**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**

**к ПОП по специальности   
11.02.13 Твердотельная электроника**

**ПРИМЕРНЫЕ РАБОЧИЕ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ МОДУЛЕЙ**

ОГЛАВЛЕНИЕ

[«ПМ.01 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, НЕСЛОЖНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ И КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ» 3](#_Toc194333241)

[«ПМ.01 МОНТАЖ, РЕГУЛИРОВКА, ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ, ПРИБОРОВ КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ И ФОТОНИКИ» 22](#_Toc194333242)

[«ПМ.03 ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ, ПРИБОРОВ КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ И ФОТОНИКИ» 40](#_Toc194333243)

[«ПМ.04 ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ, ХАРАКТЕРИСТИК И ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА И ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ИЗДЕЛИЙ ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ, ПРИБОРОВ КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ И ФОТОНИКИ» 64](#_Toc194333244)

[«ПМ.05 ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ПО ОДНОЙ ИЛИ НЕСКОЛЬКИМ ПРОФЕССИЯМ РАБОЧИХ, ДОЛЖНОСТЯМ СЛУЖАЩИХ» 83](#_Toc194333245)

**2025 г.**

**Приложение 1.1**

**к ПОП по специальности**

**11.02.13 Твердотельная электроника**

**Примерная рабочая программа профессионального модуля**

# «ПМ.01 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, НЕСЛОЖНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ И КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ»

**2025 г.**

**СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ**

[1. Общая характеристика](#_Toc156820309)

[1.1. Цель и место профессионального модуля «Разработка технологических процессов, несложной технологической оснастки и конструкторско-технологической документации для изготовления изделий твердотельной электроники» в структуре образовательной программы](#_Toc156820310)

[1.2. Планируемые результаты освоения профессионального модуля](#_Toc156820311)

[2. Структура и содержание профессионального модуля](#_Toc156820312)

[2.1. Трудоемкость освоения модуля](#_Toc156820313)

[2.2. Структура профессионального модуля](#_Toc156820314)

[2.3. Примерное содержание профессионального модуля](#_Toc156820315)

[2.4. Курсовой проект (работа) (для специальностей СПО, если предусмотрено)](#_Toc156820316)

[3. Условия реализации профессионального модуля](#_Toc156820317)

[3.1. Материально-техническое обеспечение](#_Toc156820318)

[3.2. Учебно-методическое обеспечение](#_Toc156820319)

[4. Контроль и оценка результатов освоения профессионального модуля](#_Toc156820320)

1. Общая характеристика ПРИМЕРНОЙ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

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

1.1. Цель и место профессионального модуля в структуре образовательной программы

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 (п. 4.3 ПОП).

В результате освоения профессионального модуля обучающийся должен:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Код ОК, ПК** | **Уметь** | **Знать** | **Владеть навыками** |
| ОК.01 | распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализировать и выделять её составные части  определять этапы решения задачи, составлять план действия, реализовывать составленный план, определять необходимые ресурсы  выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы  владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах  оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника) | актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить  структура плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях  основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте  методы работы в профессиональной и смежных сферах  порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности | - |
| ОК.02 | определять задачи для поиска информации, планировать процесс поиска, выбирать необходимые источники информации  выделять наиболее значимое в перечне информации, структурировать получаемую информацию, оформлять результаты поиска  оценивать практическую значимость результатов поиска  применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач  использовать современное программное обеспечение в профессиональной деятельности  использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач | номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности  приемы структурирования информации  формат оформления результатов поиска информации  современные средства и устройства информатизации, порядок их применения  программное обеспечение в профессиональной деятельности, в том числе цифровые средства | - |
| ОК.03 | определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности  применять современную научную профессиональную терминологию  определять и выстраивать траектории профессионального развития и самообразования  выявлять достоинства и недостатки коммерческой идеи  определять инвестиционную привлекательность коммерческих идей в рамках профессиональной деятельности, выявлять источники финансирования  презентовать идеи открытия собственного дела в профессиональной деятельности  определять источники достоверной правовой информации  составлять различные правовые документы  находить интересные проектные идеи, грамотно их формулировать и документировать  оценивать жизнеспособность проектной идеи, составлять план проекта | содержание актуальной нормативно-правовой документации  современная научная и профессиональная терминология  возможные траектории профессионального развития и самообразования  основы предпринимательской деятельности, правовой и финансовой грамотности  правила разработки презентации  основные этапы разработки и реализации проекта | - |
| ОК.04 | организовывать работу коллектива и команды  взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности | психологические основы деятельности коллектива  психологические особенности личности | - |
| ОК.05 | грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке  проявлять толерантность в рабочем коллективе | правила оформления документов  правила построения устных сообщений  особенности социального и культурного контекста | - |
| ОК.09 | понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы  участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы  строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности  кратко обосновывать и объяснять свои действия (текущие и планируемые)  писать простые связные сообщения на знакомые или интересующие профессиональные темы | правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы  основные общеупотребительные глаголы (бытовая и профессиональная лексика)  лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности  особенности произношения  правила чтения текстов профессиональной направленности | - |
| ПК 1.1 | разрабатывать технологический процесс изготовления изделий твердотельной электроники (по видам);  рассчитывать режимы технологического процесса изготовления изделий твердотельной электроники;  использовать программные средства для разработки технологического процесса изготовления изделий твердотельной электроники;  производить расчет конструктивных элементов твердотельной электроники;  использовать программное обеспечение для расчета и проектирования изделий твердотельной электроники | технологические процессы изготовления изделий твердотельной электроники (по видам);  методы Пооперационного изготовления изделий твердотельной электроники;  методику расчетов режимов технологического процесса изготовления изделий твердотельной электроники;  виды технологической документации, применяемые в технологическом процессе изготовления изделий твердотельной электроники;  основные методы расчета и проектирования изделий твердотельной электроники и их элементов с использованием стандартного программного обеспечения | разработки технологического процесса изготовления изделий твердотельной электроники |
| ПК 1.2 | разрабатывать технологическую оснастку для изготовления изделий твердотельной электроники;  выполнять монтаж (установку) технологической оснастки на оборудование;  оценивать работоспособность изготовленной технологической оснастки;  производить расчет конструктивных элементов твердотельной электроники;  использовать программное обеспечение для расчета и проектирования изделий твердотельной электроники | типы технологического оборудования, применяемого при изготовлении изделий твердотельной электроники;  параметры и режимы работы технологического оборудования;  порядок разработки технологической оснастки для изготовления изделий твердотельной электроники;  конструктивные особенности, назначение, основные принципы работы изделий твердотельной электроники;  основные методы расчета и проектирования изделий твердотельной электроники и их элементов с использованием стандартного программного обеспечения | разработки несложной технологической оснастки |
| ПК 1.3 | 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;  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 | 144 | 116 |
| Курсовая работа (проект) | ХХ | ХХ |
| Самостоятельная работа | - | - |
| Практика, в т.ч.: | 72 | 72 |
| учебная | *36* | *36* |
| производственная | *36* | *36* |
| Промежуточная аттестация | ХХ | ХХ |
| Всего | **216** | **188** |

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*[[1]](#footnote-1)* | Учебная практика | Производственная практика |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|  | Раздел №1. Разработка технологических процессов изделий твердотельной электроники | **72** | **58** |  | 72 | х | **-** |  |  |
|  | Раздел №2. Расчет и проектирование изделий твердотельной электроники | **72** | **58** |  | **72** | х | **-** |  |  |
|  | Учебная практика | **36** | **36** |  |  | | | **36** |  |
|  | Производственная практика | **36** | **36** |  |  | | |  | **36** |
|  | Промежуточная аттестация | **Х** |  |  |  | | |  |  |
|  | ***Всего:*** | **216** | **188** |  | **144** | ***Х*** | ***Х*** | **36** | **36** |

2.3. Примерное содержание профессионального модуля

|  |  |
| --- | --- |
| **Наименование разделов и тем** | **Примерное 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** | |
| **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.  Технологическое оборудование. Контроль технологических режимов и параметров пленок в процессе производства микросхем.  Технология формирования конфигурации пленочных структур. Электрохимические процессы в микроэлектронике.  Технология получения толстопленочных пассивных элементов. |
| **В том числе практических и лабораторных занятий** |
| 1. Описать последовательность операций при изготовлении толстопленочных резисторов. |
| 2. Описать технологию изготовления фотошаблона. |
| **В том числе самостоятельная работа обучающихся**  *Необходимость и тематика определяются образовательной организацией* |
| **Тема 1.2.**  **Общие сведения о технологии изготовления**  **полупроводниковых структур** | **Содержание** |
| Классификация технологических процессов производства полупроводниковых ИС. Группа процессов (операций).  Структуры кристаллов полупроводниковых ИС. Основные конструктивные элементы. Принципы интегральной технологии.  Базовые технологии маршрутов изготовления ИМС. Требования к технологическим процессам изготовления ИМС. Оценка качества.  Получение полупроводниковых материалов для подложек ИС. Технология и методы получения монокристаллов полупроводникового кремния.  Методы получения слоев SiO2 и Si3N4. Особенности технологии.  Литография. Особенности технологии. Литографические процессы.  Травление. Особенности технологии.  Эпитаксия. Особенности технологии.  Диффузия и ионная имплантация. Особенности технологии.  Элементы полупроводниковых ИМС на биполярных и полевых транзисторах.  Основные виды технологического оборудования, применяемого при изготовлении изделий твердотельной электроники на основе базовых технологий.  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 и лабораторных 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**  *Необходимость и тематика определяются образовательной организацией* |
| **Тема 1.3.**  **Элементы и особенности**  **полупроводниковых устройств** | **Содержание** |
| Классификация изделий твердотельной электроники.  Подложки полупроводниковых приборов.  Изоляция элементов полупроводниковых ИС.  Индуктивные элементы и межэлементные соединения.  Интегральные n-p-n-транзисторы.  Интегральные диоды и стабилитроны.  Резисторы и конденсаторы.  Приборы с барьером Шотки.  Интегральные МОП- и КМОП-транзисторы.  Логические элементы: классификация.  Дифференциальный и операционный усилители.  Наночипы СБИС. Особенности технологии.  Полупроводниковые гетероструктуры.  Фотоэлектрические явления в полупроводниках. Излучение полупроводников.  Лазерный эффект в полупроводниках.  Термоэлектрические явления полупроводниках.  Излучение полупроводников.  Корпуса микросхем.  Защита поверхности кристалла безкорпусных микросхем.  Параметры качества кристаллов полупроводниковых ИС и их контроль.  Виды технологической документации, применяемые при изготовлении изделий твердотельной электроники. |
| **В том числе практических и лабораторных 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 р-п 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**  *Необходимость и тематика определяются образовательной организацией* |
| **Раздел 2. Расчет и проектирование изделий твердотельной электроники** | |
| **МДК 01.02. Проектирование изделий твердотельной электроники** | |
| **Тема 2.1.**  **Основные сведения о проектировании твердотельной электроники и их элементов** | **Содержание** |
| Проектирование твердотельной электроники и их элементов. Выбор и обоснование технологии изготовления изделия.  Конструкции и состав ИМС  Этапы проектирования микросхем.  Техническое задание на проектирование.  Конструкторская документация и правила ее оформления.  Автоматизированное проектирование микросхем. |
| **В том числе самостоятельная работа обучающихся**  *Необходимость и тематика определяются образовательной организацией* |
| **Тема 2.2.**  **Проектирование тонкопленочных гибридных интегральных микросхем.** | **Содержание** |
| Тонкие пленки в электронно-вычислительной аппаратуре. Методы получения тонких пленок.  Разработка топологии ГИС. Алгоритм разработки ГИС. Данные для расчета размеров элементов ГИС. Основные ограничения на топологию ГИС.  Основные принципы проектирования топологии ГИС. Конструкции пленочных резисторов  Конструирование и расчет тонкопленочных конденсаторов.  Конструирование и расчет интегральных диодов.  Конструирование пленочных межсоединений и контактных площадок.  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**  *Необходимость и тематика определяются образовательной организацией* |
| **Тема 2.3.**  **Основы метода расчета и проектирования изделий твердотельной электроники и их элементов** | **Содержание** |
| Проектирование элементов и кристаллов биполярных ИМС.  Этапы проектирования биполярных микросхем. Выбор физической структуры  Выбор конфигурации и расчет основных параметров биполярного транзистора  Конструирование и расчет диодов  Конструирование и расчет резисторов  Конструирование и расчет конденсаторов  Основные правила проектирования топологии биполярных микросхем.  Правила оформления конструкторской документации.  Проектирование МОП транзисторов. Выбор физической структуры.  Проектирование топологии МДП микросхем.  Особенности проектирования микросхем специального назначения.  Особенности проектирования БИС.  Особенности проектирования полупроводниковых лазеров.  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**  *Необходимость и тематика определяются образовательной организацией* |
| **Учебная практика**  **Виды работ:**  1. Работа со справочной и технической литературой, со стандартами ЕСКД.  2. Выполнение комплекта конструкторской документации с соблюдением норм и требований ЕСКД:   * чертежи форматов (А1, А2, А3, А4); * чертежи схемы электрической принципиальной изделий твердотельной электроники (ТТЭ); * чертеж структурной схемы технологического процесса; * чертежи корпусов изделий твердотельной электроники; * чертежи топологии кристаллов изделий твердотельной электроники; * чертежи общего вида установок (оборудования) для изготовления изделий твердотельной электроники; * чертежи оснастки для проведения технологических процессов при изготовлении изделий твердотельной   электроники.  Задания выдаются индивидуально. | |
| **Производственная практика**  **Виды работ:**   1. Работа со справочной и технической литературой, со стандартами ЕСКД. 2. Выполнение комплекта конструкторской документации с соблюдением норм и требований ЕСКД. 3. Выполнение конструкторского расчета и проектирования изделий твердотельной электроники и их элементов. 4. Составление технологического процесса изготовления полупроводниковых структур различных видов 5. Проектирование тонкопленочных гибридных интегральных микросхем. 6. Основные сведения о проектировании твердотельной электроники и их элементов   Подготовка пакета конструкторской документации. | |
| ***Рекомендуемая форма промежуточной аттестации – экзамен*** | |
| **Всего 216** | |

3. Условия реализации профессионального модуля

3.1. Материально-техническое обеспечение

Лаборатория «Проектирования изделий твердотельной электроники», оснащенная   
в соответствии с приложением 3 ПОП*.*

Базы практики, оснащенные в соответствии с приложением 3 ПОП*.*

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 организации 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. Киселев Г.Л. Квантовая и оптическая электроника: учебное пособие/ Г.Л. Киселев, 4-е изд., стер. - МОСКВА: Издательство "Лань, 2020.
2. Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств. Интегральные схемы : учебник для вузов / Ю. В. Гуляев [и др.] ; под редакцией Ю. В. Гуляева. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 460 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03170-6.
3. Пасынков В.В., Чиркин Л.К., Полупроводниковые приборы: учебное пособие для СПО. / Пасынков В.В., Чиркин Л.К. – 1-е изд. – Издательство Лань., 2021. - 480 с.
4. Петров, М. Н. Моделирование компонентов и элементов интегральных схем : учебное пособие / М. Н. Петров, Г. В. Гудков. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 464 с. — ISBN 978-5-8114-1075-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/209609 (дата обращения: 08.07.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Щука А.А. Электроника в 4 ч. Часть 1. Вакуумная и плазменная электроника : учебник для вузов / А.А. Щука, А.С. Сигов; под редакцией А.С. Сигова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 172 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01763-2.
6. Щука А.А. Электроника в 4 ч. Часть 2. Микроэлектроника: учебник для вузов / А. А. Щука, А. С. Сигов; ответственный редактор А. С. Сигов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 326 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01867-7. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт].
7. Щука А.А. Электроника в 4 ч. Часть 4. Функциональная электроника: учебник для вузов / А.А. Щука, А.С. Сигов; ответственный редактор А. С. Сигов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 183 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01873-8. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт].

**3.2.2. Дополнительные источники** *(при необходимости)*

1. Агеев Е.Ю. Компьютерное моделирование и проектирование. Лабораторный практикум. Часть 2: Методические указания к лабораторным работам / Агеев Е.Ю. - 2012. 79 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2549 (дата обращения: 02.07.2018).
2. Воронков, Э.Н. Твердотельная электроника: Практикум: Учебное пособие / Э.Н. Воронков. - МОСКВА: Академия, 2018. - 128 c.
3. Воронков, Э.Н. Твердотельная электроника: Учебное пособие / Э.Н. Воронков. - МОСКВА: Академия, 2018. - 192 c.
4. Гуртов В.А. Твердотельная электроника: Учеб. пособие / В. А. Гуртов. – Москва, 2005 – 492 с.
5. Дорохов А.Н. Обеспечение надежности сложных технических систем: учебник/ Дорохов А.Н., Керножицкий В.А., Миронов А.Н., Шестопалова О.Л., - 3-е изд., стер. - Издательство Лань., 2017. - 352 с.
6. Жигальский А.А.. Проектирование и конструирование микросхем: Учебное пособие // Томск: ТУСУР, 2007. - 195 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://miel.tusur.ru/images/files/Uchebno-metodicheskii\_kompleks%20disciplin/Jigalsky/Proekt\_Lec.pdf (дата обращения: 02.07.2018).
7. Игнатов А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника: учебное пособие/ Игнатов А.Н., - 4-е изд., стер. - Издательство Лань., 2021. - 596 с.
8. Игнатов А.Н., Бодров А.Н. Классическая электроника и наноэлектроника Электронный ресурс: учебное пособие / 1. А.Н Игнатов, Н.Е. Фадеева, В.Л. Савиных, В.Я. Вайспапир, С.В. Воробьева. 3-е изд.,стер. - МОСКВА: ФЛИНТА, 2017
9. Камлюк В. С, Камлюк Д. В. Технологическое оборудование для микроэлектроники: учебное пособие для СПО/ В.С. Камлюк, Д. В. Камлюк. - Издательство: РИПО, 2014. - 391.
10. Кирилловский В.К Современные оптические исследования и измерения: учебное пособие для СПО/ Кирилловский В.К., - 1-е изд. – Издательство Лань., 2021. - 304 с.
11. Коледов Л.А. Технология и конструкция микросхем, микропроцессоров и микросборок: учебник / Коледов Л.А. - 3-е изд., стер. – Издательство Лань., 2009. - 400 с.
12. Кочергин М.И. Пакеты прикладных программ: Методические указания к самостоятельной работе / Кочергин М.И., Ганджа Т.В. - 2018. 29 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7763 (дата обращения: 02.07.2018).
13. Лапшинов Б.А. Технология литографических процессов. Учебное пособие –Московский государственный институт электроники и математики. М.,2011.– 95 с.
14. Лозовский В.Н. Нанотехнологии в электронике. Введение в специальность: учебное пособие/Лозовский В.Н., Лозовский С.В., - 2-е изд., стер. - Издательство Лань., 2019. - 322 с.
15. Малышева И.А. Технология производства интегральных микросхем. – М.: Радио и связь, 1991.
16. Минскер, Ф.Е. Справочник сборщика микросхем / Ф.Е. Минскер. Бер А.Ю., Минскер Ф.Е. Сборка полупроводниковых приборов и интегральных микросхем1. – М.: Высшая школа, 1986.
17. Моряков О.С. Устройство и наладка оборудования полупроводникового производства. – М.: Высшая школа, 1989.
18. Николаев И.М. Оборудование и технология производства полупроводниковых приборов. – М.: Машиностроение, 1986.
19. Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств. Интегральные схемы : учебник для вузов / Ю. В. Гуляев [и др.] ; под редакцией Ю. В. Гуляева. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 460 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03170-6.
20. Панфилов Ю.В., Рябов В.Т., Цветков Ю.Б. Оборудование производства интегральных микросхем и промышленные роботы1. – М.: Радио и связь, 1990.
21. Пасынков В.В., Чиркин Л.К., Полупроводниковые приборы: учебное пособие для СПО. / Пасынков В.В., Чиркин Л.К. – 1-е изд. – Издательство Лань., 2021. - 480 с.
22. Поленов Ю. В., Егорова Е. В., Наноматериалы и нанотехнологии: учебник для СПО/ Поленов Ю. В., Егорова Е. В., - 2-е изд., стер Издательство Лань., 2021. - 180 с.
23. Поляков В.И., Стародубцев Э.В. Проектирование гибридных тонкопленочных интегральных микросхем: учебное пособие по дисциплине «Конструкторско-технологическое обеспечение производства ЭВМ» – Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2013. – 80 c. – URL: https://academia-moscow.ru/catalogue/4896/37892/.
24. Саликаев Ю.Р. Компьютерное моделирование и проектирование электронных приборов и устройств: Методические указания к практическим занятиям / Саликаев Ю.Р. - 2012. 16 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2848 (дата обращения: 02.07.2018).
25. Черняев В.М. Технология производства интегральных микросхем. – М.: Энергия,1997.
26. Щука А.А. Электроника в 4 ч. Часть 1. Вакуумная и плазменная электроника : учебник для вузов / А.А. Щука, А.С. Сигов; под редакцией А.С. Сигова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 172 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01763-2.
27. Щука А.А. Электроника в 4 ч. Часть 2. Микроэлектроника: учебник для вузов / А. А. Щука, А. С. Сигов; ответственный редактор А. С. Сигов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 326 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01867-7. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт].
28. Щука А.А. Электроника в 4 ч. Часть 2. Микроэлектроника: учебник для вузов / А.А. Щука, А.С. Сигов; ответственный редактор А.С. Сигов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 326 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01867-7. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/470589.
29. Щука А.А. Электроника в 4 ч. Часть 4. Функциональная электроника: учебник для вузов / А.А. Щука, А.С. Сигов; ответственный редактор А. С. Сигов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 183 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01873-8. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт].

**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;  правильность выбора методик расчетов режимов технологического процесса изготовления изделий твердотельной электроники;  грамотное владение информацией о видах технологической документации, применяемых в технологическом процессе изготовления изделий твердотельной электроники;  грамотное владение информацией о типах технологического оборудования, применяемого при изготовлении изделий твердотельной электроники;  грамотное владение информацией о параметрах и режимах работы технологического оборудования;  правильное изложение последовательности действий при разработке технологического процесса изготовления изделий твердотельной электроники;  правильное изложение последовательности действий по расчету режимов технологического процесса изготовления изделий твердотельной электроники;  демонстрация навыков по использованию программных средств для разработки технологического процесса изготовления изделий твердотельной электроники. | Тестирование.  Устный и письменный опрос.  Выполнения индивидуальных домашних заданий.  Выполнение практических занятий и лабораторных работ.  Защита отчета по итогам выполненных практических занятий и лабораторных работ. |
| ПК 1.2.  Разрабатывать несложную технологическую оснастку | правильное изложение последовательности порядка разработки технологической оснастки для изготовления изделий твердотельной электроники;  грамотное владение информацией о конструктивных особенностях, назначении, основных принципах работы изделий твердотельной электроники;  правильное изложение последовательности действий при разработке технологической оснастки для изготовления изделий твердотельной электроники;  обоснование выбора способов монтажа (установки) технологической оснастки на оборудование;  качество анализа оценки работоспособности изготовленной технологической оснастки. | Тестирование.  Устный и письменный опрос.  Выполнения индивидуальных домашних заданий.  Выполнение практических занятий и лабораторных работ.  Защита отчета по итогам выполненных практических занятий и лабораторных работ.  Защита отчетов по лабораторному практикуму. |
| 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;  точность и грамотность применения единых государственных систем стандартов ЕСКД, ЕСТПП, ЕСТД  точность и грамотность оформления технической и технологической документации в соответствии с требованиями ЕСКД;  демонстрация умения грамотного изложения этапов разработки технологической, проектно-конструкторской и другой технической документации в соответствии с действующей нормативной базой;  точность и скорость чтения чертежей;  грамотность изложения методик расчета конструктивных элементов твердотельной электроники;  правильность использования программного обеспечения для расчета и проектирования изделий твердотельной электроники. | Тестирование.  Устный и письменный опрос.  Выполнения индивидуальных домашних заданий.  Выполнение практических занятий и лабораторных работ.  Защита отчета по итогам выполненных практических занятий и лабораторных работ. |
| ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам | обоснованность постановки цели, выбора и применения методов и способов решения профессиональных задач;  адекватная оценка и самооценка эффективности и качества выполнения профессиональных задач | Интерпретация результатов наблюдений за деятельностью обучающегося в процессе освоения образовательной программы  Экспертное наблюдение и оценка на лабораторно - практических занятиях, при выполнении работ по учебной и производственной практикам  Экзамен |
| ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности | использование различных источников, включая электронные ресурсы, медиа ресурсы, Интернет-ресурсы, периодические издания по специальности для решения профессиональных задач | Интерпретация результатов наблюдений за деятельностью обучающегося в процессе освоения образовательной программы  Экспертное наблюдение и оценка на лабораторно - практических занятиях, при выполнении работ по учебной и производственной практикам  Экзамен |
| ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях | демонстрация ответственности за принятые решения  обоснованность самоанализа и коррекция результатов собственной работы; | Интерпретация результатов наблюдений за деятельностью обучающегося в процессе освоения образовательной программы  Экспертное наблюдение и оценка на лабораторно - практических занятиях, при выполнении работ по учебной и производственной практикам  Экзамен |
| ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде | взаимодействие с обучающимися, преподавателями и мастерами в ходе обучения, с руководителями учебной и производственной практик;  обоснованность анализа работы членов команды (подчиненных) | Интерпретация результатов наблюдений за деятельностью обучающегося в процессе освоения образовательной программы  Экспертное наблюдение и оценка на лабораторно - практических занятиях, при выполнении работ по учебной и производственной практикам  Экзамен |
| ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста | грамотность устной и письменной речи,  ясность формулирования и изложения мыслей | Интерпретация результатов наблюдений за деятельностью обучающегося в процессе освоения образовательной программы  Экспертное наблюдение и оценка на лабораторно - практических занятиях, при выполнении работ по учебной и производственной практикам  Экзамен |
| ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках. | эффективность использования в профессиональной деятельности необходимой технической документации, в том числе на английском языке. | Интерпретация результатов наблюдений за деятельностью обучающегося в процессе освоения образовательной программы  Экспертное наблюдение и оценка на лабораторно - практических занятиях, при выполнении работ по учебной и производственной практикам  Экзамен |

**Приложение 1.2**

**к ПОП по специальности**

**11.02.13 Твердотельная электроника**

**Примерная рабочая программа профессионального модуля**

# «ПМ.01 МОНТАЖ, РЕГУЛИРОВКА, ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ, ПРИБОРОВ КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ И ФОТОНИКИ»

**2025 г.**

**СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ**

[1. Общая характеристика](#_Toc156820309)

[1.1. Цель и место профессионального модуля «Монтаж, регулировка, техническое обслуживание и эксплуатация технологического оборудования для изготовления изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники» в структуре образовательной программы](#_Toc156820310)

[1.2. Планируемые результаты освоения профессионального модуля](#_Toc156820311)

[2. Структура и содержание профессионального модуля](#_Toc156820312)

[2.1. Трудоемкость освоения модуля](#_Toc156820313)

[2.2. Структура профессионального модуля](#_Toc156820314)

[2.3. Примерное содержание профессионального модуля](#_Toc156820315)

[2.4. Курсовой проект (работа) (для специальностей СПО, если предусмотрено)](#_Toc156820316)

[3. Условия реализации профессионального модуля](#_Toc156820317)

[3.1. Материально-техническое обеспечение](#_Toc156820318)

[3.2. Учебно-методическое обеспечение](#_Toc156820319)

[4. Контроль и оценка результатов освоения профессионального модуля](#_Toc156820320)

1. Общая характеристика ПРИМЕРНОЙ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

«Монтаж, регулировка, техническое обслуживание и эксплуатация технологического оборудования для изготовления изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники»

1.1. Цель и место профессионального модуля в структуре образовательной программы

Цель модуля: освоение вида деятельности «монтаж, регулировка, техническое обслуживание и эксплуатация технологического оборудования для изготовления изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники».

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 (п. 4.3 ПОП).

В результате освоения профессионального модуля обучающийся должен:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Код ОК, ПК** | **Уметь** | **Знать** | **Владеть навыками** |
| ОК.01 | распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализировать и выделять её составные части  определять этапы решения задачи, составлять план действия, реализовывать составленный план, определять необходимые ресурсы  выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы  владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах  оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника) | актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить  структура плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях  основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте  методы работы в профессиональной и смежных сферах  порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности | - |
| ОК.02 | определять задачи для поиска информации, планировать процесс поиска, выбирать необходимые источники информации  выделять наиболее значимое в перечне информации, структурировать получаемую информацию, оформлять результаты поиска  оценивать практическую значимость результатов поиска  применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач  использовать современное программное обеспечение в профессиональной деятельности  использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач | номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности  приемы структурирования информации  формат оформления результатов поиска информации  современные средства и устройства информатизации, порядок их применения  программное обеспечение в профессиональной деятельности, в том числе цифровые средства | - |
| ОК.03 | определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности  применять современную научную профессиональную терминологию  определять и выстраивать траектории профессионального развития и самообразования  выявлять достоинства и недостатки коммерческой идеи  определять инвестиционную привлекательность коммерческих идей в рамках профессиональной деятельности, выявлять источники финансирования  презентовать идеи открытия собственного дела в профессиональной деятельности  определять источники достоверной правовой информации  составлять различные правовые документы  находить интересные проектные идеи, грамотно их формулировать и документировать  оценивать жизнеспособность проектной идеи, составлять план проекта | содержание актуальной нормативно-правовой документации  современная научная и профессиональная терминология  возможные траектории профессионального развития и самообразования  основы предпринимательской деятельности, правовой и финансовой грамотности  правила разработки презентации  основные этапы разработки и реализации проекта | - |
| ОК.04 | организовывать работу коллектива и команды  взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности | психологические основы деятельности коллектива  психологические особенности личности | - |
| ОК.05 | грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке  проявлять толерантность в рабочем коллективе | правила оформления документов  правила построения устных сообщений  особенности социального и культурного контекста | - |
| ОК.09 | понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы  участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы  строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности  кратко обосновывать и объяснять свои действия (текущие и планируемые)  писать простые связные сообщения на знакомые или интересующие профессиональные темы | правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы  основные общеупотребительные глаголы (бытовая и профессиональная лексика)  лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности  особенности произношения  правила чтения текстов профессиональной направленности | - |
| ПК 2.1 | выбирать и подготавливать оборудование, инструменты и приспособления, применяемые при монтаже;  выполнять приемку технологического оборудования, поступившего для монтажа;  выполнять монтаж технологического оборудования, применяемого при изготовлении изделий твердотельной электроники;  выполнять включение и выключение технологического оборудования, применяемого для изготовления изделий твердотельной электроники;  оформлять необходимую техническую документацию | типы технологического оборудования, применяемого при изготовлении изделий твердотельной электроники;  правила приемки технологического оборудования, применяемого при изготовлении изделий твердотельной электроники;  порядок и правила монтажа технологического оборудования;  оборудование, инструменты и приспособления, применяемые для монтажа технологического оборудования;  техническую и технологическую документацию | монтажа технологического оборудования для изготовления изделий твердотельной электроники |
| ПК 2.2 | измерять параметры и режимы работы технологического оборудования;  регулировать параметры и режимы технологического оборудования;  оформлять необходимую техническую документацию | порядок регулировки параметров и режимов работы технологического оборудования;  параметры и режимы работы технологического оборудования;  устройство, параметры и режимы работы технологического оборудования;  техническую и технологическую документацию | регулировки технологического оборудования для изготовления изделий твердотельной электроники |
| ПК 2.3 | проводить техническое обслуживание технологического оборудования;  определять причины отказов в работе технологического оборудования;  проводить несложный ремонт технологического оборудования;  оформлять необходимую техническую документацию | возможные причины отказов в работе технологического оборудования и способы их устранения;  техническую и технологическую документацию | технического обслуживания и несложного ремонта технологического оборудования для изготовления изделий твердотельной электроники |
| ПК 2.4 | эксплуатировать технологическое оборудование, применяемое для изготовления изделий твердотельной электроники;  выполнять аварийное выключение технологического оборудования;  правила запуска и эксплуатации технологического оборудования;  оформлять необходимую техническую документацию | правила эксплуатации технологического оборудования;  правила и порядок обслуживания технологического оборудования:  техническую и технологическую документацию | эксплуатации технологического оборудования для изготовления изделий твердотельной электроники |

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 | 144 | 116 |
| Курсовая работа (проект) | ХХ | ХХ |
| Самостоятельная работа | - | - |
| Практика, в т.ч.: | 108 | 108 |
| учебная | *36* | *36* |
| производственная | *72* | *72* |
| Промежуточная аттестация | ХХ | ХХ |
| Всего | **252** | **224** |

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*[[2]](#footnote-2)* | Учебная практика | Производственная практика |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|  | Раздел №1. Осуществление монтажа регулировки технического обслуживания и эксплуатации технологического оборудования. | **36** | **58** |  | **36** | х | **-** |  |  |
|  | Раздел №2. Осуществление электромонтажных работ | **108** | **58** |  | **108** | х | **-** |  |  |
|  | Учебная практика | **36** | **36** |  |  | | | **36** |  |
|  | Производственная практика | **72** | **72** |  |  | | |  | **72** |
|  | Промежуточная аттестация | **Х** |  |  |  | | |  |  |
|  | ***Всего:*** | **252** | **224** |  | **144** | ***Х*** | ***Х*** | **36** | **72** |

2.3. Примерное содержание профессионального модуля

|  |  |
| --- | --- |
| **Наименование разделов и тем** | **Примерное содержание учебного материала, практических и лабораторных занятия** |
| **Раздел 1. Осуществление монтажа, регулировки, технического обслуживания и эксплуатации технологического оборудования** | |
| **МДК 02.01. Теоретические основы монтажа, регулировки, технического обслуживания и эксплуатации технологического оборудования для изготовления изделия твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники (по видам)** | |
| **Тема 1.1.**  **Типы технологического оборудования** | **Содержание** |
| Типовое технологическое оборудование. Типы технологического оборудования, применяемого при изготовлении изделий твердотельной электроники. Классификация по технологическому назначению. Составные части оборудования.  Правила эксплуатации технологического оборудования (по видам). Включение, выключение технологического оборудования, аварийное отключение.  Устройство, параметры и режимы работы технологического оборудования, применяемого при изготовлении изделий твердотельной электроники (по видам). |
| **В том числе практических и лабораторных занятий** |
| 1. Анализ устройства, параметров, режимов работы, включения, выключения, несложного ремонта технологического оборудования (по видам). |
| **В том числе самостоятельная работа обучающихся**  *Необходимость и тематика определяются образовательной организацией* |
| **Тема 1.2**  **Основы монтажа технологического оборудования для изготовления изделий твердотельной электроники** | **Содержание** |
| Правила приёмки технологического оборудования. Организация монтажной площадки. Предмонтажная ревизия оборудования.  Порядок и правила монтажа, методы монтажа. Организация монтажных работ. Технологические процессы и операции монтажа.  Материально-технические средства монтажа. Оборудование, инструменты и приспособления, применяемые для монтажа технологического оборудования.  Наладка и пуск. Технология пусконаладочных работ.  Приёмка и обкатка смонтированного оборудования. Оформление технической и технологической документации. |
| **В том числе практических и лабораторных занятий** |
| 2. Разработка технологического процесса монтажа оборудования. |
| 3. Подбор инструментов и приспособлений применяемые для монтажа технологического оборудования (по видам). |
| 4. Разработка инструкции по охране труда при монтаже. |
| **В том числе самостоятельная работа обучающихся**  *Необходимость и тематика определяются образовательной организацией* |
| **Тема 1.3.**  **Технические осмотры и ремонт оборудования для изготовления изделий твердотельной электроники** | **Содержание** |
| Содержание технического осмотра. Циклы технических осмотров. Система технических осмотров и ремонта оборудования. Виды и периодичность технического обслуживания технологического оборудования.  Правила и порядок обслуживания технологического оборудования. Технология технического обслуживания технологического оборудования.  Метрологическое обеспечение производства. Аттестация измерительного и испытательного оборудования.  Возможные причины отказов в работе технологического оборудования и способы их устранения.  Система и классификация ППР. Графики ППР. Инструкции ППР.  Техническая диагностика. Прогнозирование отказов. Возможные отказы.  Организация ремонтной службы предприятия. Ремонтная база предприятия. Организация выполнения ремонтных работ. Организация ремонтной службы предприятия. Ремонтная база предприятия. Организация выполнения ремонтных работ.  Технологический процесс ремонта. Общие правила разборки. Дефектация. Сборка, обкатка, испытания. |
| **В том числе практических и лабораторных занятий** |
| 5. Составить схему «Структура ремонтной службы предприятия» с кратким описанием функций каждого подразделения. |
| 6. Составить схему системы технического обслуживания, циклов технического обслуживания. Указать виды и периодичность технического обслуживания. |
| 7. Составить программу и методику аттестации испытательного оборудования. |
| **В том числе самостоятельная работа обучающихся**  *Необходимость и тематика определяются образовательной организацией* |
| **Тема 1.4.**  **Основы регулировки и эксплуатации оборудования для изготовления изделий твердотельной электроники** | **Содержание** |
| Порядок регулировки параметров и режимов технологического оборудования. Комплект нормативно-технической документации. Виды эксплуатационных и ремонтных документов.  Правила запуска, эксплуатации, наладки технологического оборудования для изготовления изделий твердотельной электроники: диффузионное оборудование; оборудование для ионной имплантации; оборудование для нанесения тонких плёнок и др. |
| **В том числе практических и лабораторных занятий** |
| 8. Составить схему «Структура ремонтной службы предприятия» с кратким описанием функций каждого подразделения. |
| 9. Составить схему системы технического обслуживания, циклов технического обслуживания. Указать виды и периодичность технического обслуживания. |
| 10. Составить программу и методику аттестации испытательного оборудования. |
| **В том числе самостоятельная работа обучающихся**  *Необходимость и тематика определяются образовательной организацией* |
| **Раздел 2 Осуществление электромонтажных работ** | |
| **МДК 02.01. Теоретические основы монтажа, регулировки, технического обслуживания и эксплуатации технологического оборудования для изготовления изделия твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники (по видам)** | |
| **Тема 2.1.**  **Осуществление**  **сборочно-монтажных**  **работ** | **Содержание** |
| Особенности сборочно-монтажных технологических процессов. Общие сведения сборочно-монтажных работах. Рабочее место монтажника. Набор инструмента рабочего стола.  Техническая документация по сдаче-приемке электромонтажных работ.  Электрический монтаж. Требования к электрическому монтажу.  Механический монтаж. Последовательность и виды механической сборки. Основные требования к механической сборке.  Установка и монтаж элементов на печатную плату. Формовка выводов.  Технология выполнения электромонтажных соединений. Пайка электромонтажных соединений. Автоматизированная пайка. Дефекты паяных соединений. Сварка электромонтажных соединений.  Способы выполнения электромонтажных соединений. Монтаж электронных модулей. Монтаж SMD компонентов.  Технология поверхностного монтажа. Проводной монтаж на печатной плате.  Монтаж объемных узлов. Технология жгутового монтажа. Технология монтажа с использованием ленточных проводов.  Соединение проводов различными способами. Соединение проводов скруткой. Соединение проводов пайкой. Соединение проводов. Обжим проводников опрессовкой. Соединение проводов сваркой.  Усовершенствование технологических процессов монтажа. Ошибки при выполнении сборочных и монтажных работ. Контроль в процессе монтажа. |
| **В том числе практических и лабораторных занятий** |
| 1. Составление перечня материалов, применяемых при электрическом монтаже. |
| 2. Подбор технологического инструмента для выполнения монтажных работ. |
| 3. Составление последовательности механической сборки. |
| 4. Выполнение операции лужения и пайки проводов. |
| 5. Установка и монтаж элементов на печатную плату. Формовка выводов |
| 6. Пайка изделий электронной техники. |
| 7. Выполнение соединений одножильных и многожильных проводов скруткой. |
| 8. Выполнение монтажа с использованием ленточных проводов. |
| **В том числе самостоятельная работа обучающихся**  *Необходимость и тематика определяются образовательной организацией* |
| **Тема 2.2.**  **Монтаж компонентов волоконно-оптических устройств** | **Содержание** |
| Волоконно-оптические устройства. Оптические кабели и разъемы. Неразъемные оптические соединения. Волоконно-оптические делители оптических сигналов. Волоконно-оптические переключатели  Монтаж компонентов волоконно-оптических устройств. |
| **В том числе практических и лабораторных занятий** |
| 9. Расчет оптимальных конструктивных параметров разъемного оптического соединителя. |
| 10. Подбор инструмента для разделки оптического кабеля. |
| 11. Разделка оптического кабеля. |
| **В том числе самостоятельная работа обучающихся**  *Необходимость и тематика определяются образовательной организацией* |
| **Учебная практика**  **Виды работ:**   1. Знакомство с организацией рабочего места. 2. Ознакомлена с техникой безопасности и охраны труда на рабочем месте. 3. Подбор соединительных проводов, кабелей, шнуров с учётом различных условий эксплуатации. 4. Вязка проводов в жгуты. 5. Подбор и монтаж элементов для электрического соединения плат, модулей и отдельных деталей между собой. 6. Соединение проводов и ИЭТ между собой и с деталями конструкции в целях создания электрической цепи прибора с использованием разъёмных и неразъёмных методов. 7. Выполнение пайки и лужения радиоэлементов. 8. Выполнение разделки концов кабелей и проводов. 9. Выполнение ответвления и оконцевания жил проводов.   Обработка монтажных проводов и кабелей с полной заделкой и распайкой проводов и соединений для подготовки к монтажу. | |
| **Производственная практика**  **Виды работ:**   1. Знакомство с организацией рабочего места. 2. Ознакомлена с техникой безопасности и охраны труда на рабочем месте. 3. Выполнение демонтажа отдельных узлов и блоков. 4. Выполнение работ по аварийному выключению технологического оборудования. 5. Выполнение работ по определение причин отказов в работе технологического оборудования. 6. Выполнение работ по монтажу компонентов волоконно-оптических устройств.   Выполнение работ по разделке оптического кабеля. | |
| ***Рекомендуемая форма промежуточной аттестации – экзамен*** | |
| **Всего 252** | |

3. Условия реализации профессионального модуля

3.1. Материально-техническое обеспечение

Лаборатория «Технологии и оборудования производства изделий твердотельной электроники», оснащенная в соответствии с приложением 3 ПОП*.*

Базы практики, оснащенные в соответствии с приложением 3 ПОП*.*

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 организации 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. Кирилловский В.К Современные оптические исследования и измерения: учебное пособие для СПО/ Кирилловский В.К., - 1-е изд. – Издательство Лань., 2021. - 304 с.
2. Киселев Г.Л. Квантовая и оптическая электроника: учебное пособие/ Г.Л. Киселев, 4-е изд., стер. - МОСКВА: Издательство "Лань, 2020.
3. Пасынков В.В., Чиркин Л.К., Полупроводниковые приборы: учебное пособие для СПО. / Пасынков В.В., Чиркин Л.К. – 1-е изд. – Издательство Лань., 2021. - 480 с.
4. Петров, М. Н. Моделирование компонентов и элементов интегральных схем : учебное пособие / М. Н. Петров, Г. В. Гудков. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 464 с. — ISBN 978-5-8114-1075-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/209609 (дата обращения: 08.07.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Щука А.А. Электроника в 4 ч. Часть 1. Вакуумная и плазменная электроника : учебник для вузов / А.А. Щука, А.С. Сигов; под редакцией А.С. Сигова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 172 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01763-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт].
6. Щука А.А. Электроника в 4 ч. Часть 1. Вакуумная и плазменная электроника : учебник для вузов / А.А. Щука, А.С. Сигов; под редакцией А.С. Сигова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 172 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01763-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/469887.
7. Щука А.А. Электроника в 4 ч. Часть 2. Микроэлектроника: учебник для вузов / А. А. Щука, А. С. Сигов; ответственный редактор А. С. Сигов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 326 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01867-7. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт].
8. Щука А.А. Электроника в 4 ч. Часть 2. Микроэлектроника: учебник для вузов / А. А. Щука, А. С. Сигов; ответственный редактор А. С. Сигов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 326 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01867-7. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/470589.
9. Щука А.А. Электроника в 4 ч. Часть 3. Квантовая и оптическая электроника: учебник для вузов / А. А. Щука, А.С. Сигов; ответственный редактор А.С. Сигов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 117 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01870-7. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт].
10. Щука А.А. Электроника в 4 ч. Часть 3. Квантовая и оптическая электроника: учебник для вузов / А. А. Щука, А.С. Сигов; ответственный редактор А.С. Сигов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 117 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01870-7. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/470590.
11. Щука А.А. Электроника в 4 ч. Часть 4. Функциональная электроника: учебник для вузов / А.А. Щука, А.С. Сигов; ответственный редактор А. С. Сигов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 183 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01873-8. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт].
12. Щука А.А. Электроника в 4 ч. Часть 4. Функциональная электроника: учебник для вузов / А.А. Щука, А.С. Сигов; ответственный редактор А. С. Сигов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 183 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01873-8. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/451677.

**3.2.2. Дополнительные источники** *(при необходимости)*

1. Агеев Е.Ю. Компьютерное моделирование и проектирование. Лабораторный практикум. Часть 2: Методические указания к лабораторным работам / Агеев Е.Ю. - 2012. 79 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2549 (дата обращения: 02.07.2018).
2. Вейко В.П., Шахно Е.А. Сборник задач по лазерным технологиям/ В.П.Вейко, Е.А. Шахно Изд. 3–е, испр. и дополн. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2007. – 67 с.
3. Воронков, Э.Н. Твердотельная электроника: Практикум: Учебное пособие / Э.Н. Воронков. - МОСКВА: Академия, 2018. - 128 c.
4. Воронков, Э.Н. Твердотельная электроника: Учебное пособие / Э.Н. Воронков. - МОСКВА: Академия, 2018. - 192 c.
5. Гальперин, М.В. Электротехника и электроника: Учебник / М.В. Гальперин. - МОСКВА: Форум, 2017. - 480 c.— (Среднее профессиональное образование).
6. Горлов, М. И. Современные диагностические методы контроля качества и надежности полупроводниковых изделий / М. И. Горлов, В. А. Сергеев; под науч. ред. М. И. Горлова. – 2-е изд. – Ульяновск : УлГТУ, 2015. – 406.
7. ГОСТ 15094-86 «Средства измерений электронные. Наименования и обозначения».
8. ГОСТ 16263-70 «Метрология. Термины и определения».
9. ГОСТ 23217-78 «Условные обозначения, наносимые на электроизмерительные приборы и вспомогательные части».
10. Гречишников В.Г. Схемотехника волоконно-оптических устройств: учеб. пособие / В.М. Гречишников. – Самара: Изд-во Самарского университета, 2018. – 172 с.: ил.
11. Гуртов В.А. Твердотельная электроника: Учеб. пособие / В. А. Гуртов. – Москва, 2005 – 492 с.
12. Дорохов А.Н. Обеспечение надежности сложных технических систем: учебник/ Дорохов А.Н., Керножицкий В.А., Миронов А.Н., Шестопалова О.Л., - 3-е изд., стер. - Издательство Лань., 2017. - 352 с.
13. Жигальский А.А., Проектирование и конструирование микросхем: Учебное пособие // Томск: ТУСУР, 2007. - 195 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://miel.tusur.ru/images/files/Uchebno-metodicheskii\_kompleks%20disciplin/Jigalsky/Proekt\_Lec.pdf (дата обращения: 02.07.2018).
14. Игнатов А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника: учебное пособие/ Игнатов А.Н., - 4-е изд., стер. - Издательство Лань., 2021. - 596 с.
15. Игнатов А.Н., Бодров А.Н. Классическая электроника и наноэлектроника Электронный ресурс: учебное пособие / 1. А.Н Игнатов, Н.Е. Фадеева,В.Л. Савиных, В.Я. Вайспапир, С.В. Воробьева. 3-е изд.,стер. - МОСКВА: ФЛИНТА, 2017
16. Камлюк В. С, Камлюк Д. В. Технологическое оборудование для микроэлектроники: учебное пособие для СПО/ В.С. Камлюк, Д. В. Камлюк. - Издательство: РИПО, 2014. - 391.
17. Кобрин Ю.П. Основы компьютерных технологий проектирования радиоэлектронных средств: Учебное пособие / Кобрин Ю.П. - 2018. 56 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7906 (дата обращения: 02.07.2018).
18. Кочергин М.И. Пакеты прикладных программ: Методические указания к самостоятельной работе / Кочергин М.И., Ганджа Т.В. - 2018. 29 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7763 (дата обращения: 02.07.2018).
19. Лапшинов Б.А. Технология литографических процессов. Учебное пособие –Московский государственный институт электроники и математики. М.,2011.– 95 с.
20. Малышева И.А. Технология производства интегральных микросхем. – МОСКВА: Радио и связь, 1991.
21. Минскер, Ф.Е. Справочник сборщика микросхем / Ф.Е. Минскер. Бер А.Ю., Минскер Ф.Е. Сборка полупроводниковых приборов и интегральных микросхем1. – МОСКВА: Высшая школа, 1986.
22. Моряков О.С. Устройство и наладка оборудования полупроводникового производства. – МОСКВА: Высшая школа, 1989.
23. Николаев И.М. Оборудование и технология производства полупроводниковых приборов. – МОСКВА: Машиностроение, 1986.
24. Новиков, Ю.Н. Микросхемотехника и наноэлектроника: Учебное пособие / Ю.Н. Новиков. - СПб.: Лань П, 2016. - 528 c.
25. Панфилов Ю.В., Рябов В.Т., Цветков Ю.Б. Оборудование производства интегральных микросхем и промышленные роботы1. – МОСКВА: Радио и связь, 1990.
26. Петров, М. Н. Моделирование компонентов и элементов интегральных схем : учебное пособие / М. Н. Петров, Г. В. Гудков. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 464 с. — ISBN 978-5-8114-1075-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/209609 (дата обращения: 08.07.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
27. Поляков В.И., Стародубцев Э.В. Проектирование гибридных тонкопленочных интегральных микросхем: учебное пособие по дисциплине «Конструкторско-технологическое обеспечение производства ЭВМ» – Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2013. – 80 c.
28. Раннев Г. Г.Информационно – измерительная техника и электроника.- МОСКВА: Академия, 2009
29. Саликаев Ю.Р. Компьютерное моделирование и проектирование электронных приборов и устройств: Методические указания к практическим занятиям / Саликаев Ю.Р. - 2012. 16 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2848 (дата обращения: 02.07.2018).
30. Феофанов А.Н. Организация ремонтных, монтажных и наладочных работ по промышленному оборудованию: в 2 ч. Ч. 1/ А.Н. Феофанов. -М. : Издательский центр «Академия», 2017.
31. Черняев В.М. Технология производства интегральных микросхем. – МОСКВА: Энергия,1997.
32. Шишкин Г.Г. Электроника: учебник для бакалавров / Г.Г. Шишкин, А.Г. Шишкин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 703 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-3391-8. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — <URL:https://urait.ru/bcode/425494>.
33. Шишмарев В.Ю. Технические измерения и приборы: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / В. Ю. Шишмарев. — Москва: Издательство: Юрайт, 2019. – 377 с.

**4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ**

**ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Код ПК, ОК** | **Критерии оценки результата  (показатели освоенности компетенций)** | **Формы контроля и методы оценки** |
| ПК 2.1.  Выполнять работы по монтажу технологического оборудования для изготовления изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники | владение информацией о типах технологического оборудования, применяемого для изготовления изделий твердотельной электроники;  владение информацией о правилах приёмки технологического оборудования, применяемого для изготовления изделий твердотельной электроники;  владение информацией о порядке и правилах монтажа технологического оборудования;  владение информацией об оборудовании, инструментах и приспособлениях, применяемых для изготовления изделий твердотельной электроники;  владение информацией о порядке оформления технической и технологической документации;  способность выбирать и подготавливать оборудование, инструменты и приспособления, применяемые при монтаже;  демонстрация умения выполнять приёмку технологического оборудования, поступившего для монтажа;  правильность выполнения монтажа технологического оборудования, применяемого для изготовления изделий твердотельной электроники;  точность выполнения подготовки и запуска технологического оборудования, применяемого для изготовления изделий твердотельной электроники;  правильность подготовки и запуска технологического оборудования для производства изделий твердотельной электроники. | Тестирование.  Устный и письменный опрос.  Выполнения индивидуальных домашних заданий.  Выполнение практических занятий.  Защита отчета по итогам выполненных практических занятий. |
| ПК 2.2.  Выполнять работы по регулировке технологического оборудования для изготовления изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники | владение информацией об устройстве, параметрах и режимах работы технологического оборудования;  владение информацией о порядке регулирования параметров и режимов работы технологического оборудования;  точность и правильность регулировки параметров и режимов работы технологического оборудования; | Тестирование.  Устный и письменный опрос.  Выполнения индивидуальных домашних заданий.  Выполнение практических занятий.  Защита отчета по итогам выполненных практических занятий. |
| ПК 2.3.  Проводить техническое обслуживание и несложный ремонт технологического оборудования для изготовления изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники | владение информацией о возможных причинах отказов в работе технологического оборудования и способы их устранения;  владение информацией о правилах и порядке обслуживания технологического оборудования  правильность выполнения включения и выключения технологического оборудования, применяемого для изготовления изделий твердотельной электроники;  точность измерения параметров и режимов работы технологического оборудования;  владение методами проведения технического обслуживания технологического оборудования;  демонстрация способности определять причины отказов в работе технологического оборудования;  способность проводить несложный ремонт технологического оборудования;  правильность выполнения аварийного выключения технологического оборудования. | Тестирование.  Устный и письменный опрос.  Выполнения индивидуальных домашних заданий.  Выполнение практических занятий.  Защита отчета по итогам выполненных практических занятий. |
| ПК 2.4.  Осуществлять эксплуатацию технологического оборудования для изготовления изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники | владение информацией о правилах запуска и эксплуатации технологического оборудования;  правильность эксплуатирования технологического оборудования, применяемого для изготовления изделий твердотельной электроники. | Тестирование.  Устный и письменный опрос.  Выполнения индивидуальных домашних заданий.  Выполнение практических занятий.  Защита отчета по итогам выполненных практических занятий. |
| ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам | обоснованность постановки цели, выбора и применения методов и способов решения профессиональных задач;  адекватная оценка и самооценка эффективности и качества выполнения профессиональных задач | Интерпретация результатов наблюдений за деятельностью обучающегося в процессе освоения образовательной программы  Экспертное наблюдение и оценка на лабораторно - практических занятиях, при выполнении работ по учебной и производственной практикам  Экзамен |
| ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности | использование различных источников, включая электронные ресурсы, медиа ресурсы, Интернет-ресурсы, периодические издания по специальности для решения профессиональных задач | Интерпретация результатов наблюдений за деятельностью обучающегося в процессе освоения образовательной программы  Экспертное наблюдение и оценка на лабораторно - практических занятиях, при выполнении работ по учебной и производственной практикам  Экзамен |
| ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях | демонстрация ответственности за принятые решения  обоснованность самоанализа и коррекция результатов собственной работы; | Интерпретация результатов наблюдений за деятельностью обучающегося в процессе освоения образовательной программы  Экспертное наблюдение и оценка на лабораторно - практических занятиях, при выполнении работ по учебной и производственной практикам  Экзамен |
| ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде | взаимодействие с обучающимися, преподавателями и мастерами в ходе обучения, с руководителями учебной и производственной практик;  обоснованность анализа работы членов команды (подчиненных) | Интерпретация результатов наблюдений за деятельностью обучающегося в процессе освоения образовательной программы  Экспертное наблюдение и оценка на лабораторно - практических занятиях, при выполнении работ по учебной и производственной практикам  Экзамен |
| ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста | грамотность устной и письменной речи,  ясность формулирования и изложения мыслей | Интерпретация результатов наблюдений за деятельностью обучающегося в процессе освоения образовательной программы  Экспертное наблюдение и оценка на лабораторно - практических занятиях, при выполнении работ по учебной и производственной практикам  Экзамен |
| ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках. | эффективность использования в профессиональной деятельности необходимой технической документации, в том числе на английском языке. | Интерпретация результатов наблюдений за деятельностью обучающегося в процессе освоения образовательной программы  Экспертное наблюдение и оценка на лабораторно - практических занятиях, при выполнении работ по учебной и производственной практикам  Экзамен |

**Приложение 1.3**

**к ПОП по специальности**



**Примерная рабочая программа профессионального модуля**

# «ПМ.03 ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ, ПРИБОРОВ КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ И ФОТОНИКИ»

**2025 г.**

**СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ**

[1. Общая характеристика](#_Toc156820309)

[1.1. Цель и место профессионального модуля «Осуществление технологического процесса производства изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники» в структуре образовательной программы](#_Toc156820310)

[1.2. Планируемые результаты освоения профессионального модуля](#_Toc156820311)

[2. Структура и содержание профессионального модуля](#_Toc156820312)

[2.1. Трудоемкость освоения модуля](#_Toc156820313)

[2.2. Структура профессионального модуля](#_Toc156820314)

[2.3. Примерное содержание профессионального модуля](#_Toc156820315)

[2.4. Курсовой проект (работа) (для специальностей СПО, если предусмотрено)](#_Toc156820316)

[3. Условия реализации профессионального модуля](#_Toc156820317)

[3.1. Материально-техническое обеспечение](#_Toc156820318)

[3.2. Учебно-методическое обеспечение](#_Toc156820319)

[4. Контроль и оценка результатов освоения профессионального модуля](#_Toc156820320)

1. Общая характеристика ПРИМЕРНОЙ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

«Осуществление технологического процесса производства изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники»

1.1. Цель и место профессионального модуля в структуре образовательной программы

Цель модуля: освоение вида деятельности «осуществление технологического процесса производства изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники».

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 (п. 4.3 ПОП).

В результате освоения профессионального модуля обучающийся должен:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Код ОК, ПК** | **Уметь** | **Знать** | **Владеть навыками** |
| ОК.01 | распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализировать и выделять её составные части  определять этапы решения задачи, составлять план действия, реализовывать составленный план, определять необходимые ресурсы  выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы  владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах  оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника) | актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить  структура плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях  основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте  методы работы в профессиональной и смежных сферах  порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности | - |
| ОК.02 | определять задачи для поиска информации, планировать процесс поиска, выбирать необходимые источники информации  выделять наиболее значимое в перечне информации, структурировать получаемую информацию, оформлять результаты поиска  оценивать практическую значимость результатов поиска  применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач  использовать современное программное обеспечение в профессиональной деятельности  использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач | номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности  приемы структурирования информации  формат оформления результатов поиска информации  современные средства и устройства информатизации, порядок их применения  программное обеспечение в профессиональной деятельности, в том числе цифровые средства | - |
| ОК.03 | определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности  применять современную научную профессиональную терминологию  определять и выстраивать траектории профессионального развития и самообразования  выявлять достоинства и недостатки коммерческой идеи  определять инвестиционную привлекательность коммерческих идей в рамках профессиональной деятельности, выявлять источники финансирования  презентовать идеи открытия собственного дела в профессиональной деятельности  определять источники достоверной правовой информации  составлять различные правовые документы  находить интересные проектные идеи, грамотно их формулировать и документировать  оценивать жизнеспособность проектной идеи, составлять план проекта | содержание актуальной нормативно-правовой документации  современная научная и профессиональная терминология  возможные траектории профессионального развития и самообразования  основы предпринимательской деятельности, правовой и финансовой грамотности  правила разработки презентации  основные этапы разработки и реализации проекта | - |
| ОК.04 | организовывать работу коллектива и команды  взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности | психологические основы деятельности коллектива  психологические особенности личности | - |
| ОК.05 | грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке  проявлять толерантность в рабочем коллективе | правила оформления документов  правила построения устных сообщений  особенности социального и культурного контекста | - |
| ОК.09 | понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы  участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы  строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности  кратко обосновывать и объяснять свои действия (текущие и планируемые)  писать простые связные сообщения на знакомые или интересующие профессиональные темы | правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы  основные общеупотребительные глаголы (бытовая и профессиональная лексика)  лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности  особенности произношения  правила чтения текстов профессиональной направленности | - |
| ПК 3.1 | выполнять подготовку и запуск технологического оборудования, применяемого для изготовления изделий твердотельной электроники;  оформлять необходимую техническую документацию;  заполнять сопроводительную документацию | типы и устройство технологического оборудования, применяемого для изготовления изделий твердотельной электроники;  правила запуска и эксплуатации технологического оборудования;  техническую и технологическую документацию;  виды технологической документации, применяемые в технологическом процессе изготовления изделий твердотельной электроники | подготовки и запуска технологического оборудования для производства изделий твердотельной электроники |
| ПК 3.2 | измерять параметры и режимы работы технологического оборудования;  регулировать параметры и режимы технологического оборудования;  выполнять аварийное выключение технологического оборудования;  корректировать параметры и режимы работы технологического оборудования для исключения брака в изделиях твердотельной электроники;  оформлять необходимую техническую документацию;  заполнять сопроводительную документацию | параметры и режимы работы технологического оборудования;  порядок регулировки параметров и режимов технологического оборудования;  возможные причины отказов в работе технологического оборудования;  режимы технологического процесса изготовления изделий твердотельной электроники;  влияние режимов технологического процесса изготовления изделий твердотельной электроники на параметры и характеристики изделий твердотельной электроники;  техническую и технологическую документацию;  виды технологической документации, применяемые в технологическом процессе изготовления изделий твердотельной электроники | установки, контроля и регулировки параметров и режимов технологических установок для производства изделий твердотельной электроники |
| ПК 3.3 | осуществлять входной контроль и подготовку материалов и изделий перед выполнением операций технологического процесса;  выполнять операции технологического процесса производства изделий твердотельной электроники в соответствии с технологической документацией;  оценивать качество изделий твердотельной электроники при визуальном и параметрическом контроле;  выполнять классификацию изделий твердотельной электроники по видам брака;  оформлять документацию по результатам контроля;  оформлять необходимую техническую документацию;  заполнять сопроводительную документацию | особенности конструкций разных видов изделий твердотельной электроники;  материалы и технологические процессы, применяемые для изготовления изделий твердотельной электроники;  методы Пооперационного изготовления изделий твердотельной электроники;  виды дефектов изделий твердотельной электроники, возникающие в технологическом процессе;  методику Пооперационного контроля качества изделий твердотельной электроники в технологическом процессе;  способы и нормативные требования оценки качества изделий твердотельной электроники при визуальном и параметрическом контроле;  устройство оптических микроскопов, контрольно-измерительных инструментов и приборов, и правила работы с ними;  правила оформления документации по результатам контроля;  техническую и технологическую документацию;  виды технологической документации, применяемые в технологическом процессе изготовления изделий твердотельной электроники | выполнения операций технологического процесса производства изделий твердотельной электроники |

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 | 144 | 116 |
| Курсовая работа (проект) | ХХ | ХХ |
| Самостоятельная работа | - | - |
| Практика, в т.ч.: | 108 | 108 |
| учебная | *36* | *36* |
| производственная | *72* | *72* |
| Промежуточная аттестация | ХХ | ХХ |
| Всего | **252** | **224** |

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*[[3]](#footnote-3)* | Учебная практика | Производственная практика |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|  | Раздел №1. Типы и устройство оборудования для производства изделий твердотельной, приборов квантовой электроники и фотоники | **36** | **58** |  | **36** | х | **-** |  |  |
|  | Раздел №2. Изучение технологического процесса производства изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники | **108** | **58** |  | **108** | х | **-** |  |  |
|  | Учебная практика | **36** | **36** |  |  | | | **36** |  |
|  | Производственная практика | **72** | **72** |  |  | | |  | **72** |
|  | Промежуточная аттестация | **Х** |  |  |  | | |  |  |
|  | ***Всего:*** | **252** | **224** |  | **144** | ***Х*** | ***Х*** | **36** | **72** |

2.3. Примерное содержание профессионального модуля

|  |  |
| --- | --- |
| **Наименование разделов и тем** | **Примерное содержание учебного материала, практических и лабораторных занятия** |
| **Раздел 1. Типы и устройство оборудования для производства изделий твердотельной, приборов квантовой электроники и фотоники** | |
| **МДК 03.01. Технология производства изделий твердотельной электроники приборов квантовой электроники и фотоники (по видам)** | |
| **Тема 1.1.**  **Общая характеристика оборудования для производства ИМС** | **Содержание** |
| Группы технологического оборудования для производства ИМ и требования, предъявляемые к оборудованию.  Правила запуска и эксплуатации технологического оборудования. Возможные причины отказов в работе технологического оборудования. Порядок регулировки параметров и режимов технологического оборудования. |
| **В том числе самостоятельная работа обучающихся**  *Необходимость и тематика определяются образовательной организацией* |
| **Тема 1.2.**  **Оборудование для обеспечения требований к условиям производства и технологическим средам** | **Содержание** |
| Оборудование для обеспечения электронно-вакуумной гигиены.  Оборудование для очистки технологических газов.  Оборудование для получения деионизованной воды. |
| **В том числе практических и лабораторных занятий** |
| 1. Изучение устройства и работы фильтров очистки воздуха, пылезащитных камер и боксов. |
| 2. Изучение устройства и работы приборов для контроля очистки газов. |
| 3. Изучение устройства и работы принципа действия оборудования для очистки воды. |
| **В том числе самостоятельная работа обучающихся**  *Необходимость и тематика определяются образовательной организацией* |
| **Тема 1.3.**  **Оборудование для изготовления полупроводниковых и диэлектрических пластин** | **Содержание** |
| Оборудование для кристаллографической ориентации слитков. Основные элементы механического оборудования.  Оборудование для механической обработки: резки, шлифовки, полировки. |
| **В том числе самостоятельная работа обучающихся**  *Необходимость и тематика определяются образовательной организацией* |
| **Тема 1.4.**  **Оборудование для очистки пластин** | **Содержание** |
| Установки обезжиривания, травления, промывки, сушки.  Установки ионной и плазменной обработки. |
| **В том числе практических и лабораторных занятий** |
| 4. Изучение устройства и работы устройства для жидкостной очистки пластин. |
| 5. Изучение устройства и работы установки ионной и плазменной обработки. |
| **В том числе самостоятельная работа обучающихся**  *Необходимость и тематика определяются образовательной организацией* |
| **Тема 1.5.**  **Оборудование для изготовления структур ИМ** | **Содержание** |
| Оборудование для процессов литографии и изготовления фотошаблонов.  Установка выращивания и осаждения плёнок из паровой и газовой фазы.  Установки термовакуумного напыления. Установки ионного напыления. Установки наращивания эпитаксиальных слоёв.  Диффузионные печи. Оборудование для ионного легирования.  Оборудование для создания толстоплёночных пассивных элементов. |
| **В том числе практических и лабораторных занятий** |
| 6. Изучение устройства и работы автоматизированной линии фотолитографии. |
| 7. Изучение устройства и работы установок для изготовления фотошаблонов. |
| 8. Изучение устройства и работы установок выращивания и осаждения плёнок из паровой и газовой фазы. |
| 9. Изучение устройства и работы установок термовакуумного и ионного напыления. |
| 10. Изучение устройства и работы установки эпитаксиального наращивания полупроводниковых слоёв. |
| 11. Изучение устройства и работы диффузионных печей. |
| 12. Изучение устройства и работы установки ионной имплантации. |
| **В том числе самостоятельная работа обучающихся**  *Необходимость и тематика определяются образовательной организацией* |
| **Тема 1.6.**  **Оборудование для сборки ИМС и заключительных операций** | **Содержание** |
| Оборудование для изготовления корпусов.  Оборудование для разделения пластин на кристаллы.  Оборудование для монтажа кристаллов и проволочной сборки.  Оборудование для беспроволочной сборки.  Оборудование для герметизации корпуса сваркой.  Оборудование для герметизации пластмассами.  Оборудование для контроля герметичности.  Оборудование для нанесения защитного покрытия, маркировки и паковки ИМС. |
| **В том числе практических и лабораторных занятий** |
| 13. Изучение устройства и работы установки резки пластин на кристаллы. |
| 14. Изучение устройства и работы оборудования для герметизации ИМС пластмассами. |
| **В том числе самостоятельная работа обучающихся**  *Необходимость и тематика определяются образовательной организацией* |
| **Раздел 2. Изучение технологического процесса производства изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники** | |
| **МДК 03.01. Технология производства изделий твердотельной электроники приборов квантовой электроники и фотоники (по видам)** | |
| **Тема 2.1. Полупроводниковые материалы и их свойства** | **Содержание** |
| Классификация полупроводниковых материалов. Сложные полупроводниковые материалы. Свойства, применение, материалы на основе карбида. кремния.  Материалы для механической обработки полупроводников. Свойства абразивных материалов и требования, предъявляемые к ним. Методы испытания абразивных материалов. Полировочные материалы. Материалы для изготовления шлифовальников и полировальников. Материалы для наклейки слитков, пластин и кристаллов.  Материалы для изготовления полупроводниковых эпитаксиальных структур. Материалы квантовой электроники.  Химические материалы для обработки полупроводников. Основные требования. Кислоты, основания, соли. Правильные смеси. Материалы для промывки полупроводниковых пластин. Материалы для фотолитографии. Материалы для проведения диффузионных процессов в полупроводниках.  Электродные материалы. Основные требования. Донорные и акцепторные элементы. Электродные сплавы для p-n переходов и омических контактов.  Материалы для защиты p-n переходов от внешних воздействий. Компаунды на основе эпоксидных смол. |
| **В том числе практических и лабораторных занятий** |
| 1. Ознакомление со вспомогательными материалами в производстве ИМС. Изучение стеклообразных и органических полупроводниковых материалов. |
| 2. Изучение методов определения твёрдости и удельного сопротивления полупроводниковых материалов. |
| 3. Сравнительный анализ материалов для процесса эпитаксиального наращивания и материалов для процесса очистки пластин |
| **В том числе самостоятельная работа обучающихся**  *Необходимость и тематика определяются образовательной организацией* |
| **Тема 2.2.**  **Общие сведения о технологии производства интегральных микросхем (ИМС)** | **Содержание** |
| Основные термины и понятия в области технологии производства ИМС. Классификация и основные этапы технологии изготовления ИМС.  Требования к технологическим процессам изготовления ИМС. Принципы и основные группы методов в технологии изготовления ИМС.  Базовые технологии маршрутов изготовления ИМС. Особенности производства ИМС и критерии прогрессивной технологии |
| **В том числе практических и лабораторных занятий** |
| 4. Составление схем по требованиям к технологическим процессам и условиям, обеспечивающим их выполнение. |
| 5. Исследование базовой технологии маршрута изготовления ИМС. |
| **В том числе самостоятельная работа обучающихся**  *Необходимость и тематика определяются образовательной организацией* |
| **Тема 2.3.**  **Изготовление и обработка полупроводниковых пластин и диэлектрических подложек** | **Содержание** |
| Общие сведения. Выполнение операций технологического процесса производства изделий твердотельной электроники (по видам). Маршруты изготовления пластин и подложек.  Подготовка слитков и резка на пластины. Шлифование и полирование.  Виды загрязнений поверхности пластин. Способы очистки. Жидкостная очистка. «Сухая» очистка.  Контроль качества пластин и подложек. |
| **В том числе практических и лабораторных занятий** |
| 6. Разработка маршрута изготовления пластин |
| 7. Разработка операционной карты для кислотного травления пластин кремния |
| **В том числе самостоятельная работа обучающихся**  *Необходимость и тематика определяются образовательной организацией* |
| **Тема 2.4.**  **Способы получения тонких плёнок в технологии изготовления ИМС** | **Содержание** |
| Термовакуумное напыление (ТВН). Распыление ионной бомбардировкой.  Термическое оксидирование.  Химическое и плазмохимическое осаждение плёнок из парогазовой фазы (ПГФ). Осаждение металлов из электролитов и растворов.  Контроль параметров тонких плёнок. |
| **В том числе практических и лабораторных занятий** |
| 8. Получение плёнок алюминия способом магнетронного распыления (схема реактора, техника выполнения процесса). |
| 9. Составление операционной карты для осаждения диэлектрической плёнки из ПГФ. |
| 10. Определение толщины, скорости травления плёнки диоксида кремния. |
| **В том числе самостоятельная работа обучающихся**  *Необходимость и тематика определяются образовательной организацией* |
| **Тема 2.5.**  **Способы формирования топологии ИМС - структур** | **Содержание** |
| Оптическая литография (фотолитография). Фотошаблоны. Виды брака фотолитографии. Рентгеновская литография. Электронная литография. Формирование топологии плёночных структур. |
| **В том числе практических и лабораторных занятий** |
| 11. Разработка процесса фотолитографии по слою алюминия. |
| 12. Фотошаблон. Передача изображения с использованием двух типов фоторезисторов. |
| 13. Определение дефектов фотолитографии на образцах. |
| **В том числе самостоятельная работа обучающихся**  *Необходимость и тематика определяются образовательной организацией* |
| **Тема 2.6.**  **Способы получения p-n- перехода и эпитаксиальных слоев** | **Содержание** |
| Диффузионное легирование. Ионное легирование. Эпитаксиальное наращивание кремниевых слоев. Параметры и контроль качества легированных слоев. |
| **В том числе практических и лабораторных занятий** |
| 14. Сравнительный анализ способов диффузионного легирования. Построение профиля легирующей примеси при диффузии из неограниченного источника распределения примеси. |
| 15. Определение параметров диффузионных слоев. Дефекты эпитаксиальных структур. |
| **В том числе самостоятельная работа обучающихся**  *Необходимость и тематика определяются образовательной организацией* |
| **Тема 2.7.**  **Типовые маршруты изготовления ИМС – структур** | **Содержание** |
| Способы изоляции элементов в технологии изготовления полупроводниковых ИМС- структур. Изготовление биполярных ИМС структур. Изготовление МОП и КМОП – структур. Металлизация и защита полупроводниковых ИМС-структур. Технология изготовления тонкоплёночных и толстоплёночных структур гибридных интегральных микросхем. Особенности технологии изготовления больших и сверхбольших ИМС. |
| **В том числе практических и лабораторных занятий** |
| 16. Разработка маршрута изготовления биполярных ИМС - структур и изоляцией p-n- переходом. |
| 17. Разработка маршрута изготовления КМОП ИМС - структур с металлическим затвором. |
| 18. Разработка маршрута изготовления толстоплёночных структур гибридных микросхем. |
| **В том числе самостоятельная работа обучающихся**  *Необходимость и тематика определяются образовательной организацией* |
| **Тема 2.8.**  **Сборка ИМС - структур** | **Содержание** |
| Разделение пластин и подложек. Методы сборки. Монтаж кристаллов и плат. Подсоединение электродных выводов. Сборка на ленточных носителях. Герметизация интегральных микросхем в корпусном и бескорпусном вариантах. Контроль качества процессов сборки. Заключительные операции технологии изготовления интегральных микросхем. Тенденции развития технологии производства микроэлектронных изделий. Виды технологической документации, применяемые при изготовлении изделий твердотельной электроники. |
| **В том числе практических и лабораторных занятий** |
| 19. Изучение процесса подсоединения выводов в условиях производства ИМС. |
| 20. Сравнительный анализ корпусной и бескорпусной герметизации. |
| 21. Разработка маршрутного технологического процесса сборки ИМС |
| **В том числе самостоятельная работа обучающихся**  *Необходимость и тематика определяются образовательной организацией* |
| **Тема 2.9.**  **Основы квантовой электроники и оптоэлектроники** | **Содержание** |
| Основы квантовой электроники и оптоэлектроники. Этапы и перспективы развития квантовой электроники. Применения квантовой электроники. Устройство и принципы работы оборудования по производству приборов квантовой электроники. Стандарты и технические условия по производству приборов квантовой электроники. Основные материалы, инструменты и технологии, применяемые при производстве приборов квантовой электроники.  Энергетические и световые параметры. Спектральные параметры излучения. Поглощение и излучение. Когерентность. Поляризация оптического излучения. Виды генерации оптического излучения.  Инжекционная электролюминесценция. Светоизлучающие диоды. Параметры и характеристики СИД. Фотоприемники. Фотопроводимость и фото-ЭДС. Параметры и характеристики фотоприемников. Фотодиоды. Принцип действия. ВАХ фотодиода. Разновидности фотодиодов. Фотоприемники с внутренним усилением. Фоторезисторы. Особенности изготовления фотоприемников. Структурная схема оптрона. Параметры и характеристики оптопар. Применение оптронов.  Физические основы усиления и генерации лазерного излучения. Основные особенности когерентной оптоэлектроники. Конструкция, параметры и режимы работы лазеров. Основные параметры лазеров. Полупроводниковые лазеры. Различные типы лазерных систем, их применение. Разновидности лазеров. Полупроводниковые лазеры на гетероструктурах, сверхрешетках, квантовых точках. Лазерные модуляционные устройства. Оптические модуляторы. Волоконно-оптические линии связи. Голографические системы хранения и обработки информации. Роль наноматериалов и нанотехнологий в совершенствовании приборов квантовой и оптической электроники. |
| **В том числе практических и лабораторных занятий** |
| 22. Исследование транзисторного и тиристорного оптрона, оптрона на составном транзисторе |
| 23. Исследование оптронного блокинг – генератора. Исследование характеристик СИД. |
| 24. Изучение статических характеристик фотодиодов и фоторезисторов. |
| 25. Исследование диодной оптопары. |
| 26. Исследования семисегментного светодиодного индикатора. |
| 27. Исследование полупроводникового лазера. |
| 28. Чтение стандартов и технические условия по производству приборов квантовой электроники. |
| **В том числе самостоятельная работа обучающихся**  *Необходимость и тематика определяются образовательной организацией* |
| **Тема 2.10.**  **Основы вакуумных технологий** | **Содержание** |
| Основы вакуумных технологий – понятие вакуума, степени вакуума. Число Кнудсена. Основные определения вакуумной техники. Принцип действия вакуумных установок. Порядок включения, эксплуатации и выключения вакуумных установок. Сопротивление вакуумных трубопроводов. Проводимость вакуумных трубопроводов. Основное уравнение вакуумной техники.  Общая характеристика вакуумных насосов. Физические принципы объемной откачки (форвакуумные насосы). Высоковакуумные насосы. Физические принципы, лежащие в основе работы турбомолекулярных, криогенных и диффузионных насосов. Криогенные и криосорбционные насосы. Измерение быстроты действия насосов, измерение предельного остаточного давления.  Классификация вакуумметров, жидкостные и U-образные вакуумметры. Компрессионные вакуумметры, деформационные вакуумметры. Тепловые вакуумметры сопротивления и термопарные вакуумметры  Классификация газоанализаторов. Спектр масс и его расшифровка. Статические масс-спектрометры. Герметичность вакуумных систем, методы течеискания, виды течеискателей.  Общие сведения. Правила изображения схем вакуумных принципиальных. Основные требования, предъявляемые к вакуумным системам. Автоматизированные установки нанесения тонких плёнок. Назначение и конструкция вакуумных вводов, вакуумных окон, загрузочных устройств. Разъёмные соединения. Требования к материалам вакуумных систем. Стекла. Металлы. Расчет длительности откачки. Постановка задачи. |
| **В том числе практических и лабораторных занятий** |
| 29. Исследование конструкции и принципов действий вакуумных насосов. |
| 30. Исследование конструкции и принципов действий манометров. |
| 31. Методика расчета вакуумных систем. |
| **В том числе самостоятельная работа обучающихся**  *Необходимость и тематика определяются образовательной организацией* |
| **Курсовой проект (работа)** | |
| **Учебная практика**  **Виды работ:**   1. Изучение техники безопасности и противопожарных мероприятий. 2. Изучение и практическое ознакомление с производством ИМС по планарной технологии. 3. Ознакомление с устройством и назначением автоматизированных систем диффузионных и контролем температуры диффузионных каналов. 4. Ознакомление с методами проверки р-и п - канальных транзисторов. 5. Изучение устройства и назначения установки для ионной имплантации малыми дозами. 6. Изучение устройства и назначения установки ионной имплантации «Везувий-3М». 7. Проведение анализа процессов напыления алюминия чистого и с кремнием с контролем толщины. 8. Изучение процесса осаждения диэлектрических пленок методом низкотемпературного пиролиза и устройства установки пиролитического осаждения “Оксин”. 9. Изучение процесса фотолитографии, в том числе гидромеханической отмывка пластин, нанесения фоторезиста, экспонирования, проявления и задубливания фоторезиста. Ознакомление с устройством соответствующих автоматических установок. 10. Ознакомление с методами травления оксида и нитрида кремния, металлических плёнок, способов сушки пластин, удаления фоторезиста в смеси “Каро” и в органических растворителях. Изучение соответствующих автоматических и полуавтоматических установок. 11. Изучение процесса химической обработки пластин. 12. Изучение подготовки материалов к эпитаксии, загрузки и разгрузки кассет, температурно–временных режимов эпитаксиальных процессов. 13. Ознакомление с типами наращиваемых эпитаксиальных структур. 14. Измерение параметров: контроль функционирования, контроль сопротивления резисторов, контроль статических параметров. 15. Анализ брака по процессам измерения. 16. Изучение процесса сборки: процессы разделения пластин и подложек, изучение соответствующего оборудования. 17. Изучение операции подсоединения электродных выводов, оборудования для этой операции. 18. Герметизация микросхем: в корпусы и бескорпусная. Изучение соответствующего оборудования. 19. Изучение установок для испытания микросхем. 20. Ознакомление с основными правилами оформления отчётных документов. | |
| **Производственная практика**  **Виды работ:**   1. Изучение техники безопасности и противопожарных мероприятий. 2. Изучение измерения поверхностного сопротивления и глубины залегания р-п перехода на ЦИУС 13 ИП- 0,5-001 и ЩМ 2655001.установках 3. Изучение измерения характеристик полупроводниковых приборов на приборе Л2-56. 4. Измерение толщины тонких диэлектрических плёнок на кремнии лазерным эллипсометром ЛЭМ - 1 и определение толщины оксида по клину травления. 5. Работа на диффузионных системах – процессы окисления и диффузии, формирования областей, разгонка растворных композиций, до разгонки, отжиг. 6. Проведение процессов легирования кремниевых пластин малыми дозами. 7. Проведение процессов легирования большими и средними дозами. 8. Изучение устройства и назначения установки вакуумного напыления “Оратория-9”. Проведение процесса напыления плёнок «ванадий-медь-ванадий». 9. Проведение контроль качества пластин, замера контрольных элементов на микроскопе установки ММУ-4 «Метам» и на установки контроля ЩИМ 2.659. 010. 10. Изучение процесса плазмохимического травления на установке 08ПХО-125/50-008. 11. Ознакомление с процессом наращивания эпитаксиальных структур, предназначенных для лазерных излучателей, методом ЖФЭ на основе арсенида галлия. Изучение условий, необходимых для наращивания эпитаксиальных структур, холловских критериев. 12. Изучение оборудования для ведения процессов эпитаксии – установки “Сплав-2”, установки очистки водорода ОДВ-4, микроскопа МИИ-4, графитовых кассет, их модификаций. 13. Проведение контроля геометрии структур и качества их поверхности. 14. Изучение процесса наращивания эпитаксиальных структур, предназначенных для лазерных излучателей, методом ЖФЭ на основе фосфида индия, условий, необходимых для наращивания. 15. Ознакомление с подготовкой материалов к эпитаксии, загрузкой и разгрузкой кассеты, температурно-временными режимами процессов. 16. Ознакомление с типами наращиваемых структур. 17. Контроль геометрии структур и качества их поверхности. 18. Изучение производства термопечатающей головки (ТПГ), метода напыления резистивного слоя из мишени с помощью магнетрона. 19. Подготовка спутников, подготовка ситалловых подложек. 20. Контроль параметров резистивной пленки, контроль качества поверхности. 21. Изучение процесса напыления нитрида кремния, установки УВН-71П-3М, подготовки ситалловых плат, качества газов. 22. Изучение температурно – временного режима процесса напыления. Контроль параметров плёнки. Контроль качества поверхности нитридной плёнки. 23. Измерение параметров ТПГ. Изучение оборудование для процесса измерения – установки ПЭВМ IBM – РС, пульта измерителя, платы сопряжения, программы проверки и т.д. 24. Ознакомление с основными правилами оформления отчётных документов. | |
| ***Рекомендуемая форма промежуточной аттестации – экзамен*** | |
| **Всего 252** | |

2.4. Курсовой работа (проект)

Примерная тематика курсовых проектов (работ):

1. Изучение процесса напыления металлических плёнок и устройства установки вакуумной непрерывного действия с магнетронной системой напыления “Магна-2М”.
2. Исследование технологического процесса химической очистки полупроводниковых пластин в производстве КМОП ИМС
3. Исследование технологического процесса фотолитографии в производстве КМОП ИМС
4. Исследование технологического процесса диффузии фосфора в производстве КМОП ИМС
5. Исследование технологического процесса герметизации биполярных ИМС в металлический корпус
6. Исследование технологического процесса гидромеханической отмывки в производстве биполярных ИМС
7. Исследование технологического процесса ионно-лучевого травления в производстве КМОП ИМС
8. Исследование технологического процесса осаждения пленки SiO2 при пониженном давлении в производстве биполярных ИМС
9. Исследование технологического процесса наращивания эпитаксиальных пленок хлоридным методом в производстве биполярных ИМС
10. Исследование технологического процесса диффузии бора в производстве биполярных ИМС
11. Исследование технологического процесса термического оксидирования кремния в производстве КМОП ИМС
12. Исследование технологического процесса герметизации ИМС в металлический корпус в производстве биполярных ИМС
13. Исследование технологического процесса ионного легирования бором в производстве КМОП ИМС.
14. Исследование технологического процесса наращивания эпитаксиальных пленок силановым методом в производстве КМОП ИМС
15. Исследование технологического процесса термовакуумного напыления в производстве КМОП ИМС
16. Исследование технологического процесса ультразвуковой сварки выводов в производстве биполярных ИМС
17. Исследование технологического процесса шлифовки пластин в производстве КМОП ИМС
18. Исследование технологического процесса резки слитка кремния на пластины в производстве биполярных ИМС
19. Исследование технологического процесса герметизации пластмассой КМОП ИМС
20. Исследование технологического процесса осаждения пленки SiO2 пиролитическим методом в производстве биполярных ИМС
21. Исследование технологического процесса ультразвуковой сварки выводов в производстве КМОП ИМС
22. Исследование технологического процесса климатических испытаний в производстве биполярных ИМС
23. Исследование технологического процесса термокомпрессионной сварки выводов в производстве КМОП ИМС
24. Исследование технологического процесса нанесения фоторезиста в производстве биполярных ИМС
25. Исследование технологического процесса контроля электрических параметров в производстве КМОП ИМС
26. Исследование технологического процесса плазмохимического травления нитрида кремния в производстве КМОП ИМС.

3. Условия реализации профессионального модуля

3.1. Материально-техническое обеспечение

Лаборатории «Проектирования изделий твердотельной электроники», «Технологии

и оборудования производства изделий твердотельной электроники», оснащенные в соответствии с приложением 3 ПОП*.*

Базы практики, оснащенные в соответствии с приложением 3 ПОП*.*

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 организации 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. Гуляева Ю. В. Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств. Интегральные схемы: учебник для вузов / Ю. В. Гуляев [и др.]; под редакцией Ю. В. Гуляева. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 460 с.
2. Кирилловский В.К Современные оптические исследования и измерения: учебное пособие для СПО/ Кирилловский В.К., - 1-е изд. – Издательство Лань., 2021. - 304 с.
3. Киселев Г.Л. Квантовая и оптическая электроника: учебное пособие/ Г.Л. Киселев, 4-е изд., стер. - МОСКВА: Издательство "Лань, 2020.
4. Пасынков В.В., Чиркин Л.К., Полупроводниковые приборы: учебное пособие для СПО. / Пасынков В.В., Чиркин Л.К. – 1-е изд. – Издательство Лань., 2021. - 480 с.
5. Петров, М. Н. Моделирование компонентов и элементов интегральных схем : учебное пособие / М. Н. Петров, Г. В. Гудков. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 464 с. — ISBN 978-5-8114-1075-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/209609 (дата обращения: 08.07.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Поленов Ю. В., Егорова Е. В., Наноматериалы и нанотехнологии: учебник для СПО/ Поленов Ю. В., Егорова Е. В., - 2-е изд., стер Издательство Лань., 2021. - 180 с.
7. Щука А.А. Электроника в 4 ч. Часть 1. Вакуумная и плазменная электроника : учебник для вузов / А.А. Щука, А.С. Сигов; под редакцией А.С. Сигова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 172 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01763-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт].
8. Щука А.А. Электроника в 4 ч. Часть 1. Вакуумная и плазменная электроника : учебник для вузов / А.А. Щука, А.С. Сигов; под редакцией А.С. Сигова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 172 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01763-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/469887.
9. Щука А.А. Электроника в 4 ч. Часть 2. Микроэлектроника: учебник для вузов / А. А. Щука, А. С. Сигов; ответственный редактор А. С. Сигов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 326 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01867-7. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт].
10. Щука А.А. Электроника в 4 ч. Часть 2. Микроэлектроника: учебник для вузов / А. А. Щука, А. С. Сигов; ответственный редактор А. С. Сигов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 326 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01867-7. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/470589.
11. Щука А.А. Электроника в 4 ч. Часть 3. Квантовая и оптическая электроника: учебник для вузов / А. А. Щука, А.С. Сигов; ответственный редактор А.С. Сигов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 117 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01870-7. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт].
12. Щука А.А. Электроника в 4 ч. Часть 3. Квантовая и оптическая электроника: учебник для вузов / А. А. Щука, А.С. Сигов; ответственный редактор А.С. Сигов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 117 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01870-7. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/470590.
13. Щука А.А. Электроника в 4 ч. Часть 4. Функциональная электроника: учебник для вузов / А.А. Щука, А.С. Сигов; ответственный редактор А. С. Сигов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 183 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01873-8. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт].
14. Щука А.А. Электроника в 4 ч. Часть 4. Функциональная электроника: учебник для вузов / А.А. Щука, А.С. Сигов; ответственный редактор А. С. Сигов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 183 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01873-8. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/451677.

**3.2.2. Дополнительные источники** *(при необходимости)*

1. Вейко В.П., Шахно Е.А. Сборник задач по лазерным технологиям/ В.П.Вейко, Е.А. Шахно Изд. 3–е, испр. и дополн. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2007. – 67 с.
2. Дорохов А.Н. Обеспечение надежности сложных технических систем: учебник/ Дорохов А.Н., Керножицкий В.А., Миронов А.Н., Шестопалова О.Л., - 3-е изд., стер. - Издательство Лань., 2017. - 352 с.
3. Камлюк В. С, Камлюк Д. В. Технологическое оборудование для микроэлектроники: учебное пособие для СПО/ В.С. Камлюк, Д. В. Камлюк. - Издательство: РИПО, 2014. - 391.
4. Лапшинов Б.А. Технология литографических процессов. Учебное пособие –Московский государственный институт электроники и математики. М.,2011.– 95 с.
5. Лозовский В.Н. Нанотехнологии в электронике. Введение в специальность: учебное пособие/Лозовский В.Н., Лозовский С.В., - 2-е изд., стер. - Издательство Лань., 2019. - 322 с.
6. Малышева И.А. Технология производства интегральных микросхем. – МОСКВА: Радио и связь, 1991.
7. Минскер, Ф.Е. Справочник сборщика микросхем / Ф.Е. Минскер. Бер А.Ю., Минскер Ф.Е. Сборка полупроводниковых приборов и интегральных микросхем1. – МОСКВА: Высшая школа, 1986.
8. Моряков О.С. Устройство и наладка оборудования полупроводникового производства. – МОСКВА: Высшая школа, 1989.
9. Николаев И.М. Оборудование и технология производства полупроводниковых приборов. – МОСКВА: Машиностроение, 1986.
10. Панов М.Ф., Соломонов А.В. Физические основы фотоники: учебное пособие/ Панов М.Ф., Соломонов А.В., - 1-е изд. - Издательство Лань., 2018. - 564 с.
11. Панфилов Ю.В., Рябов В.Т., Цветков Ю.Б. Оборудование производства интегральных микросхем и промышленные роботы1. – МОСКВА: Радио и связь, 1990.
12. Черняев В.М. Технология производства интегральных микросхем. – МОСКВА: Энергия,1997.
13. Щука А.А. Наноэлектроника: учебник для вузов / А.А. Щука; под общей редакцией А.С. Сигова. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 297 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8280-0. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/490154.
14. Коледов Л.А. Технология и конструкция микросхем, микропроцессоров и микросборок: учебник / Коледов Л.А. - 3-е изд., стер. – Издательство Лань., 2009. - 400 с.
15. Агеев Е.Ю. Компьютерное моделирование и проектирование. Лабораторный практикум. Часть 2: Методические указания к лабораторным работам / Агеев Е.Ю. - 2012. 79 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2549 (дата обращения: 02.07.2018).
16. Гуртов В.А. Твердотельная электроника: Учеб. пособие / В. А. Гуртов. – Москва, 2005 – 492 с.
17. Жигальский А.А.. Проектирование и конструирование микросхем: Учебное пособие // Томск: ТУСУР, 2007. - 195 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://miel.tusur.ru/images/files/Uchebno-metodicheskii\_kompleks%20disciplin/Jigalsky/Proekt\_Lec.pdf (дата обращения: 02.07.2018).
18. Саликаев Ю.Р. Компьютерное моделирование и проектирование электронных приборов и устройств: Методические указания к практическим занятиям / Саликаев Ю.Р. - 2012. 16 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2848 (дата обращения: 02.07.2018).
19. Поляков В.И., Стародубцев Э.В. Проектирование гибридных тонкопленочных интегральных микросхем: учебное пособие по дисциплине «Конструкторско-технологическое обеспечение производства ЭВМ» – Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2013. – 80 c.
20. Игнатов А.Н., Бодров А.Н. Классическая электроника и наноэлектроника Электронный ресурс: учебное пособие / 1. А.Н Игнатов, Н.Е. Фадеева, В.Л. Савиных, В.Я. Вайспапир, С.В. Воробьева. 3-е изд., стер. - МОСКВА: ФЛИНТА, 2017
21. Воронков, Э.Н. Твердотельная электроника: Учебное пособие / Э.Н. Воронков. - МОСКВА: Академия, 2018. - 192 c.
22. Воронков, Э.Н. Твердотельная электроника: Практикум: Учебное пособие / Э.Н. Воронков. - МОСКВА: Академия, 2018. - 128 c.
23. Шишмарев В.Ю. Технические измерения и приборы: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / В. Ю. Шишмарев. — Москва: Издательство: Юрайт, 2019. – 377 с.

**4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ**

**ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Код ПК, ОК** | **Критерии оценки результата  (показатели освоенности компетенций)** | **Формы контроля и методы оценки** |
| ПК 3.1.  Осуществлять подготовку и запуск технологического оборудования для производства изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники. | владение информацией о типах и устройствах технологического оборудования, применяемого для изготовления изделий твердотельной электроники;  владение информацией о правильности запуска и эксплуатации технологического оборудования;  точность выполнения подготовки и запуска технологического оборудования, применяемого для изготовления изделий твердотельной электроники;  правильность подготовки и запуска технологического оборудования для производства изделий твердотельной электроники. | Тестирование.  Устный и письменный опрос.  Выполнения индивидуальных домашних заданий.  Выполнение практических занятий.  Защита отчета по итогам выполненных практических занятий. |
| ПК 3.2.  Устанавливать, контролировать и регулировать параметры и режимы технологических установок для производства изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники. | владение информацией о параметрах и режимах работы технологического оборудования;  владение информацией о порядке регулировки параметров и режимов технологического оборудования;  владение информацией о причинах отказов в работе технологического оборудования;  грамотность при оформлении технической и технологической документации;  точность и правильность измерения параметров и режимов работы технологического оборудования;  грамотность регулировки параметров и режимов технологического оборудования;  правильность выполнения аварийного выключения технологического оборудования; точность при оформлении необходимой технической документации;  правильность установки, контроля и регулировки параметров и режимов технологических установок для производства изделий твердотельной электроники. | Тестирование.  Устный и письменный опрос.  Выполнения индивидуальных домашних заданий.  Выполнение практических занятий.  Защита отчета по итогам выполненных практических занятий. |
| ПК 3.3.  Выполнять операции технологического процесса производства изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники (по видам). | владение информацией об особенностях конструкций разных видов изделий твердотельной электроники;  владение информацией о материалах и технологических процессов, применяемых для изготовления изделий твердотельной электроники;  владение информацией о методах Пооперационного изготовления изделий твердотельной электроники;  владение информацией о режимах технологического процесса изготовления изделий твердотельной электроники;  владение информацией о влиянии режимов технологического процесса изготовления изделий твердотельной электроники на параметры и характеристики изделий твердотельной электроники;  владение информацией о видах дефектов изделий твердотельной электроники, возникающие в технологическом процессе;  владение методикой Пооперационного контроля качества изделий твердотельной электроники в технологическом процессе;  владение способами и нормативными требованиями оценки качества изделий твердотельной электроники при визуальном и параметрическом контроле;  владение информацией о устройстве оптических микроскопов, контрольно-измерительных инструментов и приборов, и правила работы с ними;  правильность оформления документации по результатам контроля;  владение видами технологической документации, применяемые в технологическом процессе изготовления изделий твердотельной электроники. | Тестирование.  Устный и письменный опрос.  Выполнения индивидуальных домашних заданий.  Выполнение практических занятий.  Защита отчета по итогам выполненных практических занятий. |
| ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам | обоснованность постановки цели, выбора и применения методов и способов решения профессиональных задач;  адекватная оценка и самооценка эффективности и качества выполнения профессиональных задач | Интерпретация результатов наблюдений за деятельностью обучающегося в процессе освоения образовательной программы  Экспертное наблюдение и оценка на лабораторно - практических занятиях, при выполнении работ по учебной и производственной практикам  Экзамен |
| ОК 02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности | использование различных источников, включая электронные ресурсы, медиа ресурсы, Интернет-ресурсы, периодические издания по специальности для решения профессиональных задач | Интерпретация результатов наблюдений за деятельностью обучающегося в процессе освоения образовательной программы  Экспертное наблюдение и оценка на лабораторно - практических занятиях, при выполнении работ по учебной и производственной практикам  Экзамен |
| ОК 03 Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях | демонстрация ответственности за принятые решения  обоснованность самоанализа и коррекция результатов собственной работы; | Интерпретация результатов наблюдений за деятельностью обучающегося в процессе освоения образовательной программы  Экспертное наблюдение и оценка на лабораторно - практических занятиях, при выполнении работ по учебной и производственной практикам  Экзамен |
| ОК 04 Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде | взаимодействие с обучающимися, преподавателями и мастерами в ходе обучения, с руководителями учебной и производственной практик;  обоснованность анализа работы членов команды (подчиненных) | Интерпретация результатов наблюдений за деятельностью обучающегося в процессе освоения образовательной программы  Экспертное наблюдение и оценка на лабораторно - практических занятиях, при выполнении работ по учебной и производственной практикам  Экзамен |
| ОК 05 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста | грамотность устной и письменной речи,  ясность формулирования и изложения мыслей | Интерпретация результатов наблюдений за деятельностью обучающегося в процессе освоения образовательной программы  Экспертное наблюдение и оценка на лабораторно - практических занятиях, при выполнении работ по учебной и производственной практикам  Экзамен |
| ОК 09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках. | эффективность использования в профессиональной деятельности необходимой технической документации, в том числе на английском языке*.* | Интерпретация результатов наблюдений за деятельностью обучающегося в процессе освоения образовательной программы  Экспертное наблюдение и оценка на лабораторно - практических занятиях, при выполнении работ по учебной и производственной практикам  Экзамен |

**Приложение 1.4**

**к ПОП по специальности**



**Примерная рабочая программа профессионального модуля**

# «ПМ.04 ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ, ХАРАКТЕРИСТИК И ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА И ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ИЗДЕЛИЙ ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ, ПРИБОРОВ КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ И ФОТОНИКИ»

**2025 г.**

**СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ**

[1. Общая характеристика](#_Toc156820309)

[1.1. Цель и место профессионального модуля «Измерение параметров, характеристик и проведение испытаний для контроля качества и обеспечения надежности изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники» в структуре образовательной программы](#_Toc156820310)

[1.2. Планируемые результаты освоения профессионального модуля](#_Toc156820311)

[2. Структура и содержание профессионального модуля](#_Toc156820312)

[2.1. Трудоемкость освоения модуля](#_Toc156820313)

[2.2. Структура профессионального модуля](#_Toc156820314)

[2.3. Примерное содержание профессионального модуля](#_Toc156820315)

[2.4. Курсовой проект (работа) (для специальностей СПО, если предусмотрено)](#_Toc156820316)

[3. Условия реализации профессионального модуля](#_Toc156820317)

[3.1. Материально-техническое обеспечение](#_Toc156820318)

[3.2. Учебно-методическое обеспечение](#_Toc156820319)

[4. Контроль и оценка результатов освоения профессионального модуля](#_Toc156820320)

1. Общая характеристика ПРИМЕРНОЙ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

«Измерение параметров, характеристик и проведение испытаний для контроля качества и обеспечения надежности изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники»

1.1. Цель и место профессионального модуля в структуре образовательной программы

Цель модуля: освоение вида деятельности «измерение параметров, характеристик и проведение испытаний для контроля качества и обеспечения надежности изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники».

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 (п. 4.3 ПОП).

В результате освоения профессионального модуля обучающийся должен:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Код ОК, ПК** | **Уметь** | **Знать** | **Владеть навыками** |
| ОК.01 | распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализировать и выделять её составные части  определять этапы решения задачи, составлять план действия, реализовывать составленный план, определять необходимые ресурсы  выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы  владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах  оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника) | актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить  структура плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях  основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте  методы работы в профессиональной и смежных сферах  порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности | - |
| ОК.02 | определять задачи для поиска информации, планировать процесс поиска, выбирать необходимые источники информации  выделять наиболее значимое в перечне информации, структурировать получаемую информацию, оформлять результаты поиска  оценивать практическую значимость результатов поиска  применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач  использовать современное программное обеспечение в профессиональной деятельности  использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач | номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности  приемы структурирования информации  формат оформления результатов поиска информации  современные средства и устройства информатизации, порядок их применения  программное обеспечение в профессиональной деятельности, в том числе цифровые средства | - |
| ОК.03 | определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности  применять современную научную профессиональную терминологию  определять и выстраивать траектории профессионального развития и самообразования  выявлять достоинства и недостатки коммерческой идеи  определять инвестиционную привлекательность коммерческих идей в рамках профессиональной деятельности, выявлять источники финансирования  презентовать идеи открытия собственного дела в профессиональной деятельности  определять источники достоверной правовой информации  составлять различные правовые документы  находить интересные проектные идеи, грамотно их формулировать и документировать  оценивать жизнеспособность проектной идеи, составлять план проекта | содержание актуальной нормативно-правовой документации  современная научная и профессиональная терминология  возможные траектории профессионального развития и самообразования  основы предпринимательской деятельности, правовой и финансовой грамотности  правила разработки презентации  основные этапы разработки и реализации проекта | - |
| ОК.04 | организовывать работу коллектива и команды  взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности | психологические основы деятельности коллектива  психологические особенности личности | - |
| ОК.05 | грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке  проявлять толерантность в рабочем коллективе | правила оформления документов  правила построения устных сообщений  особенности социального и культурного контекста | - |
| ОК.09 | понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы  участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы  строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности  кратко обосновывать и объяснять свои действия (текущие и планируемые)  писать простые связные сообщения на знакомые или интересующие профессиональные темы | правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы  основные общеупотребительные глаголы (бытовая и профессиональная лексика)  лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности  особенности произношения  правила чтения текстов профессиональной направленности | - |
| ПК 4.1 | выбирать, настраивать и проводить поверку радиоизмерительных приборов, применяемых при измерении параметров изделий твердотельной электроники;  настраивать и проводить поверку универсальных и специализированных тестеров;  программировать автоматизированные измерительные комплексы;  собирать и настраивать схемы для измерения параметров изделий твердотельной электроники;  эксплуатировать радиоизмерительные приборы, применяемые при измерении параметров изделий твердотельной электроники;  применять универсальные и специализированные тестеры;  применять автоматизированные измерительные комплексы;  оформлять необходимую техническую документацию;  заполнять сопроводительную документацию | особенности конструкций, режимов работы, параметров и характеристик изделий твердотельной электроники разных видов;  устройство и правила применения радиоизмерительных приборов, применяемых при измерении параметров изделий твердотельной электроники;  устройство и правила применения универсальных и специализированных тестеров;  устройство и правила применения автоматизированных измерительных комплексов;  состав и правила оформления технической документации | выбора и подготовки контрольно-измерительного и испытательного оборудования для измерения параметров, характеристик и проведения испытаний изделий твердотельной электроники |
| ПК 4.2 | измерять параметры и характеристики изделий твердотельной электроники;  производить обработку результатов измерений и оценку надежности изделий твердотельной электроники;  производить разбраковку изделий твердотельной электроники по параметрам и характеристикам;  оформлять документацию по результатам контроля;  оформлять необходимую техническую документацию;  заполнять сопроводительную документацию | стандартные методы измерения параметров и характеристик изделий твердотельной электроники разных видов;  методики построения и монтажа измерительных схем;  классификацию изделий твердотельной электроники по параметрам и характеристикам;  состав и правила оформления технической документации | проведения измерения параметров и характеристик изделий твердотельной электроники |
| ПК 4.3 | эксплуатировать испытательное оборудование;  измерять параметры и характеристики изделий твердотельной электроники в процессе и после проведения испытаний;  производить обработку результатов испытаний и оценку надежности изделий твердотельной электроники;  производить разбраковку изделий твердотельной электроники по результатам испытаний;  оформлять документацию по результатам испытаний;  оформлять необходимую техническую документацию;  заполнять сопроводительную документацию | стандартные и специальные методы испытания изделий твердотельной электроники разных видов;  устройство и правила эксплуатации испытательного оборудования;  статистические методы обработки результатов измерений и оценки надежности изделий твердотельной электроники;  способы и нормативные требования оценки качества изделий твердотельной электроники при параметрическом контроле;  правила оформления документации по результатам параметрического контроля;  состав и правила оформления технической документации | проведения испытаний изделий твердотельной электроники |

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 | 144 | 116 |
| Курсовая работа (проект) | ХХ | ХХ |
| Самостоятельная работа | - | - |
| Практика, в т.ч.: | 72 | 72 |
| учебная | *36* | *36* |
| производственная | *36* | *36* |
| Промежуточная аттестация | ХХ | ХХ |
| Всего | **216** | **188** |

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*[[4]](#footnote-4)* | Учебная практика | Производственная практика |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|  | Раздел №1. Измерение параметров, характеристик и проведение испытаний для контроля качества и обеспечения надежности изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники | **144** | **116** |  | **144** | х | **-** |  |  |
|  | Учебная практика | **36** | **36** |  |  | | | **36** |  |
|  | Производственная практика | **36** | **36** |  |  | | |  | **36** |
|  | Промежуточная аттестация | **Х** |  |  |  | | |  |  |
|  | ***Всего:*** | **216** | **188** |  | **144** | ***Х*** | ***Х*** | **36** | **36** |

2.3. Примерное содержание профессионального модуля

|  |  |
| --- | --- |
| **Наименование разделов и тем** | **Примерное содержание учебного материала, практических и лабораторных занятия** |
| **Раздел 1. Измерение параметров, характеристик и проведение испытаний для контроля качества и обеспечения надежности изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники** | |
| **МДК 04.01. Измерение параметров, характеристик и проведение испытаний для контроля качества и обеспечения надежности изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники (по видам)** | |
| **Тема 1.1.**  **Основные понятия о средствах и методах измерений** | **Содержание** |
| Стандартные методы измерения параметров и характеристик изделий твердотельной электроники разных видов разных видов. Понятия о погрешностях измерений.  Методики построения и монтажа измерительных схем.  Устройство и правила применения радиоизмерительных приборов, применяемых при измерении параметров изделий твердотельной электроники разных видов.  Устройство и правила применения универсальных и специализированных тестеров.  Устройство и правила применения автоматизированных измерительных комплексов.  Устройство и правила применения контрольно-измерительного оборудования для измерения параметров, характеристик изделий твердотельной электроники.  Устройство и правила применения контрольно-измерительного оборудования для измерения параметров, характеристик изделий квантовой электроники. |
| **В том числе практических и лабораторных занятий** |
| 1. Сборка и настройка схем для измерения параметров изделий твердотельной электроники |
| 2. Исследование возможностей универсальных и специализированных тестеров. |
| 3. Исследование возможностей автоматизированных измерительных комплексов. |
| 4. Выбор, настройка и поверка радиоизмерительных приборов, применяемых при измерении параметров изделий твердотельной электроники. |
| 5. Тестирование изделий твердотельной электроники, |
| 6. Тестирование изделий квантовой электроники. |
| **В том числе самостоятельная работа обучающихся**  *Необходимость и тематика определяются образовательной организацией* |
| **Тема 1.2.**  **Особенности конструкций, режимов работы и характеристик изделий твёрдотельной электротехники разных видов** | **Содержание** |
| Полупроводниковые приборы: устройство, основные характеристики и параметры Биполярные транзисторы: принцип действия; конструкция; основные параметры и характеристики.  Униполярные транзисторы: принцип действия; конструкция; основные параметры и характеристики.  Оптоэлектронные и квантовые приборы: принцип действия; конструкция; основные параметры и характеристики.  Полупроводниковые интегральные микросхемы: биполярные и МДП – микросхемы; пассивные и активные элементы полупроводниковых микросхем; принцип действия; конструкция; основные параметры и характеристики. |
| **В том числе практических и лабораторных занятий** |
| 7. Исследование принципа действия выпрямительных, импульсных, туннельных диодов, их энергических диаграмм, вольтамперных характеристик. |
| 8. Исследование принципа действия биполярных транзисторов: структура, зонная энергетическая диаграмма, схемы включения, выходные и входные статические вольтамперные характеристики, основные режимы работы. |
| 9. Исследование принципа действия униполярных транзисторов: структура, принцип образования проводящего канала, вольтамперные характеристики, схемы включения. |
| 10. Исследование принципа действия фотодиода, особенности конструкции, принцип действия, характеристики. |
| 11. Исследование принципа действия лазера, особенности конструкции, принцип действия, характеристики. |
| **В том числе самостоятельная работа обучающихся**  *Необходимость и тематика определяются образовательной организацией* |
| **Тема 1.3.**  **Виды и методы контроля** | **Содержание** |
| Организация контроля качества продукции: понятие «качества» изделия; основные показатели качества; методы контроля качества; структура отдела технического контроля предприятия.  Основные виды, причины и механизмы отказов интегральных микросхем: внезапные и постепенные отказы; влияние дефектов окисла; отказы, связанные с металлизацией и контактами.  Нормативные требования, оценки качества изделий твердотельной электроники разных видов при параметрическом контроле: нормы конструкторской документации на изделии; цеховые нормы; нормы ОТК; верхние и нижние значения параметров; параметры при различных температурах.  Обработка результатов измерений: построение графиков по результатам измерений; гистограмм распределения и интегрального распределения.  Состав и правила оформления технической документации: конструкторская документация; технологическая документация (операционные карты, маршрутные карты, контрольные карты, сопроводительные листы, акты о браке). Правила оформления документации по результатам параметрического контроля. |
| **В том числе практических и лабораторных занятий** |
| 12. Составить конструкторскую таблицу на изделие твердотельной электроники с нормами параметров планарного цеха, сборочного цеха, отдела технического контроля. |
| 13. Обработать результаты измерений изделия твердотельной электроники в сборочном цехе – построить гистограмму распределения брака и интегральное распределение брака. Вычислить процент годных и брака изделия. |
| 14. Составить таблицу типов деградационных процессов изделий твердотельной электроники. |
| 15. Составить таблицу видов отказов изделий твердотельной электроники. Описать их возможные причины. |
| 16. Составить структурную схему анализа отказа изделий твердотельной электроники; первичный и вторичный анализ. |
| **В том числе самостоятельная работа обучающихся**  *Необходимость и тематика определяются образовательной организацией* |
| **Тема 1.4.**  **Основные показатели надёжности** | **Содержание** |
| Основы теории надёжности; статистические методы оценки надёжности изделий твердотельной электроники.  Количественные показатели надёжности. Средняя наработка интегральной микросхемы до отказа. Вероятность безотказной работы. Интенсивность отказов Катастрофические (внезапные) и деградационные (постепенные) отказы Физика причин отказов полупроводниковых приборов и микросхем. Методы выявления потенциально ненадежных приборов и микросхем. |
| **В том числе практических и лабораторных занятий** |
| 17. Изучение основных законов распределения случайных величин: гипергеометрический закон, бинальный закон; закон Пуассона; экспоненциальный закон; нормальный закон распределения (закон Гаусса). |
| 18. Составления таблицы показателей надёжности изделий твердотельной электроники. Привести формулы количественной оценки. |
| 19. Составление плана контроля однократной выборки, учитывая интересы заказчика и поставщика при испытаниях изделий твердотельной и квантовой электроники. |
| **В том числе самостоятельная работа обучающихся**  *Необходимость и тематика определяются образовательной организацией* |
| **Тема 1.5.**  **Стандартные и специальные методы испытания изделий твердотельной электроники** | **Содержание** |
| Методы испытания изделий твердотельной электроники разных видов. Отбор изделий для испытаний.  Устройство и правила эксплуатации испытательного оборудования.  Испытания изделий твердотельной электроники на надёжность и сохраняемость. Испытания на долговечность и безотказность работы, на длительность хранения изделий. Контрольные испытания: квалификационные, приёмосдаточные, периодические. Конструктивные, электрические, механические испытания. Климатические, радиационные испытания. |
| **В том числе практических и лабораторных занятий** |
| 20. Исследование возможностей испытательного оборудования твердотельной электроники. |
| 21. Составить схему классификации испытаний и указать назначения каждого из видов испытаний. |
| 22. Составит таблицу характера влияний климатических воздействий на изделия твердотельной электроники. |
| 23. Составить таблицу классификации изделий твердотельной электроники по условиям эксплуатации. Указать нумерацию видов и методов испытаний согласно стандартам. |
| 24. Произведение разбраковки изделий твердотельной электроники по результатам испытаний и заполнение сопроводительной документации. |
| 25. Исследование возможностей испытательного оборудования квантовой электроники. |
| **В том числе самостоятельная работа обучающихся**  *Необходимость и тематика определяются образовательной организацией* |
| **Учебная практика**  **Виды работ:**   1. Организация рабочего места. 2. Работа с электроизмерительным комбинированным прибором. 3. Работа с милливольтметром. 4. Работа с частотометром и измерительными генераторами. 5. Работа с электронным осциллографом. 6. Работа с универсальным измерителем. 7. Обработка результатов измерений: построение графиков по результатам измерений. | |
| **Производственная практика**  **Виды работ:**   1. Организация рабочего места. 2. Подготовка контрольно-измерительного и испытательного оборудования для измерения параметров, характеристик и проведения испытаний изделий твердотельной электроники; 3. Проведения измерения параметров, характеристик и испытаний изделий твердотельной электроники. 4. Оформление документации по результатам параметрического контроля. 5. оценка качества изделий твердотельной электроники разных видов. 6. Организация контроля качества продукции. | |
| ***Рекомендуемая форма промежуточной аттестации – экзамен*** | |
| **Всего 216** | |

3. Условия реализации профессионального модуля

3.1. Материально-техническое обеспечение

Лаборатории «Измерительной техники и испытаний изделий твердотельной электроники», оснащенная в соответствии с приложением 3 ПОП*.*

Базы практики, оснащенные в соответствии с приложением 3 ПОП*.*

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 организации 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. Кирилловский В.К Современные оптические исследования и измерения: учебное пособие для СПО/ Кирилловский В.К., - 1-е изд. – Издательство Лань., 2021. - 304 с.
2. Киселев Г.Л. Квантовая и оптическая электроника: учебное пособие/ Г.Л. Киселев, 4-е изд., стер. - МОСКВА: Издательство "Лань, 2020.
3. Петров, М. Н. Моделирование компонентов и элементов интегральных схем : учебное пособие / М. Н. Петров, Г. В. Гудков. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 464 с. — ISBN 978-5-8114-1075-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/209609 (дата обращения: 08.07.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Щука А.А. Наноэлектроника: учебник для вузов / А.А. Щука; под общей редакцией А.С. Сигова. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 297 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8280-0. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт.
5. Щука А.А. Наноэлектроника: учебник для вузов / А.А. Щука; под общей редакцией А.С. Сигова. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 297 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8280-0. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/490154>.
6. Щука А.А. Электроника в 4 ч. Часть 1. Вакуумная и плазменная электроника : учебник для вузов / А.А. Щука, А.С. Сигов; под редакцией А.С. Сигова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 172 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01763-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/469887.
7. Щука А.А. Электроника в 4 ч. Часть 2. Микроэлектроника: учебник для вузов / А.А. Щука, А.С. Сигов; ответственный редактор А.С. Сигов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 326 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01867-7. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт].
8. Щука А.А. Электроника в 4 ч. Часть 2. Микроэлектроника: учебник для вузов / А.А. Щука, А.С. Сигов; ответственный редактор А.С. Сигов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 326 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01867-7. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/470589.
9. Щука А.А. Электроника в 4 ч. Часть 3. Квантовая и оптическая электроника: учебник для вузов / А. А. Щука, А.С. Сигов; ответственный редактор А.С. Сигов. — 2-е изд., испр. И доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 117 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01870-7. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт.
10. Щука А.А. Электроника в 4 ч. Часть 3. Квантовая и оптическая электроника: учебник для вузов / А. А. Щука, А.С. Сигов; ответственный редактор А.С. Сигов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 117 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01870-7. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/470590.

**3.2.2. Дополнительные источники** *(при необходимости)*

1. Агеев Е.Ю. Компьютерное моделирование и проектирование. Лабораторный практикум. Часть 2: Методические указания к лабораторным работам / Агеев Е.Ю. - 2012. 79 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2549 (дата обращения: 02.07.2018).
2. Вейко В.П., Шахно Е.А. Сборник задач по лазерным технологиям/ В.П.Вейко, Е.А. Шахно Изд. 3–е, испр. и дополн. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2007. – 67 с.
3. Воронков, Э.Н. Твердотельная электроника: Практикум: Учебное пособие / Э.Н. Воронков. - МОСКВА: Академия, 2018. - 128 c.
4. Воронков, Э.Н. Твердотельная электроника: Учебное пособие / Э.Н. Воронков. - МОСКВА: Академия, 2018. - 192 c.
5. Гальперин, М.В. Электротехника и электроника: Учебник / М.В. Гальперин. - МОСКВА: Форум, 2017. - 480 c.— (Среднее профессиональное образование).
6. Горлов, М. И. Современные диагностические методы контроля качества и надежности полупроводниковых изделий / М. И. Горлов, В. А. Сергеев; под науч. ред. М. И. Горлова. – 2-е изд. – Ульяновск : УлГТУ, 2015. – 406.
7. ГОСТ 15094-86 «Средства измерений электронные. Наименования и обозначения»
8. ГОСТ 16263-70 «Метрология. Термины и определения».
9. ГОСТ 23217-78 «Условные обозначения, наносимые на электроизмерительные приборы и вспомогательные части».
10. Гуртов В.А. Твердотельная электроника: Учеб. пособие / В. А. Гуртов. – Москва, 2005 – 492 с.
11. Дорохов А.Н. Обеспечение надежности сложных технических систем: учебник/ Дорохов А.Н., Керножицкий В.А., Миронов А.Н., Шестопалова О.Л., - 3-е изд., стер. - Издательство Лань., 2017. - 352 с.
12. Жигальский А.А.. Проектирование и конструирование микросхем: Учебное пособие // Томск: ТУСУР, 2007. - 195 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://miel.tusur.ru/images/files/Uchebno-metodicheskii\_kompleks%20disciplin/Jigalsky/Proekt\_Lec.pdf (дата обращения: 02.07.2018).
13. Игнатов А.Н., Бодров А.Н. Классическая электроника и наноэлектроника Электронный ресурс: учебное пособие / 1.А.Н Игнатов, Н.Е. Фадеева, В.Л. Савиных, В.Я. Вайспапир, С.В. Воробьева. 3-е изд.,стер. - МОСКВА: ФЛИНТА, 2017
14. Камлюк В. С, Камлюк Д. В. Технологическое оборудование для микроэлектроники: учебное пособие для СПО/ В.С. Камлюк, Д. В. Камлюк. - Издательство: РИПО, 2014. - 391.
15. Кобрин Ю.П. Основы компьютерных технологий проектирования радиоэлектронных средств: Учебное пособие / Кобрин Ю.П. - 2018. 56 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7906.
16. Коледов Л.А. Технология и конструкция микросхем, микропроцессоров и микросборок: учебник / Коледов Л.А. - 3-е изд., стер. – Издательство Лань., 2009. - 400 с.
17. Кочергин М.И. Пакеты прикладных программ: Методические указания к самостоятельной работе / Кочергин М.И., Ганджа Т.В. - 2018. 29 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7763.
18. Лапшинов Б.А. Технология литографических процессов. Учебное пособие –Московский государственный институт электроники и математики. М.,2011.– 95 с.
19. Малышева И.А. Технология производства интегральных микросхем. – МОСКВА: Радио и связь, 1991.
20. Минскер, Ф.Е. Справочник сборщика микросхем / Ф.Е. Минскер. Бер А.Ю., Минскер Ф.Е. Сборка полупроводниковых приборов и интегральных микросхем1. – МОСКВА: Высшая школа, 1986.
21. Моряков О.С. Устройство и наладка оборудования полупроводникового производства. – МОСКВА: Высшая школа, 1989.
22. Николаев И.М. Оборудование и технология производства полупроводниковых приборов. – МОСКВА: Машиностроение, 1986.
23. Новиков, Ю.Н. Микросхемотехника и наноэлектроника: Учебное пособие / Ю.Н. Новиков. - СПб.: Лань П, 2016. - 528 c.
24. Панов М.Ф., Соломонов А.В. Физические основы фотоники: учебное пособие/ Панов М.Ф., Соломонов А.В., - 1-е изд. - Издательство Лань., 2018. - 564 с.
25. Панфилов Ю.В., Рябов В.Т., Цветков Ю.Б. Оборудование производства интегральных микросхем и промышленные роботы1. – МОСКВА: Радио и связь, 1990.
26. Поляков В.И., Стародубцев Э.В. Проектирование гибридных тонкопленочных интегральных микросхем: учебное пособие по дисциплине «Конструкторско-технологическое обеспечение производства ЭВМ» – Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2013. – 80 c.
27. Раннев Г. Г. Информационно – измерительная техника и электроника.- МОСКВА: Академия, 2009
28. Саликаев Ю.Р. Компьютерное моделирование и проектирование электронных приборов и устройств: Методические указания к практическим занятиям / Саликаев Ю.Р. - 2012. 16 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2848.
29. Черняев В.М. Технология производства интегральных микросхем. – МОСКВА: Энергия,1997.
30. Шишкин Г.Г. Электроника: учебник для бакалавров / Г.Г. Шишкин, А.Г. Шишкин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 703 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-3391-8. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL:https://urait.ru/bcode/425494.
31. Шишмарев В.Ю. Технические измерения и приборы: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / В. Ю. Шишмарев. — Москва: Издательство: Юрайт, 2019. – 377 с.

**4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ**

**ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Код ПК, ОК** | **Критерии оценки результата  (показатели освоенности компетенций)** | **Формы контроля и методы оценки** |
| ПК 4.1.  Выбирать и готовить контрольно-измерительное оборудование для измерения параметров, характеристик и проведения испытаний изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники | Владение информацией об устройстве и правилах применения радиоизмерительных приборов, применяемых при измерении параметров изделий твердотельной электроники  владение методикой построения и монтажа измерительных схем владение информацией об устройстве и правилах применения универсальных и специализированных тестеров  владение информацией об устройстве и правилах применения автоматизированных измерительных комплексов  способность выбирать, настраивать и проводить поверку радиоизмерительных приборов, применяемых при измерении параметров изделий твердотельной электроники  точность сборки и настройки схем для измерения изделий твердотельной электроники  демонстрация умения настраивать и проводить поверку универсальных и специализированных тестеров  способность программировать автоматизированные измерительные комплексы  быстрота и точность оформления необходимой технической документации  демонстрация навыков выбора и подготовки контрольно-измерительного и испытательного оборудования для измерения параметров, характеристик и проведения испытаний изделий твердотельной электроники | Тестирование.  Устный и письменный опрос.  Выполнения индивидуальных домашних заданий.  Выполнение практических занятий.  Защита отчета по итогам выполненных практических занятий. |
| ПК 4.2.  Проводить измерение параметров и характеристик изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники | Владение информацией об особенностях конструкций, режимов работы, параметров и характеристик изделий твердотельной электроники разных видов  владение информацией о стандартных  методах измерения параметров и характеристик изделий твердотельной электроники разных видов  полное изложение классификации изделий твердотельной электроники по параметрам и характеристикам  демонстрация навыков статистической обработки результатов измерений и оценки надёжности изделий твердотельной электроники  изложение способов и нормативных требований оценки качества изделий твердотельной электроники при параметрическом контроле  качество соблюдения правил оформления документации по результатам параметрического контроля  демонстрация навыков эксплуатации радиоизмерительных приборов, применяемых при измерении параметров изделий твердотельной электроники  способность применять универсальные и специализированные тестеры  демонстрация навыков применения автоматизированных измерительных комплексов  способность измерять параметры и характеристики изделий твердотельной электроники  демонстрация способности производить обработку результатов измерений и оценку надёжности изделий твердотельной электроники  способность производить разбраковку изделий твердотельной электроники по параметрам и характеристикам  демонстрация навыков оформления документации по результатам контроля  демонстрация навыков заполнять сопроводительную документацию  способность измерять параметры и характеристики изделий твердотельной электроники в процессе и после проведения испытаний  точность и грамотность проведения измерения параметров, характеристик и испытаний изделий твердотельной электроники | Тестирование.  Устный и письменный опрос.  Выполнения индивидуальных домашних заданий.  Выполнение практических занятий.  Защита отчета по итогам выполненных практических занятий. |
| ПК 4.3.  Проводить испытания для контроля качества и оценки надёжности изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники | Владение информацией о стандартных и специальных методах испытания изделий твердотельной электроники разных видов  владение информацией об устройстве и правилах эксплуатации испытательного оборудования  качество соблюдения правил оформления технической документации  владение навыками эксплуатации испытательного оборудования  демонстрация навыков обработки результатов испытаний и оценки надёжности изделий твердотельной электроники  способность производить разбраковку изделий твердотельной электроники по результатам испытаний  демонстрация навыков оформления документации по результатам испытаний  демонстрация навыков заполнения сопроводительной документации | Тестирование.  Устный и письменный опрос.  Выполнения индивидуальных домашних заданий.  Выполнение практических занятий.  Защита отчета по итогам выполненных практических занятий. |
| ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам | обоснованность постановки цели, выбора и применения методов и способов решения профессиональных задач;  адекватная оценка и самооценка эффективности и качества выполнения профессиональных задач | Интерпретация результатов наблюдений за деятельностью обучающегося в процессе освоения образовательной программы  Экспертное наблюдение и оценка на лабораторно - практических занятиях, при выполнении работ по учебной и производственной практикам  Экзамен |
| ОК 02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности | использование различных источников, включая электронные ресурсы, медиа ресурсы, Интернет-ресурсы, периодические издания по специальности для решения профессиональных задач | Интерпретация результатов наблюдений за деятельностью обучающегося в процессе освоения образовательной программы  Экспертное наблюдение и оценка на лабораторно - практических занятиях, при выполнении работ по учебной и производственной практикам  Экзамен |
| ОК 03 Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях | демонстрация ответственности за принятые решения  обоснованность самоанализа и коррекция результатов собственной работы; | Интерпретация результатов наблюдений за деятельностью обучающегося в процессе освоения образовательной программы  Экспертное наблюдение и оценка на лабораторно - практических занятиях, при выполнении работ по учебной и производственной практикам  Экзамен |
| ОК 04 Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде | взаимодействие с обучающимися, преподавателями и мастерами в ходе обучения, с руководителями учебной и производственной практик;  обоснованность анализа работы членов команды (подчиненных) | Интерпретация результатов наблюдений за деятельностью обучающегося в процессе освоения образовательной программы  Экспертное наблюдение и оценка на лабораторно - практических занятиях, при выполнении работ по учебной и производственной практикам  Экзамен |
| ОК 05 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста | грамотность устной и письменной речи,  ясность формулирования и изложения мыслей | Интерпретация результатов наблюдений за деятельностью обучающегося в процессе освоения образовательной программы  Экспертное наблюдение и оценка на лабораторно - практических занятиях, при выполнении работ по учебной и производственной практикам  Экзамен |
| ОК 09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках. | эффективность использования в профессиональной деятельности необходимой технической документации, в том числе на английском языке*.* | Интерпретация результатов наблюдений за деятельностью обучающегося в процессе освоения образовательной программы  Экспертное наблюдение и оценка на лабораторно - практических занятиях, при выполнении работ по учебной и производственной практикам  Экзамен |

**Приложение 1.5**

**к ПОП по специальности**



**Примерная рабочая программа профессионального модуля**

# «ПМ.05 ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ПО ОДНОЙ ИЛИ НЕСКОЛЬКИМ ПРОФЕССИЯМ РАБОЧИХ, ДОЛЖНОСТЯМ СЛУЖАЩИХ»

**2025 г.**

1. Самостоятельная работа в рамках образовательной программы планируется образовательной организацией. [↑](#footnote-ref-1)
2. Самостоятельная работа в рамках образовательной программы планируется образовательной организацией. [↑](#footnote-ref-2)
3. Самостоятельная работа в рамках образовательной программы планируется образовательной организацией. [↑](#footnote-ref-3)
4. Самостоятельная работа в рамках образовательной программы планируется образовательной организацией. [↑](#footnote-ref-4)