01.01. Основные технологические процессы изготовления изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники** | |
| **Тема 1.1. Общие сведения о технологии производства пленочных и гибридных интегральных микросхем** | **Содержание** |
| | Введение. Основные термины и понятия в области технологии производства ИМС. Особенности технологии производства ИМС. Технология получения тонких пленок.<br>Технологическое оборудование. Контроль технологических режимов и параметров пленок в процессе производства микросхем.<br>Технология формирования конфигурации пленочных структур. Электрохимические процессы в микроэлектронике.<br>Технология получения толстопленочных пассивных элементов. |
| | **В том числе практических занятий** |
| | 1. Описать последовательность операций при изготовлении толстопленочных резисторов. |
| | 2. Описать технологию изготовления фотошаблона. |
| | **В том числе самостоятельная работа обучающихся** |
| **Тема 1.2. Общие сведения о технологии изготовления полупроводниковых структур** | **Содержание** |
| | Классификация технологических процессов производства полупроводниковых ИС. Группа процессов (операций).<br>Структуры кристаллов полупроводниковых ИС. Основные конструктивные элементы. Принципы интегральной технологии.<br>Базовые технологии маршрутов изготовления ИМС.<br>Требования к технологическим процессам изготовления ИМС. Оценка качества.<br>Получение полупроводниковых материалов для подложек ИС. Технология и методы получения монокристаллов полупроводникового кремния.<br>Методы получения слоев SiO2 и Si3N4. Особенности технологии.<br>Литография. Особенности технологии. Литографические процессы.<br>Травление. Особенности технологии.<br>Эпитаксия. Особенности технологии.<br>Диффузия и ионная имплантация. Особенности технологии.<br>Элементы полупроводниковых ИМС на биполярных и полевых транзисторах.<br>Основные виды технологического оборудования, применяемого при изготовлении изделий твердотельной электроники на основе базовых технологий.<br>Оснастка: назначение, применение особенности оснастки для микроэлектронной промышленности. Виды оснастки (примеры). |

| | |
|---|---|
| | Материалы для оснастки (вольфрам, молибден, сплавы, графит, кварцевое стекло и т.д.) Методы очистки оснастки. |
| | **В том числе практических занятий** |
| | 3. Изучение этапов производства пластин из слитков монокристаллического кремния. |
| | 4. Изучение технологического маршрута изготовления интегральных схем на основе GaAs. |
| | 5. Изучение процесса химического травления и контроля качества поверхности пластин кремния. |
| | 6. Изобразить схематически установки химической отмывки и сушки пластин для производства изделий твердотельной электроники. |
| | **В том числе самостоятельная работа обучающихся** |
| **Тема 1.3. Элементы и особенности полупроводниковых устройств** | **Содержание** |
| | Классификация изделий твердотельной электроники.<br>Подложки полупроводниковых приборов.<br>Изоляция элементов полупроводниковых ИС.<br>Индуктивные элементы и межэлементные соединения.<br>Интегральные n-p-n-транзисторы.<br>Интегральные диоды и стабилитроны.<br>Резисторы и конденсаторы.<br>Приборы с барьером Шотки.<br>Интегральные МОП- и КМОП-транзисторы.<br>Логические элементы: классификация.<br>Дифференциальный и операционный усилители.<br>Наночипы СБИС. Особенности технологии.<br>Полупроводниковые гетероструктуры.<br>Фотоэлектрические явления в полупроводниках. Излучение полупроводников.<br>Лазерный эффект в полупроводниках.<br>Термоэлектрические явления полупроводниках.<br>Излучение полупроводников.<br>Корпуса микросхем.<br>Защита поверхности кристалла безкорпусных микросхем.<br>Параметры качества кристаллов полупроводниковых ИС и их контроль.<br>Виды технологической документации, применяемые при изготовлении изделий твердотельной электроники. |
| | **В том числе практических занятий** |
| | 7. Исследование типов интегральных микросхем и их конструктивно-технологических параметров. |
| | 8. Изобразить схему системы условных обозначений кремниевых пластин. Привести примеры. |
| | 9. Изобразить структуры диффузионных резисторов, пинч-резистора. Начертить таблицу характеристик этих резисторов. |
| | 10. Изобразить структуры конденсаторов на основе p-n переходов, конденсаторы с диэлектриком и тонкопленочные конденсаторы. |
| | 11. Изобразить схему межэлементных соединений, |

| | |
|---|---|
| | диффузионной перемычку, схему многослойной коммутации. |
| | 12. Изобразить структуру интегральных диодов. |
| | 13. Изобразить МДП-транзистор в режиме насыщения тока и его статические характеристики. |
| | 14. Изобразить эквивалентные схемы и таблицы истинности элементов И, ИЛИ, НЕ. |
| | 15. Изобразить принципиальные схемы логических элементов. |
| | 16. Начертить таблицу и дать сравнительный анализ логических схем. |
| | **В том числе самостоятельная работа обучающихся** |
| **Раздел 2. Расчет и проектирование изделий твердотельной электроники** | |
| **МДК 01.02. Проектирование изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники** | |
| **Тема 2.1. Основные сведения о проектировании твердотельной электроники и их элементов** | **Содержание** |
| | Проектирование твердотельной электроники и их элементов.<br>Выбор и обоснование технологии изготовления изделия.<br>Конструкции и состав ИМС<br>Этапы проектирования микросхем.<br>Техническое задание на проектирование.<br>Конструкторская документация и правила ее оформления.<br>Автоматизированное проектирование микросхем. |
| | **В том числе самостоятельная работа обучающихся** |
| **Тема 2.2. Проектирование тонкопленочных гибридных интегральных микросхем.** | **Содержание** |
| | Тонкие пленки в электронно-вычислительной аппаратуре.<br>Методы получения тонких пленок.<br>Разработка топологии ГИС. Алгоритм разработки ГИС.<br>Данные для расчета размеров элементов ГИС. Основные ограничения на топологию ГИС.<br>Основные принципы проектирования топологии ГИС.<br>Конструкции пленочных резисторов<br>Конструирование и расчет тонкопленочных конденсаторов.<br>Конструирование и расчет интегральных диодов.<br>Конструирование пленочных межсоединений и контактных площадок.<br>Проектирование защитного слоя. |
| | **В том числе практических и лабораторных занятий** |
| | 1. Определение оптимального удельного поверхностного сопротивления ρ□ резистивной пленки. |
| | 2. Определение удельной емкости С0 диэлектрической пленки конденсаторов. |
| | 3. Определение общей площади контактных площадок в микросхеме. |
| | 4. Определение площади пленочных конденсаторов. |
| | 5. Определение площади пленочных резисторов. |
| | 6. Определение необходимой площади подложки микросхемы. |

| | |
|---|---|
| | **В том числе самостоятельная работа обучающихся** |
| **Тема 2.3. Основы метода расчета и проектирования изделий твердотельной электроники и их элементов** | **Содержание** |
| | Проектирование элементов и кристаллов биполярных ИМС.<br>Этапы проектирования биполярных микросхем. Выбор физической структуры<br>Выбор конфигурации и расчет основных параметров биполярного транзистора<br>Конструирование и расчет диодов<br>Конструирование и расчет резисторов<br>Конструирование и расчет конденсаторов<br>Основные правила проектирования топологии биполярных микросхем.<br>Правила оформления конструкторской документации.<br>Проектирование МОП транзисторов. Выбор физической структуры.<br>Проектирование топологии МДП микросхем.<br>Особенности проектирования микросхем специального назначения.<br>Особенности проектирования БИС.<br>Особенности проектирования полупроводниковых лазеров.<br>Особенности проектирования средств защиты от внешних воздействий, монтажа и электромонтажа в конструкциях микросхем. |
| | **В том числе практических и лабораторных занятий** |
| | 7. Выбор и обоснование конструкции изделия. |
| | 8. Выбор навесных компонентов изделия. |
| | 9. Изучение топологии ИЛЭ ТТЛ. |
| | 10. Разработка топологии изделия. |
| | 11. Конструирование и расчет диодов. |
| | 12. Конструирование и расчет резисторов. |
| | 13. Конструирование и расчет конденсаторов. |
| | 14. Конструктивный расчет элементов и компонентов изделия. |
| | 15. Выбор физической структуры и конфигурации биполярного транзистора. |
| | 16. Расчет коэффициента передачи тока и напряжений пробоя биполярного транзистора. |
| | 17. Расчет емкости и частотных характеристик биполярного транзистора. |
| | 18. Составить перечень основных правил проектирования топологии и таблицу топологических ограничений биполярных микросхем. |
| | **В том числе самостоятельная работа обучающихся** |
| **Курсовой проект (работа)** | |
| **Учебная практика**<br>**Виды работ:**<br>1. Работа со справочной и технической литературой, со стандартами ЕСКД. | |

| |
|---|
| 2. Выполнение комплекта конструкторской документации с соблюдением норм и требований ЕСКД:<br>– чертежи форматов (А1, А2, А3, А4);<br>– чертежи схемы электрической принципиальной изделий твердотельной электроники (ТТЭ);<br>– чертеж структурной схемы технологического процесса;<br>– чертежи корпусов изделий твердотельной электроники;<br>– чертежи топологии кристаллов изделий твердотельной электроники;<br>– чертежи общего вида установок (оборудования) для изготовления изделий твердотельной электроники;<br>– чертежи оснастки для проведения технологических процессов при изготовлении изделий твердотельной электроники.<br>Задания выдаются индивидуально. |
| **Производственная практика**<br>**Виды работ:**<br>1. Работа со справочной и технической литературой, со стандартами ЕСКД.<br>2. Выполнение комплекта конструкторской документации с соблюдением норм и требований ЕСКД.<br>3. Выполнение конструкторского расчета и проектирования изделий твердотельной электроники и их элементов.<br>4. Составление технологического процесса изготовления полупроводниковых структур различных видов<br>5. Проектирование тонкопленочных гибридных интегральных микросхем.<br>6. Основные сведения о проектировании твердотельной электроники и их элементов<br>Подготовка пакета конструкторской документации. |
| ***Форма промежуточной аттестации – квалификационный экзамен*** |
| **Всего 324** |

## 3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

### 3.1. Требования к материально - техническому обеспечению

Реализация профессионального модуля предполагает наличие: лаборатории твердотельной электроники, учебно - производственных участков для выполнения технологических операций по созданию изделий твердотельной электроники (в соответствии со специальностью и видами изделий) на базе индустриальных партнеров.

а)Лаборатория твердотельной электроники, оснащенной следующим оборудованием:

Генератор TEKTRONIX 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 мельтиметры типа Agilent 3458 A, универсальные генераторы стандартных сигналов типа TEKTRONIX 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 E3648A, мультиметры Agilent 34411A, ноутбук Deil Latitude 3440 BTX (CA003L34406EM), 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 TEKTRONIX AFG3252, характериографы ТР-4805/3, экран DRAPER BARONEN HW100” NTSC MW White Case

б) в Учебном центре профессиональных квалификаций на территории АО «Микрон», оснащенном следующим оборудованием:

| | Наименование |
|---|---|
| 1 | Автоматизированное рабочее место, включающее:<br>установку УЗСА-12;<br>комплект визуального контроля;<br>контроллер Stepdrive-R4-Opto |
| 2 | Установка ORTHODYNE ELECTRONICS Model 20 |
| 3 | Станция NI ELVIS II |
| 4 | Установка УЗСА-12 |
| 5 | Измерительный комплекс SOVTEST ATE FT-17 |

в) на учебно - производственном участке АО «Ангстрем» на учебных рабочих местах с расположенным на них оборудованием:

1. Посадка пластин с готовыми структурами на адгезионный носитель (установки ЭМ-2008, ЭМ-2048);
2. Резка пластин с готовыми структурами на отдельные кристаллы (установка ЭМ-225);
3. Отбраковка кристаллов в процессе визуального контроля под микроскопом (микроскопы типа МБС, БИОЛАМ);
4. Монтаж кристаллов на основания методом посадки на эвтектику в защитной среде формир-
газа (установки ЭМ-4085);
5. Разрушающий контроль прочности монтажа кристаллов на сдвиг и приварки проволочных выводов на отрыв (установка Dage 4000);
6. Присоединение проволочных выводов ультразвуковой микросваркой (установки Orthodyne
Electronics M20 и M360, ЭМ-4340);
7. Герметизация изделий с помощью металлопластмассовых корпусов в процессе запрессовки
(установки Fico Power Line, Fico MMS-i-90T);
8. Контрольно-измерительные и испытательные операции (установка ПКВ - 2);
9. Контроль герметичности изделий с использованием вакуумного оборудования (установки УКГМ, ТИ1-50, МИКРО-4).

г) на учебно - производственном участке АО «НМ_ТЕХ», оснащенном следующим оборудованием:

| № | Наименование |
|---|---|
| 1 | Полуавтоматический установщик кристаллов, модель PP6-6 |
| 2 | Установка для эпоксидного, эвтектического и flip-chip ручного и полуавтоматического монтажа кристаллов, модель PP7- 3D |
| 3 | Полуавтоматическая установка для клиновой микросварки и термозвуковой сварки, TPT HB16 |
| 4 | Полуавтоматическая станция для тестирования лазерных диодов, модель PP-One TEST |
| 5 | Программируемые камеры быстрого изменения температуры и влажности THC серии |
| 6 | Автоматическая зондовая станция для кремниевых пластин |
| 7 | Ручная зондовая станция 200 мм |

Реализация профессионального модуля предполагает учебную и производственную практику

### 3.2. Учебно-методическое обеспечение

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.

#### 3.2.1. Основные печатные и/или электронные издания

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)

#### 3.2.2. Дополнительные источники

1. 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)

**Перечень профессиональных баз данных, информационных справочных систем**

1. Znanium.com: Электронно - библиотечная система: [сайт]. – Москва, 2011 – URL: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.

### 3.3. 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,
ОПЦ 01. Электротехника,
ОПЦ 02. Электронная техника,
ОПЦ.03 Электрорадиоизмерения,
ОПЦ.04 Электронное материаловедение,
ОПЦ.05 Метрология, стандартизация и сертификация,
ОПЦ 06. Физические основы полупроводников
ОПЦ.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.

### 3.4. 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»; «Информационные 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.

## 4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

| **Код ПК, ОК** | **Критерии оценки результата (показатели освоенности компетенций)** | **Формы контроля и методы оценки** |
|---|---|---|
| ПК 1.1. Участвовать в разработке технологического процесса изготовления изделий твердотельной электроники. | грамотное владение информацией о методах Пооперационного изготовления изделий твердотельной электроники;<br><br>правильность выбора методик расчетов режимов технологического процесса изготовления изделий твердотельной электроники;<br><br>грамотное владение информацией о видах технологической документации, применяемых в технологическом процессе изготовления изделий твердотельной | Тестирование.<br>Устный и письменный опрос.<br>Выполнения индивидуальных домашних заданий.<br>Выполнение практических занятий работ.<br>Защита отчета по итогам выполненных практических занятий.<br>Защита курсовой работы.<br>Комплексный экзамен по профессиональному модулю. |

| | | |
|---|---|---|
| | электроники;<br><br>грамотное владение информацией о типах технологического оборудования, применяемого при изготовлении изделий твердотельной электроники;<br><br>грамотное владение информацией о параметрах и режимах работы технологического оборудования;<br><br>правильное изложение последовательности действий при разработке технологического процесса изготовления изделий твердотельной электроники;<br><br>правильное изложение последовательности действий по расчету режимов технологического процесса изготовления изделий твердотельной электроники;<br><br>демонстрация навыков по использованию программных средств для разработки технологического процесса изготовления изделий твердотельной электроники. | |
| ПК 1.2. Разрабатывать несложную технологическую оснастку. | правильное изложение последовательности порядка разработки технологической оснастки для изготовления изделий твердотельной электроники; | Тестирование.<br>Устный и письменный опрос.<br>Выполнения индивидуальных домашних заданий.<br>Выполнение практических |

| | | |
|---|---|---|
| | грамотное владение информацией о конструктивных особенностях, назначении, основных принципах работы изделий твердотельной электроники;<br>правильное изложение последовательности действий при разработке технологической оснастки для изготовления изделий твердотельной электроники;<br>обоснование выбора способов монтажа (установки) технологической оснастки на оборудование;<br>качество анализа оценки работоспособности изготовленной технологической оснастки. | занятий работ.<br>Защита отчета по итогам выполненных практических занятий.<br>Защита курсовой работы.<br>Комплексный экзамен по профессиональному модулю. |
| ПК 1.3. Составлять конструкторско-технологическую документацию. | грамотное владение информацией об основных методах расчета и проектирования изделий твердотельной электроники и их элементов с использованием стандартного программного обеспечения;<br>точность и грамотность применения единых государственных систем стандартов ЕСКД, ЕСТПП, ЕСТД<br>точность и грамотность оформления технической и технологической документации в соответствии с требованиями ЕСКД;<br>демонстрация умения грамотного изложения этапов разработки технологической, проектно-конструкторской и другой технической документации в соответствии с | Тестирование.<br>Устный и письменный опрос.<br>Выполнения индивидуальных домашних заданий.<br>Выполнение практических занятий работ.<br>Защита отчета по итогам выполненных практических занятий.<br>Защита курсовой работы.<br>Комплексный экзамен по профессиональному модулю. |

| | | |
|---|---|---|
| | действующей нормативной базой;<br>точность и скорость чтения чертежей;<br>грамотность изложения методик расчета конструктивных элементов твердотельной электроники;<br>правильность использования программного обеспечения для расчета и проектирования изделий твердотельной электроники. | |

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.

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 /