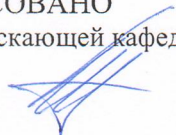


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
 УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**"РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
 В.Ф. УТКИНА"**

СОГЛАСОВАНО

Зав. выпускающей кафедры




## Технология производства устройств автоматики и электроники

### рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Промышленной электроники**

Учебный план 11.03.03\_23\_00\_МИРЭА.plx  
 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **6 ЗЕТ**

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр<br>(<Курс>.<Семестр на<br>курсе>)          | 6 (3.2) |       | 7 (4.1) |       | Итого |      |
|----------------------------------------------------|---------|-------|---------|-------|-------|------|
| Недель                                             | 16      |       | 16      |       |       |      |
| Вид занятий                                        | УП      | РП    | УП      | РП    | УП    | РП   |
| Лекции                                             | 32      | 32    | 16      | 16    | 48    | 48   |
| Лабораторные                                       | 16      | 16    | 16      | 16    | 32    | 32   |
| Практические                                       |         |       | 16      | 16    | 16    | 16   |
| Иная контактная<br>работа                          | 0,25    | 0,25  | 0,35    | 0,35  | 0,6   | 0,6  |
| Консультирование<br>перед экзаменом и<br>практикой |         |       | 2       | 2     | 2     | 2    |
| Итого ауд.                                         | 48,25   | 48,25 | 50,35   | 50,35 | 98,6  | 98,6 |
| Контактная работа                                  | 48,25   | 48,25 | 50,35   | 50,35 | 98,6  | 98,6 |
| Сам. работа                                        | 15      | 15    | 49      | 49    | 64    | 64   |
| Часы на контроль                                   | 8,75    | 8,75  | 44,65   | 44,65 | 53,4  | 53,4 |
| Итого                                              | 72      | 72    | 144     | 144   | 216   | 216  |

г. Рязань

Программу составил(и):

к.т.н., доц., Иванников Александр Сергеевич



Рабочая программа дисциплины

**Технология производства устройств автоматики и электроники**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 928)

составлена на основании учебного плана:

11.03.03 Конструирование и технология электронных средств  
утвержденного учёным советом вуза от 28.04.2023 протокол № 11.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Промышленной электроники**

Протокол от 02.05.2023 г. № 10

Срок действия программы: 2023-2027 уч.г.

Зав. кафедрой Круглов Сергей Александрович



---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры  
**Промышленной электроники**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2024 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры  
**Промышленной электроники**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры  
**Промышленной электроники**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2026 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры

**Промышленной электроники**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2027 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

| 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.1                                  | Целью освоения дисциплины «Технология производства устройств автоматики и электроники» является формирование у студентов знаний в области технологии получения материалов с заданными свойствами для создания электронных модулей в устройствах автоматики и умение решать задачи, связанные с разработкой и применением новых технологических процессов и установок |

| 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ |                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Цикл (раздел) ОП:                                                  | Б1.В                                                                                                           |
| 2.1                                                                | Требования к предварительной подготовке обучающегося:                                                          |
| 2.1.1                                                              | Микроэлектроника СВЧ                                                                                           |
| 2.1.2                                                              | Пакеты прикладных программ                                                                                     |
| 2.1.3                                                              | Электромагнитная совместимость                                                                                 |
| 2.2                                                                | Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее: |
| 2.2.1                                                              | Выполнение и защита выпускной квалификационной работы                                                          |
| 2.2.2                                                              | Преддипломная практика                                                                                         |

| 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>ПК-4: Способен строить физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования и проводить анализ результатов</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |
| <b>ПК-4.1. Проводит моделирование и исследования функциональных, статических, динамических, временных, частотных характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |
| <b>Знать</b><br>основы моделирования и исследования функциональных, статических, динамических, временных, частотных характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения<br><b>Уметь</b><br>Проводить моделирование и исследования функциональных, статических, динамических, временных, частотных характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения<br><b>Владеть</b><br>навыками проведения моделирования и исследования функциональных, статических, динамических, временных, частотных характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения |  |

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

|       |                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.1   | <b>Знать:</b>                                                                                                                                                                                                                           |
| 3.1.1 | – основные физические процессы и закономерности получения электронных и ионных потоков (в виде эмиссий), закономерности движения заряженных частиц в электрических и магнитных полях, законы взаимодействия с поверхностью твердых тел; |
| 3.1.2 | – физические и химические свойства материалов, применяемых в устройствах автоматики и электроники;                                                                                                                                      |
| 3.1.3 | – правила оформления технической документации.                                                                                                                                                                                          |
| 3.2   | <b>Уметь:</b>                                                                                                                                                                                                                           |
| 3.2.1 | – работать с электроизмерительными приборами;                                                                                                                                                                                           |
| 3.2.2 | – строить математические модели техпроцессов с целью проведения расчетов параметров;                                                                                                                                                    |
| 3.2.3 | – грамотно составлять техническую документацию на устройства и изделия электроники.                                                                                                                                                     |
| 3.3   | <b>Владеть:</b>                                                                                                                                                                                                                         |
| 3.3.1 | – навыками и методами анализа зависимостей параметров технологических процессов электронной и ионной технологий;                                                                                                                        |
| 3.3.2 | – методами теоретического анализа и расчетов, полученных параметров изделий в техпроцессе.                                                                                                                                              |

| 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) |                                                                                                            |                |       |             |            |                |
|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------|-------------|------------|----------------|
| Код занятия                                   | Наименование разделов и тем /вид занятия/                                                                  | Семестр / Курс | Часов | Компетенции | Литература | Форма контроля |
|                                               | Раздел 1. Основные принципы и понятия построения технологического процесса и основы электронной технологии |                |       |             |            |                |

|      |                                                                                                   |   |      |                                  |                                          |  |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---|------|----------------------------------|------------------------------------------|--|
| 1.1  | Особенности технологических процессов при создании электронных приборов /Тема/                    | 6 | 0    |                                  |                                          |  |
| 1.2  | Особенности технологических процессов при создании электронных приборов /Лек/                     | 6 | 8    | ПК-4.1-3<br>ПК-4.1-У<br>ПК-4.1-В | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 |  |
| 1.3  | Технологические процессы при изготовлении деталей для электронных приборов /Лек/                  | 6 | 8    | ПК-4.1-В<br>ПК-4.1-3<br>ПК-4.1-У | Л1.1<br>Л1.2Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4      |  |
| 1.4  | Основные принципы и методы электронно-лучевой технологии /Лек/                                    | 6 | 8    | ПК-4.1-В<br>ПК-4.1-3<br>ПК-4.1-У | Л1.1<br>Л1.2Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4      |  |
| 1.5  | Закономерности движения атомов от испарителя до подложки /Лек/                                    | 6 | 8    | ПК-4.1-В<br>ПК-4.1-3<br>ПК-4.1-У | Л1.1<br>Л1.2Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4      |  |
| 1.6  | Изучение процесса обезгаживания деталей путем нагрева /Лаб/                                       | 6 | 4    | ПК-4.1-В<br>ПК-4.1-3<br>ПК-4.1-У | Л1.1<br>Л1.2Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4      |  |
| 1.7  | Нанесение тонких пленок на установках типа /Лаб/                                                  | 6 | 4    | ПК-4.1-В<br>ПК-4.1-3<br>ПК-4.1-У | Л1.1<br>Л1.2Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4      |  |
| 1.8  | Электронно-лучевые испарения /Лаб/                                                                | 6 | 8    | ПК-4.1-В<br>ПК-4.1-3<br>ПК-4.1-У | Л1.1<br>Л1.2Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4      |  |
| 1.9  | Зачет /ИКР/                                                                                       | 6 | 0,25 | ПК-4.1-В<br>ПК-4.1-3<br>ПК-4.1-У | Л1.1<br>Л1.2Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4      |  |
| 1.10 | Особенности технологических процессов при создании электронных приборов /Ср/                      | 6 | 15   | ПК-4.1-В<br>ПК-4.1-3<br>ПК-4.1-У | Л1.1<br>Л1.2Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4      |  |
| 1.11 | Промежуточная аттестация /Зачёт/                                                                  | 6 | 8,75 | ПК-4.1-В<br>ПК-4.1-3<br>ПК-4.1-У | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4             |  |
|      | <b>Раздел 2. Основы технологических процессов производства с использованием ионной технологии</b> |   |      |                                  |                                          |  |
| 2.1  | Основы технологических процессов производства с использованием ионной технологии /Тема/           | 7 | 0    |                                  |                                          |  |
| 2.2  | Физические процессы взаимодействия ионных потоков с твердым телом /Лек/                           | 7 | 8    | ПК-4.1-В<br>ПК-4.1-3<br>ПК-4.1-У | Л1.1<br>Л1.2Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4      |  |
| 2.3  | Ионно-лучевое легирование материалов /Лек/                                                        | 7 | 8    | ПК-4.1-В<br>ПК-4.1-3<br>ПК-4.1-У | Л1.1<br>Л1.2Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4      |  |
| 2.4  | Катодные распыления /Лаб/                                                                         | 7 | 4    | ПК-4.1-В<br>ПК-4.1-3<br>ПК-4.1-У | Л1.1Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4              |  |
| 2.5  | Спектр распределения ионов /Лаб/                                                                  | 7 | 4    | ПК-4.1-В<br>ПК-4.1-3<br>ПК-4.1-У | Л1.1<br>Л1.2Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4      |  |

|      |                                                                                              |   |       |                                  |                                     |  |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---|-------|----------------------------------|-------------------------------------|--|
| 2.6  | Ионное распыление /Лаб/                                                                      | 7 | 4     | ПК-4.1-В<br>ПК-4.1-З<br>ПК-4.1-У | Л1.1<br>Л1.2Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 |  |
| 2.7  | Лазерные технологии /Лаб/                                                                    | 7 | 4     | ПК-4.1-В<br>ПК-4.1-З<br>ПК-4.1-У | Л1.1<br>Л1.2Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 |  |
| 2.8  | Зачет /ИКР/                                                                                  | 7 | 0,35  | ПК-4.1-В<br>ПК-4.1-З<br>ПК-4.1-У | Л1.1<br>Л1.2Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 |  |
| 2.9  | Основы технологических процессов производства с использованием ионной технологии /Ср/        | 7 | 49    | ПК-4.1-В<br>ПК-4.1-З<br>ПК-4.1-У | Л1.1<br>Л1.2Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 |  |
| 2.10 | Промежуточная аттестация /Экзамен/                                                           | 7 | 44,65 | ПК-4.1-В<br>ПК-4.1-З<br>ПК-4.1-У | Л1.1<br>Л1.2Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 |  |
| 2.11 | Расчет параметров распыления: давление паров, скорости и параметров получаемых покрытий /Пр/ | 7 | 4     | ПК-4.1-В<br>ПК-4.1-З<br>ПК-4.1-У | Л1.1<br>Л1.2Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 |  |
| 2.12 | Термодинамический расчет образования зародышей при термическом испарении /Пр/                | 7 | 4     | ПК-4.1-В<br>ПК-4.1-З<br>ПК-4.1-У | Л1.1<br>Л1.2Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 |  |
| 2.13 | Расчет параметров электронно-лучевого распыления /Пр/                                        | 7 | 4     | ПК-4.1-В<br>ПК-4.1-З<br>ПК-4.1-У | Л1.1<br>Л1.2Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 |  |
| 2.14 | Расчет параметров ионного взаимодействия с поверхностью твердого тела /Пр/                   | 7 | 4     | ПК-4.1-В<br>ПК-4.1-З<br>ПК-4.1-У | Л1.1<br>Л1.2Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 |  |
| 2.15 | Консультации /Кнс/                                                                           | 7 | 2     | ПК-4.1-В<br>ПК-4.1-З<br>ПК-4.1-У | Л1.1<br>Л1.2Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 |  |

### 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Оценочные материалы по дисциплине "Технология производства устройств автоматики и электроники"").

### 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

#### 6.1. Рекомендуемая литература

##### 6.1.1. Основная литература

| №    | Авторы, составители                          | Заглавие                                                                     | Издательство, год                               | Количество/название ЭБС                                                                            |
|------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Л1.1 | Валетов В. А., Орлова А. А., Третьяков С. Д. | Интеллектуальные технологии производства приборов и систем : учебное пособие | Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2008, 134 с. | 2227-8397, <a href="http://www.iprbookshop.ru/66471.html">http://www.iprbookshop.ru/66471.html</a> |

| №    | Авторы, составители             | Заглавие                                                                                                          | Издательство, год                                                                          | Количество/название ЭБС                                                                               |
|------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Л1.2 | Ложкин Л. Д.,<br>Солдатов А. А. | Теоретические основы конструирования и технологии производства РЭС : методические указания к лабораторным работам | Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2016, 58 с. | 2227-8397,<br><a href="http://www.iprbookshop.ru/73839.html">http://www.iprbookshop.ru/73839.html</a> |

#### 6.1.2. Дополнительная литература

| №    | Авторы, составители     | Заглавие                                         | Издательство, год | Количество/название ЭБС |
|------|-------------------------|--------------------------------------------------|-------------------|-------------------------|
| Л2.1 | Бунга Л.А., Ионанс А.С. | Основы технологии производства : Конспект лекций | Рига, 1991, 70с.  | , 1                     |
| Л2.2 | Бунга Л.А., Ионанс А.С. | Основы технологии производства : Конспект лекций | Рига, 1991, 70с.  | , 1                     |

#### 6.1.3. Методические разработки

| №    | Авторы, составители                                 | Заглавие                                              | Издательство, год                     | Количество/название ЭБС                                                                                                 |
|------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Л3.1 | Чубинский А. Н.,<br>Тамби А. А.,<br>Варанкина Г. С. | Основы технологии производства: методические указания | Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 2012, 32 с. | , <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=45323">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=45323</a> |

#### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

|    |                                                                                                                                                                                 |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Э1 | Система дистанционного обучения ФГБОУ ВО «РГРТУ», режим доступа: по паролю:                                                                                                     |
| Э2 | Электронно-библиотечная система «IPRbooks» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ – свободный, доступ из сети Интернет – по паролю:          |
| Э3 | Электронно-библиотечная система издательства «Лань» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ – свободный, доступ из сети Интернет – по паролю: |
| Э4 | Электронная библиотека РГРТУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: из корпоративной сети РГРТУ – по паролю:                                                                    |

#### 6.3 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

##### 6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

| Наименование                 | Описание              |
|------------------------------|-----------------------|
| Kaspersky Endpoint Security  | Коммерческая лицензия |
| Adobe Acrobat Reader         | Свободное ПО          |
| Операционная система Windows | Коммерческая лицензия |
| LibreOffice                  | Свободное ПО          |
| OpenOffice                   | Свободное ПО          |

##### 6.3.2 Перечень информационных справочных систем

#### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 209 лабораторный корпус. помещение для самостоятельной работы обучающихся, компьютерный класс. Специализированная мебель (21 посадочных места), магнитно-маркерная доска. Мультимедиа проектор, 1 экран. ПК. Возможность подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ |
| 2 | 214 лабораторный корпус. учебная аудитория для проведения учебных занятий. Специализированная мебель (60 посадочных мест), магнитно-маркерная доска. Мультимедиа проектор, 1 экран. ПК.                                                                                                                                             |

|   |                                                                                                                                                                                        |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3 | 109 лабораторный корпус. учебная аудитория для проведения учебных занятий Специализированная мебель (60 посадочных мест), магнитно-маркерная доска. Мультимедиа проектор, 1 экран. ПК. |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Методическое обеспечение дисциплины приведено в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Методические указания по дисциплине "Технология производства устройств автоматики и электроники").