

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович  
Должность: И.О. Ректора  
Дата подписания: 18.09.2025 11:33:03  
Уникальный программный ключ:  
f17218015d82e3c1457d1df9e244de9305047f35

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

А.Г. Балашов

«20» сентября 2023 г.

М.П.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

ПМ 02. «Монтаж, регулировка, техническое обслуживание и эксплуатация  
технологического оборудования для изготовления изделий твердотельной электроники,  
приборов квантовой электроники и фотоники»

Специальность среднего профессионального образования:

11.02.13 Твердотельная электроника

Квалификация: техник

Форма обучения: очная

Нормативный срок обучения: 1 год 10 мес.

на базе среднего общего образования

Москва 2023

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

## 1.1. Область применения программы:

Программа профессионального модуля ПМ 02. «Монтаж, регулировка, техническое обслуживание и эксплуатация технологического оборудования для изготовления изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники» является частью образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальности 11.02.13 «Твердотельная электроника» в части освоения основного вида профессиональной деятельности «Разработка технологических процессов, несложной технологической оснастки и конструкторско-технологической документации для изготовления изделий твердотельной электроники».

**1.2. Цели профессионального модуля** – Формирование профессиональных компетенций в области монтажа, эксплуатации, регулировки, технического обслуживания и несложного ремонта технологического оборудования для изготовления изделий твердотельной электроники.

## 1.3 Количество часов на освоение программы профессионального модуля ПМ 02:

всего – 294 часа, в том числе:

- максимальной учебной нагрузки обучающегося – 222 часов, включая:
- обязательной аудиторной учебной нагрузки обучающегося – 218 часов,
- самостоятельной работы обучающегося – 8 часов;
- учебная практика – 36 часов;
- производственной практики – 36 часов.

## 2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

Результатом освоения профессионального модуля является овладение обучающимися видом профессиональной деятельности (ВПД) **Монтаж, регулировка, техническое обслуживание и эксплуатация технологического оборудования для изготовления изделий твердотельной электроники**, в том числе профессиональными (ПК):

| ОК /ПК                                                                                                                                   | Планируемые результаты освоения дисциплины                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                          | Знать                                                                                                                                                                                                                           | Уметь                                                                                                                                                                                            | Иметь практический опыт                                                                                                              |
| ПК 2.1. Выполнять работы по монтажу технологического оборудования для изготовления изделий твердотельной электроники, приборов квантовой | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ типы, порядок и правила монтажа, правила приемки технологического оборудования для изготовления ИТЭ;</li> <li>➤ оборудование, инструменты и приспособления, применяемые для</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ выбирать и подготавливать оборудование, инструменты и приспособления, применяемые при монтаже;</li> <li>➤ выполнять приемку технологического</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ монтажа и несложного ремонта технологического оборудования для изготовления ИТЭ.</li> </ul> |

|                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| электроники и фотоники.                                                                                                                                                                     | монтажа технологического оборудования.                                                                                                                                                                                                                                                                                  | оборудования, поступившего для монтажа; выполнять монтаж технологического оборудования, применяемого при изготовлении ИТЭ.                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                        |
| ПК 2.2. Выполнять работы по регулировке технологического оборудования для изготовления изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники.                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ порядок регулировки параметров и режимов работы технологического оборудования;</li> <li>➤ возможные причины отказов в работе технологического оборудования и способы их устранения;</li> <li>➤ устройство, параметры и режимы работы технологического оборудования.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ регулировать параметры и режимы технологического оборудования;</li> <li>измерять параметры и режимы работы технологического оборудования.</li> </ul>                                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ регулировки и несложного ремонта технологического оборудования для изготовления ИТЭ</li> </ul>                |
| ПК 2.3. Проводить техническое обслуживание и несложный ремонт технологического оборудования для изготовления изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники . | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ техническую и технологическую документацию;</li> <li>➤ правила и порядок обслуживания технологического оборудования.</li> </ul>                                                                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ проводить техническое обслуживание технологического оборудования;</li> <li>➤ определять причины отказов в работе оборудования;</li> <li>проводить несложный ремонт оборудования.</li> </ul>                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ технического обслуживания и несложного ремонта технологического оборудования для изготовления ИТЭ.</li> </ul> |
| ПК 2.4. Осуществлять эксплуатацию технологического оборудования для изготовления изделий твердотельной электроники приборов квантовой электроники и фотоники.                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ правила эксплуатации технологического оборудования;</li> <li>➤ правила запуска технологического оборудования;</li> <li>параметры и режимы работы технологического оборудования.</li> </ul>                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ эксплуатировать технологическое оборудование, применяемое для изготовления ИТЭ;</li> <li>➤ выполнять включение и выключение технологического оборудования, применяемого для изготовления ИТЭ;</li> <li>➤ выполнять аварийное выключение технологического</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ эксплуатации и несложного ремонта технологического оборудования для изготовления ИТЭ.</li> </ul>              |

|  |  |                                                                           |  |
|--|--|---------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  | оборудования;<br>оформлять<br>необходимую<br>техническую<br>документацию. |  |
|--|--|---------------------------------------------------------------------------|--|

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

#### 3.1. Тематический план профессионального модуля

| Коды профессиональных компетенций | Наименование профессиональных модулей, МДК | Всего часов (макс. учебная нагрузка и практики) | Объем профессионального модуля, час.                  |           |                                                          |                                         |              |                                     |                                         |
|-----------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------|-------------------------------------|-----------------------------------------|
|                                   |                                            |                                                 | Обязательная аудиторная учебная нагрузка обучающегося |           |                                                          |                                         |              | Самостоятельная работа обучающегося |                                         |
|                                   |                                            |                                                 | Всего, часов                                          | Лекции    | в т.ч. лабораторные работы и практические занятия, часов | в т.ч., курсовая работа (проект), часов | консультации | Всего, часов                        | в т.ч., курсовая работа (проект), часов |
|                                   | <b>ПМ 02, час.</b>                         | <b>294</b>                                      | <b>218</b>                                            | <b>84</b> | <b>124</b>                                               | <b>-</b>                                | <b>2</b>     | <b>8</b>                            | <b>-</b>                                |
|                                   | <b>МДК 02.01, час.</b>                     | <b>218</b>                                      | <b>218</b>                                            | <b>84</b> | <b>124</b>                                               | <b>-</b>                                | <b>2</b>     | <b>-</b>                            | <b>-</b>                                |
| ПК 2.1                            | МДК 02.01, час.                            | 54                                              | 54                                                    | 21        | 32                                                       | -                                       | -            | -                                   | -                                       |
| ПК 2.2                            | МДК 02.01, час.                            | 54                                              | 54                                                    | 21        | 31                                                       | -                                       | -            | -                                   | -                                       |
| ПК 2.3                            | МДК 02.01, час.                            | 54                                              | 54                                                    | 21        | 31                                                       | -                                       | -            | -                                   | -                                       |
| ПК 2.4                            | МДК 02.01, час.                            | 56                                              | 56                                                    | 21        | 30                                                       | -                                       | -            | -                                   | -                                       |
|                                   | <b>УП 02.01</b>                            | <b>36</b>                                       | <b>-</b>                                              | <b>-</b>  | <b>-</b>                                                 | <b>-</b>                                | <b>-</b>     | <b>-</b>                            | <b>-</b>                                |
|                                   | <b>ПП 02, час.</b>                         | <b>36</b>                                       | <b>-</b>                                              | <b>-</b>  | <b>-</b>                                                 | <b>-</b>                                | <b>-</b>     | <b>-</b>                            | <b>-</b>                                |
| <b>ВСЕГО</b>                      |                                            | <b>294</b>                                      | <b>218</b>                                            | <b>84</b> | <b>124</b>                                               | <b>-</b>                                | <b>2</b>     | <b>8</b>                            | <b>-</b>                                |

Примечание: УП – учебная практика, ПП – производственная практика (по профилю специальности), МДК – междисциплинарный курс, ПМ – профессиональный модуль, ПК – профессиональная компетенция

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

| Наименование профессионального модуля (ПМ), междисциплинарных курсов (МДК) и тем | Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся, курсовая работа (проект) (если предусмотрены) | Объем часов | Коды осваиваемых элементов компетенций |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------|
| 1                                                                                | 2                                                                                                                                                            | 3           | 4                                      |

|                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                   |            |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------------|
| <b>ПМ 02. Монтаж, регулировка, техническое обслуживание и эксплуатация технологического оборудования для изготовления изделий твердотельной электроники</b>                                                             |                                                                                                   | <b>294</b> |                       |
| <b>МДК 02.01. Технологии монтажа, регулировки, технического обслуживания и эксплуатации технологического оборудования для изготовления изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники</b> |                                                                                                   | <b>218</b> |                       |
| Тема 1                                                                                                                                                                                                                  | Лекция. Введение в дисциплину. Особенности оборудования для производства изделий микроэлектроники | 4          | ПК 2.1                |
| Тема 2                                                                                                                                                                                                                  | Структура производства изделий твердотельной электроники                                          |            |                       |
|                                                                                                                                                                                                                         | Лекция                                                                                            | 4          | ПК 2.1 ПК 2.2         |
|                                                                                                                                                                                                                         | Самостоятельная работа                                                                            | 1          | ПК 2.3                |
| Тема 3                                                                                                                                                                                                                  | Методы выращивания объемных монокристаллов полупроводников                                        |            |                       |
|                                                                                                                                                                                                                         | Лекция                                                                                            | 2          | ПК 2.1 ПК 2.2         |
|                                                                                                                                                                                                                         | Самостоятельная работа                                                                            | 1          | ПК 2.3                |
| Тема 4                                                                                                                                                                                                                  | Оборудование для выращивания монокристаллов по методу Чохральского                                |            |                       |
|                                                                                                                                                                                                                         | Лекция                                                                                            | 2          | ПК 2.1 ПК 2.2         |
|                                                                                                                                                                                                                         | Самостоятельная работа                                                                            | 0,5        | ПК 2.3                |
| Тема 5                                                                                                                                                                                                                  | Оборудование для выращивания монокристаллов методом бестигельной зонной плавки                    |            |                       |
|                                                                                                                                                                                                                         | Лекция                                                                                            | 2          | ПК 2.1, ПК 2.4        |
|                                                                                                                                                                                                                         | Самостоятельная работа                                                                            | 0,5        | ПК 2.3                |
| Тема 6                                                                                                                                                                                                                  | Методы резки слитков полупроводниковых материалов                                                 |            |                       |
|                                                                                                                                                                                                                         | Лекция                                                                                            | 2          | ПК 2.1, ПК 2.4        |
|                                                                                                                                                                                                                         | Самостоятельная работа                                                                            | 0,5        | ПК 2.3                |
| Тема 7                                                                                                                                                                                                                  | Станок резки монокристаллов на пластины «Алмаз-6М»                                                |            |                       |
|                                                                                                                                                                                                                         | Лекция                                                                                            | 2          | ПК 2.1, ПК 2.4        |
|                                                                                                                                                                                                                         | Самостоятельная работа                                                                            | 0,5        | ПК 2.3                |
| Тема 8                                                                                                                                                                                                                  | Схема технологического процесса производства интегральных микросхем                               |            |                       |
|                                                                                                                                                                                                                         | Лекция                                                                                            | 2          | ПК 2.1                |
|                                                                                                                                                                                                                         | Самостоятельная работа                                                                            | 0,5        | ПК 2.3                |
| Тема 9                                                                                                                                                                                                                  | Конструкции станков резки слитков на пластины и оснастка                                          | 5          |                       |
|                                                                                                                                                                                                                         | Лекция                                                                                            | 2          | ПК 2.1, ПК 2.4        |
|                                                                                                                                                                                                                         | Самостоятельная работа                                                                            | 0,5        | ПК 2.3                |
| Тема 10                                                                                                                                                                                                                 | Оснастка для механической обработки пластин и основные понятия                                    |            |                       |
|                                                                                                                                                                                                                         | Лекция                                                                                            | 2          | ПК 2.1, ПК 2.4        |
|                                                                                                                                                                                                                         | Самостоятельная работа                                                                            | 0,5        | ПК 2.3                |
| Тема 11                                                                                                                                                                                                                 | Автоматизация процесса резки слитков на пластины                                                  |            |                       |
|                                                                                                                                                                                                                         | Лекция                                                                                            | 2          | ПК 2.1, ПК 2.4        |
|                                                                                                                                                                                                                         | Самостоятельная работа                                                                            | 0,5        | ПК 2.3                |
| Тема 12                                                                                                                                                                                                                 | Станки двухстороннего шлифования полупроводниковых пластин СПШ                                    |            |                       |
|                                                                                                                                                                                                                         | Лекция                                                                                            | 2          | ПК 2.1, ПК 2.4 ПК 2.2 |
|                                                                                                                                                                                                                         | Самостоятельная работа                                                                            | 1          | ПК 2.3                |

|         |                                                                        |   |                              |
|---------|------------------------------------------------------------------------|---|------------------------------|
| Тема 13 | Типовой технологический процесс изготовления полупроводниковых пластин |   |                              |
|         | Лекция                                                                 | 2 | ПК 2.1 ПК 2.2                |
|         | Самостоятельная работа                                                 | 1 | ПК 2.3                       |
| Тема 14 | Станки двухстороннего шлифования пластин СДШ                           |   |                              |
|         | Лекция                                                                 | 2 | ПК 2.1, ПК 2.4 ПК 2.2        |
| Тема 15 | Станки одностороннего шлифования полупроводниковых пластин САШ         |   |                              |
|         | Лекция                                                                 | 2 | ПК 2.1, ПК 2.4 ПК 2.2 ПК 2.3 |
| Тема 16 | Станки плоскошлифовальные с применением АЧК шлифовальных кругов        |   |                              |
|         | Лекция                                                                 | 2 | ПК 2.1, ПК 2.4 ПК 2.2 ПК 2.3 |
| Тема 17 | Полуавтомат финишной и суперфинишной обработки пластин                 |   |                              |
|         | Лекция                                                                 | 2 | ПК 2.1 ПК 2.2 ПК 2.3         |
| Тема 18 | Оборудование для химико-механического полирования пластин              |   |                              |
|         | Лекция                                                                 | 2 | ПК 2.1 ПК 2.2 ПК 2.3         |
| Тема 19 | Установка для химического травления пластин ПВХО-ГК60-1                |   |                              |
|         | Лекция                                                                 | 2 | ПК 2.1 ПК 2.2 ПК 2.3         |
| Тема 20 | Установка химико-динамического или полирующего травления               |   |                              |
|         | Лекция                                                                 | 2 | ПК 2.1                       |
|         | Практические занятия                                                   | 4 | ПК 2.2 ПК 2.3                |
| Тема 21 | Установка электрохимической полировки полупроводниковых пластин        |   |                              |
|         | Лекция                                                                 | 2 | ПК 2.1                       |
|         | Практические занятия                                                   | 4 | ПК 2.2 ПК 2.3                |
| Тема 22 | Практическая работа                                                    | 4 | ПК 2.2, ПК 2.3               |
| Тема 23 | Способы контроля качества обработки поверхности пластин                |   |                              |
|         | Лекция                                                                 | 2 | ПК 2.1                       |
|         | Практические занятия                                                   | 4 | ПК 2.2 ПК 2.3                |
| Тема 24 | Полуавтомат приклеивания пластин                                       |   |                              |
|         | Лекция                                                                 | 2 | ПК 2.1, ПК 2.4               |
|         | Практические занятия                                                   | 4 | ПК 2.2 ПК 2.3                |
| Тема 25 | Автомат снятия фаски                                                   |   |                              |
|         | Лекция                                                                 | 2 | ПК 2.1, ПК 2.4               |

|         |                                                    |   |                  |
|---------|----------------------------------------------------|---|------------------|
|         | Практические занятия                               | 4 | ПК 2.2<br>ПК 2.3 |
| Тема 26 | Устройства давления в установках микросварки       |   |                  |
|         | Лекция                                             | 2 | ПК 2.1, ПК 2.4   |
|         | Практические занятия                               | 4 | ПК 2.2<br>ПК 2.3 |
| Тема 27 | Устройства нагрева в установках микросварки        |   |                  |
|         | Лекция                                             | 2 | ПК 2.1, ПК 2.4   |
|         | Практические занятия                               | 4 | ПК 2.2<br>ПК 2.3 |
| Тема 28 | Сварочный инструмент                               | 5 |                  |
|         | Лекция                                             | 2 | ПК 2.1, ПК 2.4   |
|         | Практические занятия                               | 4 | ПК 2.2<br>ПК 2.3 |
| Тема 29 | Преобразователи и концентраторы волноводных систем |   |                  |
|         | Лекция                                             | 2 | ПК 2.1, ПК 2.4   |
|         | Практические занятия                               | 4 | ПК 2.2<br>ПК 2.3 |
| Тема 30 | Типы манипуляторов в сварочных системах            |   |                  |
|         | Лекция                                             | 2 | ПК 2.1, ПК 2.4   |
|         | Практические занятия                               | 4 | ПК 2.2<br>ПК 2.3 |
| Тема 31 | Волноводная система при ультразвуковой сварке      |   |                  |
|         | Лекция                                             | 2 | ПК 2.1, ПК 2.4   |
|         | Практические занятия                               | 4 | ПК 2.2<br>ПК 2.3 |
| Тема 32 | Схема манипулятора микросварки                     |   |                  |
|         | Лекция                                             | 2 | ПК 2.1, ПК 2.4   |
|         | Практические занятия                               | 4 | ПК 2.2<br>ПК 2.3 |
| Тема 33 | Координатный стол микросварочной установки         |   |                  |
|         | Лекция                                             | 2 | ПК 2.1, ПК 2.4   |
|         | Практические занятия                               | 4 | ПК 2.2<br>ПК 2.3 |
| Тема 34 | Устройство загрузки-выгрузки корпусов              |   |                  |
|         | Лекция                                             | 2 | ПК 2.1, ПК 2.4   |
|         | Практические занятия                               | 4 | ПК 2.2<br>ПК 2.3 |
| Тема 35 | Шаговый двигатель                                  |   |                  |
|         | Лекция                                             | 2 | ПК 2.1, ПК 2.4   |
|         | Практические занятия                               | 4 | ПК 2.2<br>ПК 2.3 |
| Тема 36 | Устройство транспортировки пластин                 |   |                  |
|         | Лекция                                             | 2 | ПК 2.1, ПК 2.4   |

|                                                                    |                                                                        |     |                                   |
|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----|-----------------------------------|
|                                                                    | Практические занятия                                                   | 4   | ПК 2.1, ПК 2.4                    |
| Тема 37                                                            | Конструкции механических передач в станках                             |     |                                   |
|                                                                    | Лекция                                                                 | 2   | ПК 2.1, ПК 2.4                    |
|                                                                    | Практические занятия                                                   | 4   | ПК 2.3                            |
| Тема 38                                                            | Конструкции узлов и механизмов станков                                 |     |                                   |
|                                                                    | Лекция                                                                 | 2   | ПК 2.4 ПК 2.1<br>ПК 2.2<br>ПК 2.3 |
| Тема 39                                                            | Привод и передаточное отношение                                        |     |                                   |
|                                                                    | Лекция                                                                 | 2   | ПК 2.1<br>ПК 2.2<br>ПК 2.3        |
| Тема 40                                                            | Практические занятия на тему Привод и передаточное отношение           | 6   | ПК 2.2, ПК 2.3                    |
| Тема 41                                                            | Разделение пластин на кристаллы                                        | 2   | ПК 2.1, ПК 2.4                    |
|                                                                    | Лекция                                                                 |     |                                   |
| Тема 42                                                            | Блок микросварки УЗ-установки присоединения проволочных выводов        | 6   | ПК 2.1 ПК 2.2 ПК 2.3              |
|                                                                    | Практические занятия                                                   |     |                                   |
| Тема 43                                                            | Механизм микросварки                                                   | 4   | ПК 2.1 ПК 2.2 ПК 2.3              |
|                                                                    | Практические занятия                                                   |     |                                   |
| Тема 44                                                            | Основные виды оборудования для сборки и испытания ИМС                  | 2   | ПК 2.1 ПК 2.2 ПК 2.3              |
|                                                                    | Лекция                                                                 |     |                                   |
| Тема 45                                                            | Клиновые инструменты для УЗ-микросварки                                | 4   | ПК 2.1 ПК 2.2 ПК 2.3              |
|                                                                    | Практические занятия                                                   |     |                                   |
| Тема 46                                                            | Дозаторы для оборудования микроэлектроники                             | 4   | ПК 2.1 ПК 2.2 ПК 2.3              |
|                                                                    | Практические занятия                                                   |     |                                   |
| Тема 47                                                            | Классификация методов формирования соединений в изделиях электроники   | 4   | ПК 2.1 ПК 2.2 ПК 2.3              |
|                                                                    | Практические занятия                                                   |     |                                   |
| Тема 48                                                            | Инструменты для монтажа кристаллов                                     | 4   | ПК 2.1 ПК 2.2 ПК 2.3              |
|                                                                    | Практические занятия                                                   |     |                                   |
| Тема 49                                                            | Установка для нанесения тонких пленок в вакууме термическим испарением | 4   | ПК 2.1 ПК 2.2 ПК 2.3              |
|                                                                    | Практические занятия                                                   |     |                                   |
| Тема 50                                                            | Установка для нанесения тонких пленок в вакууме ионным распылением     | 4   | ПК 2.1 ПК 2.2 ПК 2.3              |
|                                                                    | Практические занятия                                                   |     |                                   |
| Тема 51                                                            | Испарители для установок нанесения тонких пленок в вакууме             | 4   | ПК 2.1 ПК 2.2 ПК 2.3              |
|                                                                    | Практические занятия                                                   |     |                                   |
| Тема 52                                                            | Фотолитографическое оборудование (автомат гидромеханической отмычки)   | 4   | ПК 2.1 ПК 2.2 ПК 2.3              |
|                                                                    | Практические занятия                                                   |     |                                   |
| Тема 53                                                            | Фотолитографическое оборудование (автомат нанесения фоторезиста)       | 4   | ПК 2.1 ПК 2.2 ПК 2.3              |
|                                                                    | Практические занятия                                                   |     |                                   |
| <b>Всего академических часов по учебному плану МДК 02.01:</b>      |                                                                        | 294 |                                   |
| <b>Учебная нагрузка во взаимодействии с преподавателем (всего)</b> |                                                                        | 218 |                                   |
| <b>в том числе:</b>                                                |                                                                        |     |                                   |
| лекции                                                             |                                                                        | 84  |                                   |



|                                                                                                           |                    |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--|
| практические занятия                                                                                      | 124                |  |
| <b>Самостоятельная работа обучающегося (всего)</b>                                                        | 8                  |  |
| в том числе:                                                                                              |                    |  |
| подготовка рефератов                                                                                      | 4                  |  |
| внеаудиторная самостоятельная работа по заполнению рабочей тетради                                        | 4                  |  |
| <i>Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины: дифференцированный зачет в 1 и 2 семестрах</i> |                    |  |
| <b>Учебная практика (по профилю специальности) ПП 02.01 в 1 семестре</b>                                  | <b>36 (1 нед.)</b> |  |
| <b>Производственная практика (по профилю специальности) ПП 02.01 во 2 семестре</b>                        | <b>36 (1 нед.)</b> |  |
| <b>Квалификационный экзамен во 2 семестре</b>                                                             |                    |  |

#### 4. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

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

Реализация профессионального модуля ПМ 02 проводится:

а) в лаборатории твердотельной электроники, оснащенной следующим оборудованием:

Генератор TEKTRONIX AFG3252 с опцией AFG3252R5, генератор сигналов произвольной формы типа Tektronix AWG5012, модульный генератор импульсов Tektronix DTG 5274, мультиметр типа Agilent 34411A-3шт, осциллографы смешанного сигнала типа Tektronix MSO4104, прецизионные мультиметры типа Agilent 3458 А, универсальные генераторы стандартных сигналов типа TEKTRONIX AFG3252, цифровые запоминающие осциллографы типа Tektronix DPO4104, базовая платформа NI ELVIS для лабораторных работ, вакуумный насос 2Z-5, вольтметры универсальные В7-21А, источники питания типа Agilent E3648А, мультиметры Agilent 34411А, ноутбук Deil Latitude 3440 ВТХ (CA003L34406ЕМ), осциллографы С1-93, осциллографы смешанного сигнала типа Tektronix MSO44101, принтер ОКТ-8, принтер HP LJ P1006, принтер лазерный А4 Kyosera Mita FS1128MFP+ADF МФУ, проектор NEC NP405G1, универсальные генераторы стандартных сигналов типа TEKTRONIX AFG3252, характериографы TP-4805/3, экран DRAPER BARONEN HW100" NTSC MW White Case

в) в Учебном центре профессиональных квалификаций в области радиоэлектроники созданном на территории АО «Микрон» в «Лаборатории технологии и оборудования производства изделий твердотельной электроники. Лаборатория электрорадиоизмерений и испытаний изделий твердотельной электроники», оснащенном следующим оборудованием:

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

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

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

Реализация профессионального модуля предполагает обязательную производственную практику, которую рекомендуется проводить рассредоточено.

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

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

#### **ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Берикашвили, В. Ш. Электроника и микроэлектроника: импульсная и цифровая электроника : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. Ш. Берикашвили. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 242 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-06256-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/515401> (дата обращения: 18.12.2023).
2. Королёв, М. А. Технология, конструкции и методы моделирования кремниевых интегральных микросхем : в 2 ч : учебное пособие / М. А. Королёв, Т. Ю. Крупкина, М. А. Ревелева ; под редакцией Ю. А. Чаплыгина. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 400 с. — ISBN 978-5-00101-814-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/151589> (дата обращения: 26.12.2023)

##### **Дополнительные источники:**

1. Техническое обслуживание и ремонты оборудования. Решения НКМКНТМК-ЕВРАЗ : учебное пособие / под ред. В. В. Кондратьева, Н. Х. Мухатдинова, А. Б. Юрьева. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 128 с. + CD-R. — (Управление производством). - ISBN 978-5-16-004039-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1840467> (дата обращения: 26.12.2023)

#### **Интернет ресурсы:**

1. <http://ptes.vlsu.ru>
2. <http://www.youngscience.ru>
3. <http://intelpro.extech.ru>
4. <http://www.portalnanj.ru>
5. <http://www.vntic.org.ru>

### **ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ**

1. Znanium.com: Электронно-библиотечная система : [сайт]. – Москва, 2011 – URL:<https://new.znanium.com/> (дата обращения: 12.07.2023). - Режим доступа: для авториз.пользователей МИЭТ.
2. ЭБС Юрайт : образовательная платформа. – Москва, 2013 – URL: <https://ura.it.ru/> (дата обращения: 12.07.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.
3. Электронно-библиотечная система Лань : [сайт]. – Санкт-Петербург, 2011 – . URL: <https://e.lanbook.com/> (дата обращения: 12.07.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.

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

Организация образовательного процесса по ПМ 02 осуществляется в соответствии с расписанием занятий и содержанием соответствующих разделов основной профессиональной образовательной программы очной формы обучения, которая была разработана и утверждена колледжем самостоятельно с учетом требований рынка труда на основе ФГОС СПО для специальности 11.02.13 Твердотельная электроника.

Программа ПМ 02 обеспечивается учебно-методической документацией по разделам. Компетентностный подход в обучении предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Реализация программы ПМ 02 обеспечивается доступом каждого обучающегося к базам данных и библиотечным фондам. Освоению ПМ 02 предшествует изучение учебных дисциплин в рамках освоения профессионального модуля ПМ.01 «Разработка технологических процессов несложной технологической оснастки и конструкторско-технологической документации для изготовления изделий твердотельной электроники»: МДК 01.01 «Основные технологические процессы изготовления изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники» и МДК 01.02 «Проектирование изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники».

Учебная и производственная практика (по профилю специальности) ПП 02.01 является составной частью учебного процесса и имеют целью закрепление и углубление знаний, полученных студентами в процессе обучения, приобретение необходимых умений и навыков практической работы по избранной специальности.

Обязательной формой итоговой аттестации по ПМ 02 является экзамен (квалификационный). Экзамен (квалификационный) проверяет готовность обучающегося к выполнению указанного вида профессиональной деятельности и наличия у него необходимых компетенций. Экзамен (квалификационный) проводится по окончании освоения программы профессионального модуля и представляет собой форму независимой оценки результатов обучения с участием работодателей. Условием допуска к экзамену

(квалификационному) является успешное освоение обучающимися всех элементов программы ПМ 02.

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

#### 4.4. Кадровое обеспечение образовательного процесса

**Требования к квалификации педагогических (инженерно-педагогических) кадров, обеспечивающих обучение по междисциплинарному курсу МДК 02.01:** наличие высшего профессионального образования, соответствующего профилю ПМ 02 «Монтаж, регулировка, техническое обслуживание и эксплуатация технологического оборудования для изготовления изделий твердотельной электроники» и специальности 11.02.13 «Твердотельная электроника».

**Требования к квалификации педагогических кадров, осуществляющих руководство практикой**

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

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

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

| Результаты<br>(код и<br>наименование<br>освоенных<br>профессиональных<br>компетенций,<br>формируемых в<br>рамках ПМ)  | Критерии оценки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Формы и методы контроля<br>и оценки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК 2.1. Выполнять работы по монтажу технологического оборудования для изготовления изделий твердотельной электроники. | <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать и подготавливать оборудование, инструменты и приспособления, применяемые при монтаже;</li> <li>- выполнять приемку технологического оборудования, поступившего для монтажа;</li> <li>- выполнять монтаж технологического оборудования, применяемого при изготовлении ИТЭ.</li> </ul> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- типы, порядок и правила монтажа, правила приемки технологического оборудования для изготовления ИТЭ;</li> <li>- оборудование, инструменты и приспособления, применяемые для</li> </ul> | <p>Тестирование, пояснение конструкционных чертежей оборудования и конкретных узлов, рассмотрение технологических карт и маршрутов изготовления изделий.</p> <p>Устный опрос, выполнение контрольных работ, самостоятельная работа по оформлению конспекта, подготовка реферата.</p> <p>Для перевода процентного выполнения тестового задания в балльную оценку предлагается следующая</p> |

|                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                 | монтажа технологического оборудования.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | шкала: 1-49% – неудовлетворительно (2), 50-69% – удовлетворительно (3), 70-84% – хорошо (4), 85-100% – отлично (5).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| ПК 2.2. Выполнять работы по регулировке технологического оборудования для изготовления изделий твердотельной электроники.                       | <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- регулировать параметры и режимы технологического оборудования;</li> <li>- измерять параметры и режимы работы технологического оборудования.</li> </ul> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- порядок регулировки параметров и режимов работы технологического оборудования;</li> <li>- возможные причины отказов в работе технологического оборудования и способы их устранения;</li> <li>- устройство, параметры и режимы работы технологического оборудования.</li> </ul> | <p>Тестирование, пояснение конструкционных чертежей оборудования и конкретных узлов, рассмотрение технологических карт и маршрутов изготовления изделий.</p> <p>Устный опрос, выполнение контрольных работ, самостоятельная работа по оформлению конспекта, подготовка реферата.</p> <p>Для перевода процентного выполнения тестового задания в балльную оценку предлагается следующая шкала: 1-49% – неудовлетворительно (2), 50-69% – удовлетворительно (3), 70-84% – хорошо (4), 85-100% – отлично (5).</p> |
| ПК 2.3. Проводить техническое обслуживание и несложный ремонт технологического оборудования для изготовления изделий твердотельной электроники. | <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить техническое обслуживание технологического оборудования;</li> <li>- определять причины отказов в работе оборудования;</li> <li>- проводить несложный ремонт оборудования.</li> </ul> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- техническую и технологическую документацию;</li> <li>- правила и порядок обслуживания технологического оборудования.</li> </ul>                                                                                                         | <p>Тестирование, пояснение конструкционных чертежей оборудования и конкретных узлов, рассмотрение технологических карт и маршрутов изготовления изделий.</p> <p>Устный опрос, выполнение контрольных работ, самостоятельная работа по оформлению конспекта, подготовка реферата.</p> <p>Для перевода процентного выполнения тестового задания в балльную оценку предлагается следующая шкала: 1-49% – неудовлетворительно (2), 50-69% – удовлетворительно (3), 70-84% – хорошо (4),</p>                        |

|                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 85-100% – отлично (5).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| ПК 2.4. Осуществлять эксплуатацию технологического оборудования для изготовления изделий твердотельной электроники. | <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- эксплуатировать технологическое оборудование, применяемое для изготовления ИТЭ;</li> <li>- выполнять включение и выключение технологического оборудования, применяемого для изготовления ИТЭ;</li> <li>- выполнять аварийное выключение технологического оборудования;</li> <li>- оформлять необходимую техническую документацию.</li> </ul> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правила эксплуатации технологического оборудования;</li> <li>- правила запуска технологического оборудования;</li> <li>- параметры и режимы работы технологического оборудования.</li> </ul> | <p>Тестирование, пояснение конструктивных чертежей оборудования и конкретных узлов, рассмотрение технологических карт и маршрутов изготовления изделий. Устный опрос, выполнение контрольных работ, самостоятельная работа по оформлению конспекта, подготовка реферата.</p> <p>Для перевода процентного выполнения тестового задания в балльную оценку предлагается следующая шкала: 1-49% – неудовлетворительно (2), 50-69% – удовлетворительно (3), 70-84% – хорошо (4), 85-100% – отлично (5).</p> |

Рабочая программа профессионального модуля ПМ 02 «Монтаж, регулировка, техническое обслуживание и эксплуатация технологического оборудования для изготовления изделий твердотельной электроники, приборов квантовой электроники и фотоники» по специальности среднего профессионального образования: 11.02.13 «Твердотельная электроника» разработана в колледже электроники и информатики 01.12.2023 года, протокол № 1.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с директором колледжа ЭИ НИУ МИЭТ