

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

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УР  
А.В. Корячко

**Технология производства печатных плат**  
**рабочая программа дисциплины (модуля)**

Закреплена за кафедрой **Химической технологии**

Учебный план 18.03.01\_21\_00\_XT1.plx  
18.03.01 Химическая технология

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

| Семестр<br>(<Курс>.<Семестр<br>на курсе>) | 8 (4.2) |       | Итого |       |
|-------------------------------------------|---------|-------|-------|-------|
| Неделя                                    | 8       |       |       |       |
| Вид занятий                               | УП      | РП    | УП    | РП    |
| Лекции                                    | 16      | 16    | 16    | 16    |
| Лабораторные                              | 16      | 16    | 16    | 16    |
| Практические                              | 8       | 8     | 8     | 8     |
| Иная контактная<br>работа                 | 0,25    | 0,25  | 0,25  | 0,25  |
| Итого ауд.                                | 40,25   | 40,25 | 40,25 | 40,25 |
| Контактная работа                         | 40,25   | 40,25 | 40,25 | 40,25 |
| Сам. работа                               | 95      | 95    | 95    | 95    |
| Часы на контроль                          | 8,75    | 8,75  | 8,75  | 8,75  |
| Итого                                     | 144     | 144   | 144   | 144   |

г. Рязань

Программу составил(и):

*к.т.н., доц., Коваленко Виктор Васильевич*

Рабочая программа дисциплины

**Технология производства печатных плат**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 922)

составлена на основании учебного плана:

18.03.01 Химическая технология

утвержденного учёным советом вуза от 25.06.2021 протокол № 10.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Химической технологии**

Протокол от 30.06.2022 г. № 5

Срок действия программы: 2021-2025 уч.г.

Зав. кафедрой Коваленко Виктор Васильевич

---

---

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

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры  
**Химической технологии**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2022 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

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

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры  
**Химической технологии**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2023 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

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

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

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

**Химической технологии**

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

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

| 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) |                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.1                                  | Цель преподавания дисциплины: обучение студента основным знаниям об технологии производства печатных плат и применению современных средств выполнения и редактирования изображений и чертежей печатных плат. |
| 1.2                                  | Задачи дисциплины:                                                                                                                                                                                           |
| 1.3                                  | - Ознакомится с современными технологиями изготовления печатных плат.                                                                                                                                        |
| 1.4                                  | – Изучить основы технологии изготовления печатных плат.                                                                                                                                                      |
| 1.5                                  |                                                                                                                                                                                                              |

| 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ |                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Цикл (раздел) ОП:                                                  | Б1.В.ДВ.01                                                                                                                                                                          |
| <b>2.1</b>                                                         | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>                                                                                                                        |
| 2.1.1                                                              | Анализ и оптимизация электрохимических систем систем                                                                                                                                |
| 2.1.2                                                              | Компьютерные технологии проектирования химических предприятий                                                                                                                       |
| 2.1.3                                                              | Коррозия и защита металлов                                                                                                                                                          |
| 2.1.4                                                              | Научно-исследовательская практика                                                                                                                                                   |
| 2.1.5                                                              | Основы научных исследований и проектирования                                                                                                                                        |
| 2.1.6                                                              | Приборы и методы исследования в электрохимии                                                                                                                                        |
| 2.1.7                                                              | Производственная практика                                                                                                                                                           |
| 2.1.8                                                              | Промышленная безопасность                                                                                                                                                           |
| 2.1.9                                                              | Ресурсосбережение электрохимического производства                                                                                                                                   |
| 2.1.10                                                             | Экологическая безопасность электрохимического производства                                                                                                                          |
| 2.1.11                                                             | Электрохимические покрытия металлами и сплавами                                                                                                                                     |
| 2.1.12                                                             | Технологическая (проектно-технологическая)                                                                                                                                          |
| 2.1.13                                                             | Теоретические основы электрохимии                                                                                                                                                   |
| 2.1.14                                                             | Метрология, стандартизация и сертификация                                                                                                                                           |
| <b>2.2</b>                                                         | <b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>                                                               |
| 2.2.1                                                              | Дисциплина «Технология производства печатных плат» является основой для изучения дисциплины «Оборудование электрохимических систем» и подготовки выпускной квалификационной работы. |

| 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>ПК-1: Обеспечивает и контролирует работу технологических объектов электрохимического производства</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |
| <b>ПК-1.1. Осуществляет технологическое обеспечение работ при изготовлении изделий с применением электрохимических и электрофизических методов обработки материалов</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |
| <b>Знать</b><br>Специфику технологических процессов с использованием ЭФХМО<br>Последовательность действий при оценке технологичности изделий машиностроения средней сложности с применением ЭХФМО<br>Характеристики рабочих жидкостей, применяемые при ЭХМО<br>Типовые процессы ЭХФМО<br><b>Уметь</b><br>Выбирать рабочие жидкости для ЭХМО и ЭФМО<br>Выбирать технологические режимы на обработку изделий машиностроения средней сложности с применением ЭХФМО используя САРР системы<br><b>Владеть</b><br>Приемами разработки маршрутной технологии изготовления изделий машиностроения с применением ЭХФМО<br>Приемами разработки технологических переходов операций изготовления изделий машиностроения с применением ЭХФМО |  |
| <b>ПК-2: Разрабатывает проекты и изучает научно-техническую информацию</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |
| <b>ПК-2.1. Проектирует, разрабатывает и рассчитывает технологическую оснастку и электроды инструменты с использованием современных информационных технологий</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Знать</b><br/>Методику расчета норм времени для технологических операций изготовления сложных изделий с применением ЭХФМО<br/>Методику и специфику расчетов технологических режимов обработки заготовок с применением ЭХФМО</p> <p><b>Уметь</b><br/>Рассчитывать технологические режимы обработки изделий машиностроения с применением ЭХМО и ЭФМО используя САПР - системы</p> <p><b>Владеть</b><br/>Способности проведение сложных технических (инженерных) расчетов для разработанной технологической оснастки для производства изделий машиностроения с применением ЭХФМО</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <p><b>ПК-2.2. Разрабатывает и согласовывает документацию для технологической оснастки и электродов - инструментов</b></p> <p><b>Знать</b><br/>Методику расчета норм времени для технологических операций изготовления сложных изделий с применением ЭХФМО<br/>Методику и специфику расчетов технологических режимов обработки заготовок с применением ЭХФМО</p> <p><b>Уметь</b><br/>Оформлять конструкторскую документацию в соответствии с государственными стандартами<br/>Согласовывать разработанную документацию на производство изделий машиностроения с применением ЭХФМО с другими подразделениями</p> <p><b>Владеть</b><br/>Приемами разработки технологической документации на технологические процессы изготовления изделий машиностроения с применением ЭХФМО</p>                                                                                                                                                                                                                        |
| <p><b>ПК-2.3. Изучает научно-техническую информацию и разрабатывает предложения по внедрению новых технологий производства с использованием ЭХФМО, технологической оснастки и электродов - инструментов</b></p> <p><b>Знать</b><br/>Нормативно-технические и руководящие документы в области технологичности</p> <p><b>Уметь</b><br/>Рекомендовать метод получения заготовки для изготовления изделий машиностроения с применением ЭХФМО<br/>Производить качественную и количественную оценку технологичности и вносить изменения в конструкцию сложных изделий машиностроения используя прикладные программы оценки технологичности конструкции<br/>Составлять заявки и комплектовать необходимую документацию для проведения сертификации и аттестации производства с применением ЭХФМО</p> <p><b>Владеть</b><br/>Способами разработки конструктивного решения на основе анализа технического задания на изготовление приспособлений для производства изделий машиностроения применением ЭХФМО</p> |

**В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен**

|            |                                                                                                                                                                                                     |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>3.1</b> | <b>Знать:</b>                                                                                                                                                                                       |
| 3.1.1      | Специфику технологических процессов с использованием ЭХФМО                                                                                                                                          |
| 3.1.2      | Последовательность действий при оценке технологичности изделий машиностроения средней сложности с применением ЭХФМО                                                                                 |
| 3.1.3      | Характеристики рабочих жидкостей, применяемые при ЭХМО                                                                                                                                              |
| 3.1.4      | Типовые процессы ЭХФМО                                                                                                                                                                              |
| 3.1.5      | Методику расчета норм времени для технологических операций изготовления сложных изделий с применением ЭХФМО                                                                                         |
| 3.1.6      | Методику и специфику расчетов технологических режимов обработки заготовок с применением ЭХФМО                                                                                                       |
| 3.1.7      | Методику расчета норм времени для технологических операций изготовления сложных изделий с применением ЭХФМО                                                                                         |
| 3.1.8      | Методику и специфику расчетов технологических режимов обработки заготовок с применением ЭХФМО                                                                                                       |
| 3.1.9      | Нормативно-технические и руководящие документы в области технологичности                                                                                                                            |
| <b>3.2</b> | <b>Уметь:</b>                                                                                                                                                                                       |
| 3.2.1      | Рекомендовать метод получения заготовки для изготовления изделий машиностроения с применением ЭХФМО                                                                                                 |
| 3.2.2      | Производить качественную и количественную оценку технологичности и вносить изменения в конструкцию сложных изделий машиностроения используя прикладные программы оценки технологичности конструкции |
| 3.2.3      | Составлять заявки и комплектовать необходимую документацию для проведения сертификации и аттестации производства с применением ЭХФМО                                                                |
| 3.2.4      | Оформлять конструкторскую документацию в соответствии с государственными стандартами                                                                                                                |
| 3.2.5      | Согласовывать разработанную документацию на производство изделий машиностроения с применением ЭХФМО с другими подразделениями                                                                       |
| 3.2.6      | Рассчитывать технологические режимы обработки изделий машиностроения с применением ЭХМО и ЭФМО используя САПР - системы                                                                             |
| 3.2.7      | Выбирать рабочие жидкости для ЭХМО и ЭФМО                                                                                                                                                           |

|            |                                                                                                                                                                              |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.2.8      | Выбирать технологические режимы на обработку изделий машиностроения средней сложности с применением ЭХФМО используя САРР системы                                             |
| <b>3.3</b> | <b>Владеть:</b>                                                                                                                                                              |
| 3.3.1      | Способами разработки конструктивного решения на основе анализа технического задания на изготовление приспособлений для производства изделий машиностроения применением ЭХФМО |
| 3.3.2      | Приемами разработки технологической документации на технологические процессы изготовления изделий машиностроения с применением ЭХФМО                                         |
| 3.3.3      | Способами проведения сложных технических (инженерных) расчетов для разработанной технологической оснастки для производства изделий машиностроения с применением ЭХФМО        |
| 3.3.4      | Приемами разработки маршрутной технологии изготовления изделий машиностроения с применением ЭХФМО                                                                            |
| 3.3.5      | Приемами разработки технологических переходов операций изготовления изделий машиностроения с применением ЭХФМО                                                               |

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/                                                      | Семестр / Курс | Часов | Компетенции                                                                                                                                  | Литература                                    | Форма контроля                                                                                                                                        |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | <b>Раздел 1. Основные характеристики печатных плат.</b>                                        |                |       |                                                                                                                                              |                                               |                                                                                                                                                       |
| 1.1         | Основные определения. Характеристика современных технологий изготовления печатных плат. /Тема/ | 8              | 0     |                                                                                                                                              |                                               | Устный опрос. Вопросы по разделу. Отчет по лабораторной работе. Отчет по практической работе. Защита лабораторной работы. Защита практической работы. |
| 1.2         | Основные характеристики печатных плат. /Лек/                                                   | 8              | 2     | ПК-1.1-3<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.3-3                                                                                                 | Л1.1 Л1.2<br>Э1 Э2                            | Устный опрос.                                                                                                                                         |
| 1.3         | Исследование характеристик печатных плат /Лаб/                                                 | 8              | 4     | ПК-1.1-3<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.1-У<br>ПК-2.1-В<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.2-У<br>ПК-2.2-В<br>ПК-2.3-3<br>ПК-2.3-У<br>ПК-2.3-В | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Э1 Э2 | Отчет по лабораторной работе. Защита лабораторной работы.                                                                                             |
| 1.4         | Исследование характеристик печатных плат /Пр/                                                  | 8              | 2     | ПК-1.1-3<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.1-У<br>ПК-2.1-В<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.2-У<br>ПК-2.2-В<br>ПК-2.3-3<br>ПК-2.3-У<br>ПК-2.3-В | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Э1 Э2 | Отчет по практической работе. Защита практической работы.                                                                                             |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |   |    |                                                                                                                                              |                                               |                                                                                                                                                       |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.5 | Изучение конспекта лекций и рекомендуемой литературы. Подготовка к зачету. /Ср/                                                                                                                                                                                                                                      | 8 | 11 | ПК-1.1-3<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.1-У<br>ПК-2.1-В<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.2-У<br>ПК-2.2-В<br>ПК-2.3-3<br>ПК-2.3-У<br>ПК-2.3-В | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Э1 Э2 | Вопросы по разделу. Отчет по лабораторной работе. Отчет по практической работе.                                                                       |
|     | <b>Раздел 2. Технологии изготовления печатных плат</b>                                                                                                                                                                                                                                                               |   |    |                                                                                                                                              |                                               |                                                                                                                                                       |
| 2.1 | Субтрактивный метод. Аддитивная технология формирования слоев методом «ПАФОС». Аддитивный метод фотоформирования (метод «Фотоформ»). Комбинированный позитивный метод (полуаддитивный метод). Метод попарного прессования печатных плат. Метод послойного наращивания. Метод металлизации сквозных отверстий. /Тема/ | 8 | 0  |                                                                                                                                              |                                               | Устный опрос. Вопросы по разделу. Отчет по лабораторной работе. Отчет по практической работе. Защита лабораторной работы. Защита практической работы. |
| 2.2 | Технологии изготовления печатных плат /Лек/                                                                                                                                                                                                                                                                          | 8 | 2  | ПК-1.1-3<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.3-3                                                                                                 | Л1.1 Л1.2<br>Э1 Э2                            | Устный опрос.                                                                                                                                         |
| 2.3 | ХИМИЧЕСКИЙ МЕТОД ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ /Лаб/                                                                                                                                                                                                                                                                    | 8 | 4  | ПК-1.1-3<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.1-У<br>ПК-2.1-В<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.2-У<br>ПК-2.2-В<br>ПК-2.3-3<br>ПК-2.3-У<br>ПК-2.3-В | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.3<br>Э1 Э2 | Отчет по лабораторной работе. Защита лабораторной работы.                                                                                             |
| 2.4 | ХИМИЧЕСКИЙ МЕТОД ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ /Пр/                                                                                                                                                                                                                                                                     | 8 | 2  | ПК-1.1-3<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.1-У<br>ПК-2.1-В<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.2-У<br>ПК-2.2-В<br>ПК-2.3-3<br>ПК-2.3-У<br>ПК-2.3-В | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.3<br>Э1 Э2 | Отчет по практической работе. Защита практической работы.                                                                                             |

|     |                                                                                                                                                                                                                          |   |    |                                                                                                                                              |                                               |                                                                                                                                                       |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2.5 | Изучение конспекта лекций и рекомендуемой литературы. Подготовка к зачету. /Ср/                                                                                                                                          | 8 | 12 | ПК-1.1-3<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.1-У<br>ПК-2.1-В<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.2-У<br>ПК-2.2-В<br>ПК-2.3-3<br>ПК-2.3-У<br>ПК-2.3-В | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.3<br>Э1 Э2 | Вопросы по разделу. Отчет по лабораторной работе. Отчет по практической работе.                                                                       |
|     | <b>Раздел 3. Материалы для изготовления печатных плат.</b>                                                                                                                                                               |   |    |                                                                                                                                              |                                               |                                                                                                                                                       |
| 3.1 | Базовые и расходные материалы для изготовления ПП. Материалы для изготовления ОПП, ДПП и МПП. Проводниковые материалы для изготовления ГПП, ГПК и ГЖП. Защитные покрытия ГПП, ГПК и ГЖП. Адгезивы ГПП, ГПК и ГЖП. /Тема/ | 8 | 0  |                                                                                                                                              |                                               | Устный опрос. Вопросы по разделу.                                                                                                                     |
| 3.2 | Материалы для изготовления печатных плат. /Лек/                                                                                                                                                                          | 8 | 2  | ПК-1.1-3<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.3-3                                                                                                 | Л1.1 Л1.2<br>Э1 Э2                            | Устный опрос.                                                                                                                                         |
| 3.3 | Изучение конспекта лекций и рекомендуемой литературы. Подготовка к зачету. /Ср/                                                                                                                                          | 8 | 12 | ПК-1.1-3<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.1-У<br>ПК-2.1-В<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.2-У<br>ПК-2.2-В<br>ПК-2.3-3<br>ПК-2.3-У<br>ПК-2.3-В | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2        | Вопросы по разделу.                                                                                                                                   |
|     | <b>Раздел 4. Фотохимический способ нанесения защитного рельефа (фотолитография) и травление меди с пробельных мест.</b>                                                                                                  |   |    |                                                                                                                                              |                                               |                                                                                                                                                       |
| 4.1 | Фотолитография. Травление меди с пробельных мест. Оплавление сплава олово–свинец. /Тема/                                                                                                                                 | 8 | 0  |                                                                                                                                              |                                               | Устный опрос. Вопросы по разделу. Отчет по лабораторной работе. Отчет по практической работе. Защита лабораторной работы. Защита практической работы. |
| 4.2 | Фотохимический способ нанесения защитного рельефа и травление меди с пробельных мест. /Лек/                                                                                                                              | 8 | 2  | ПК-1.1-3<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.3-3                                                                                                 | Л1.1 Л1.2<br>Э1 Э2                            | Устный опрос.                                                                                                                                         |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |   |    |                                                                                                                                              |                                               |                                                                                                      |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4.3 | ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ПОЛУЧЕНИЯ<br>РИСУНКА ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ /Лаб/                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 8 | 4  | ПК-1.1-3<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.1-У<br>ПК-2.1-В<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.2-У<br>ПК-2.2-В<br>ПК-2.3-3<br>ПК-2.3-У<br>ПК-2.3-В | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.4<br>Э1 Э2 | Отчет по<br>лабораторной<br>работе.<br>Защита<br>лабораторной<br>работы.                             |
| 4.4 | ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ПОЛУЧЕНИЯ<br>РИСУНКА ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ /Пр/                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 8 | 2  | ПК-1.1-3<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.1-У<br>ПК-2.1-В<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.2-У<br>ПК-2.2-В<br>ПК-2.3-3<br>ПК-2.3-У<br>ПК-2.3-В | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.4<br>Э1 Э2 | Отчет по<br>практической<br>работе.<br>Защита<br>практической<br>работы.                             |
| 4.5 | Изучение конспекта лекций и рекомендуемой<br>литературы. Подготовка к зачету. /Ср/                                                                                                                                                                                                                                                             | 8 | 12 | ПК-1.1-3<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.1-У<br>ПК-2.1-В<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.2-У<br>ПК-2.2-В<br>ПК-2.3-3<br>ПК-2.3-У<br>ПК-2.3-В | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.4<br>Э1 Э2 | Вопросы по<br>разделу. Отчет<br>по<br>лабораторной<br>работе. Отчет<br>по<br>практической<br>работе. |
|     | <b>Раздел 5. Подготовка поверхностей в<br/>производстве печатных плат.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                     |   |    |                                                                                                                                              |                                               |                                                                                                      |
| 5.1 | Характеристики различных видов подготовки<br>поверхности<br>и отверстий заготовок ПП. Механическая<br>подготовка поверхности ПП. Химическая<br>подготовка поверхности ПП. Комбинированная<br>подготовка поверхности ПП.<br>Электрохимическая подготовка поверхности<br>ПП. Плазмохимическое травление поверхности<br>ПП и отверстий.<br>/Тема/ | 8 | 0  |                                                                                                                                              |                                               | Устный<br>опрос.Вопрос<br>ы по разделу.                                                              |
| 5.2 | Подготовка поверхностей в производстве<br>печатных плат. /Лек/                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 8 | 2  | ПК-1.1-3<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.3-3                                                                                                 | Л1.1 Л1.2<br>Э1 Э2                            | Устный опрос.                                                                                        |
| 5.3 | Изучение конспекта лекций и рекомендуемой<br>литературы. Подготовка к зачету. /Ср/                                                                                                                                                                                                                                                             | 8 | 12 | ПК-1.1-3<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.1-У<br>ПК-2.1-В<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.2-У<br>ПК-2.2-В<br>ПК-2.3-3<br>ПК-2.3-У<br>ПК-2.3-В | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2        | Вопросы по<br>разделу.                                                                               |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |   |    |                                                                                                                                              |                                        |                                   |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------|
|     | <b>Раздел 6. Активация диэлектрических материалов перед химической металлизацией.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |   |    |                                                                                                                                              |                                        |                                   |
| 6.1 | Стадии и растворы, применяемые для химической подготовки поверхности диэлектрических материалов перед ее активированием. Особенности травления эпоксикаучукового адгезивного слоя. Подготовка поверхности фольги. Активация поверхности диэлектрических материалов перед химической металлизацией. Беспалладиевая активация поверхности. Фотохимическая активация поверхности. Технологические режимы приготовления фотокомпозиции, подготовки поверхности диэлектрика, нанесения фотоактиватора и процесса экспонирования. Механизм процесса фотовосстановления меди (II) в твердой фазе на поверхности диэлектрика. Активация поверхности диэлектрика растворами на основе палладия и олова. /Тема/ | 8 | 0  |                                                                                                                                              |                                        | Устный опрос. Вопросы по разделу. |
| 6.2 | Активация диэлектрических материалов перед химической металлизацией. /Лек/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 8 | 2  | ПК-1.1-3<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.3-3                                                                                                 | Л1.1 Л1.2<br>Э1 Э2                     | Устный опрос.                     |
| 6.3 | Изучение конспекта лекций и рекомендуемой литературы. Подготовка к зачету. /Ср/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 8 | 12 | ПК-1.1-3<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.1-У<br>ПК-2.1-В<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.2-У<br>ПК-2.2-В<br>ПК-2.3-3<br>ПК-2.3-У<br>ПК-2.3-В | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2 | Вопросы по разделу.               |
|     | <b>Раздел 7. Металлизация в производстве печатных плат.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |   |    |                                                                                                                                              |                                        |                                   |
| 7.1 | Общие сведения и характеристики процесса металлизации. Химическое меднение. Формирование состава раствора химического меднения. Приготовление и корректирование растворов химического меднения. Утилизация дорогостоящих реактивов. Природа дефектов при химической металлизации. Практика химического меднения. Химическое никелирование /Тема/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 8 | 0  |                                                                                                                                              |                                        | Устный опрос. Вопросы по разделу. |
| 7.2 | Металлизация в производстве печатных плат. /Лек/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 8 | 2  | ПК-1.1-3<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.3-3                                                                                                 | Л1.1 Л1.2<br>Э1 Э2                     | Устный опрос.                     |
| 7.3 | Изучение конспекта лекций и рекомендуемой литературы. Подготовка к зачету. /Ср/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 8 | 12 | ПК-1.1-3<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.1-У<br>ПК-2.1-В<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.2-У<br>ПК-2.2-В<br>ПК-2.3-3<br>ПК-2.3-У<br>ПК-2.3-В | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2 | Вопросы по разделу.               |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |   |      |                                                                                                                                              |                                                                    |                                                                                                                                                       |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | <b>Раздел 8. Электрохимическая металлизация.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |   |      |                                                                                                                                              |                                                                    |                                                                                                                                                       |
| 8.1 | Электрохимическая металлизация. Законы электрохимической металлизации<br>Гальваническая металлизация при производстве ПП. Гальваническое меднение. .<br>Другие гальванические покрытия. Электролиты в производстве печатных плат. Электролиты меднения. Электролиты осаждения сплава олово–свинец. Оборудование для металлизации печатных плат. /Тема/ | 8 | 0    |                                                                                                                                              |                                                                    | Устный опрос. Вопросы по разделу. Отчет по лабораторной работе. Отчет по практической работе. Защита лабораторной работы. Защита практической работы. |
| 8.2 | Металлизация в производстве печатных плат.<br>/Лек/                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 8 | 2    | ПК-1.1-3<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.3-3                                                                                                 | Л1.1 Л1.2<br>Э1 Э2                                                 | Устный опрос.                                                                                                                                         |
| 8.3 | Исследование электролитического способа металлизации отверстий в печатных платах /Лаб/                                                                                                                                                                                                                                                                 | 8 | 4    | ПК-1.1-3<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.1-У<br>ПК-2.1-В<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.2-У<br>ПК-2.2-В<br>ПК-2.3-3<br>ПК-2.3-У<br>ПК-2.3-В | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.2<br>Э1 Э2                      | Отчет по лабораторной работе. Защита лабораторной работы.                                                                                             |
| 8.4 | Исследование электролитического способа металлизации отверстий в печатных платах /Пр/                                                                                                                                                                                                                                                                  | 8 | 2    | ПК-1.1-3<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.1-У<br>ПК-2.1-В<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.2-У<br>ПК-2.2-В<br>ПК-2.3-3<br>ПК-2.3-У<br>ПК-2.3-В | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.2<br>Э1 Э2                      | Отчет по практической работе. Защита практической работы.                                                                                             |
| 8.5 | Изучение конспекта лекций и рекомендуемой литературы. Подготовка к зачету. /Ср/                                                                                                                                                                                                                                                                        | 8 | 12   | ПК-1.1-3<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.1-У<br>ПК-2.1-В<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.2-У<br>ПК-2.2-В<br>ПК-2.3-3<br>ПК-2.3-У<br>ПК-2.3-В | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.2<br>Э1 Э2                      | Вопросы по разделу. Отчет по лабораторной работе. Отчет по практической работе.                                                                       |
|     | <b>Раздел 9. Промежуточная аттестация</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |   |      |                                                                                                                                              |                                                                    |                                                                                                                                                       |
| 9.1 | Зачет /Тема/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 8 | 0    |                                                                                                                                              |                                                                    |                                                                                                                                                       |
| 9.2 | Подготовка к зачету /Зачёт/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 8 | 8,75 |                                                                                                                                              | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.4<br>Э1 Э2 |                                                                                                                                                       |

|     |                    |   |      |  |       |  |
|-----|--------------------|---|------|--|-------|--|
| 9.3 | Сдача зачета /ИКР/ | 8 | 0,25 |  | Э1 Э2 |  |
|-----|--------------------|---|------|--|-------|--|

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

Фонд оценочных средств приведен в Приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Оценочные материалы по дисциплине «Технология производства печатных плат»).

### 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 | Брусницына Л. А.,<br>Степановских Е. И.,<br>Марков В. Ф. | Технология изготовления печатных плат : учебное пособие | Екатеринбург:<br>Уральский<br>федеральный<br>университет,<br>ЭБС АСВ,<br>2015, 200 с. | 978-5-7996-<br>1380-8,<br><a href="http://www.iprbookshop.ru/66137.html">http://www.iprbookshop.ru/66137.html</a> |
| Л1.2 | Юрков Н. К.                                              | Технология производства электронных средств             | Санкт-Петербург:<br>Лань, 2021,<br>480 с.                                             | 978-5-8114-<br>1552-6,<br><a href="https://e.lanbook.com/book/168617">https://e.lanbook.com/book/168617</a>       |

##### 6.1.2. Дополнительная литература

| №    | Авторы, составители                                 | Заглавие                                                                                          | Издательство, год                                                                                                  | Количество/название ЭБС                                                                                           |
|------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Л2.1 | Кручинин В. В.,<br>Тановицкий Ю. Н.,<br>Хомич С. Л. | Компьютерные технологии в науке, образовании и производстве электронной техники : учебное пособие | Томск:<br>Томский<br>государственный<br>университет<br>систем<br>управления и<br>радиоэлектроники,<br>2012, 155 с. | 2227-8397,<br><a href="http://www.iprbookshop.ru/13941.html">http://www.iprbookshop.ru/13941.html</a>             |
| Л2.2 | Уваров А. С.                                        | P-CAD 2000, ACCEL EDA. Конструирование печатных плат                                              | Саратов:<br>Профобразование,<br>2019, 322 с.                                                                       | 978-5-4488-<br>0067-2,<br><a href="http://www.iprbookshop.ru/87982.html">http://www.iprbookshop.ru/87982.html</a> |
| Л2.3 | Ёлшин Ю. М.                                         | Инновационные методы проектирования печатных плат на базе САПР P-CAD 200x                         | Москва:<br>СОЛОН-Пресс,<br>2018,<br>464 с.                                                                         | 978-5-91359-<br>196-8,<br><a href="http://www.iprbookshop.ru/90329.html">http://www.iprbookshop.ru/90329.html</a> |

##### 6.1.3. Методические разработки

| №    | Авторы, составители                                             | Заглавие                                                                                                      | Издательство, год     | Количество/название ЭБС |
|------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| Л3.1 | Кудрявцев Ю.Я.,<br>Моков Л.М.,<br>Паречин В.И.,<br>Рязанов В.И. | Исследование характеристик печатных плат : Метод.указ.к лаб.работе N7                                         | Рязань, 1994,<br>12с. | , 1                     |
| Л3.2 | Круглякова И.А.,<br>Рязанов В.И.                                | Исследование электролитического способа металлизации отверстий в печатных платах : Метод.указ.к лаб.работе N2 | Рязань, 2006,<br>16с. | , 1                     |

| №    | Авторы, составители                                 | Заглавие                                                                              | Издательство, год  | Количество/название ЭБС |
|------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------|
| ЛЗ.3 | Царева А.В., Шевченко В.Ф., Сускин В.В., Бойко О.А. | Химический метод изготовления печатных плат : метод. указ. к лаб. работе №3           | Рязань, 2010, 16с. | , 1                     |
| ЛЗ.4 | Сускин В.В., Царева А.В., Шевченко В.Ф., Бойко О.А. | Исследование способов получения рисунка печатных плат : метод. указ. к лаб. работе №1 | Рязань, 2010, 16с. | , 1                     |

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

|    |                                                                                                                               |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Э1 | Электронно-библиотечная система «Лань», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля.                                 |
| Э2 | Электронно-библиотечная система «IPRbooks», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля, из сети интернет 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                                         |
|------------------------------|--------------------------------------------------|
| Операционная система Windows | Коммерческая лицензия                            |
| Kaspersky Endpoint Security  | Коммерческая лицензия                            |
| Adobe Acrobat Reader         | Свободное ПО                                     |
| OpenOffice                   | Свободное ПО                                     |
| T-Flex CAD 15                | учебная версия для некоммерческого использования |
| Microsoft Visio              | Коммерческая лицензия                            |
| Microsoft Office             | Коммерческая лицензия                            |

### 6.3.2 Перечень информационных справочных систем

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

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 321 учебно-административный корпус. учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 44 места, проектор Optima EW775, экран, маркерная доска, место для преподавателя, оснащенное компьютером, жидкостный хромо-тограф Стайер и ИК Фурье-спектрометр ФСМ2202                                                                                                                                           |
| 2 | 326 учебно-административный корпус. учебная лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием, помещение для хранения учебного оборудования Панель LCD Philips, маркерная доска, место для преподавателя, оснащенное компьютером (Intel Core i5/4Gb), вытяжные шкафы, дистиллятор ДЭ-4-02 "ЭМО", набор лабораторной посуды для индивидуальной работы, реактивы, необходимые для выполнения работ, шкаф сушильный SNOL 58/350 LFN, весы OHAUS PA 214, аналитические с поверкой, весы OHAUS TA 152 в комплекте с гирей |
| 3 | 328 учебно-административный корпус. 11 рабочих мест (компьютерный класс (Intel Core i5/4Gb)) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Методические указания приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины

Подписано заведующим кафедры

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Коваленко Виктор Васильевич, Заведующий кафедрой ХТ  
16.02.2023 18:12 (MSK), Простая подпись

Подписано заведующим выпускающей кафедры

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Коваленко Виктор Васильевич, Заведующий кафедрой ХТ  
16.02.2023 18:13 (MSK), Простая подпись

Подписано проректором по УР

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Корячко Алексей Вячеславович, Проректор по учебной работе  
27.02.2023 10:28 (MSK), Простая подпись