

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

Аналитические приборы и методы в электронике
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Промышленной электроники**
Учебный план 11.03.04_22_00.plx
11.03.04 Электроника и нанoeлектроника
Квалификация **бакалавр**
Форма обучения **очная**
Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>) | 7 (4.1) | | Итого | |
|---|---------|-------|-------|-------|
| | 16 | | | |
| Неделя | 16 | | | |
| Вид занятий | уп | рп | уп | рп |
| Лекции | 24 | 24 | 24 | 24 |
| Практические | 24 | 24 | 24 | 24 |
| Иная контактная работа | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| Итого ауд. | 48,25 | 48,25 | 48,25 | 48,25 |
| Контактная работа | 48,25 | 48,25 | 48,25 | 48,25 |
| Сам. работа | 51 | 51 | 51 | 51 |
| Часы на контроль | 8,75 | 8,75 | 8,75 | 8,75 |
| Итого | 108 | 108 | 108 | 108 |

г. Рязань

Программу составил(и):

д. физ-мат.н., проф., Трубицын Андрей Афанасьевич

Рабочая программа дисциплины

Аналитические приборы и методы в электронике

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 927)

составлена на основании учебного плана:

11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

утвержденного учёным советом вуза от 28.01.2022 протокол № 6.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Промышленной электроники

Протокол от 07.06.2022 г. № 12

Срок действия программы: 2022-2026 уч.г.

Зав. кафедрой Круглов Сергей Александрович

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры
Промышленной электроники

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
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 _____

| 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) | |
|--------------------------------------|---|
| 1.1 | Целью является изучение методов прикладной математики моделирования физических процессов. |
| 1.2 | Задачи дисциплины: |
| 1.3 | <input type="checkbox"/> получение теоретических знаний о методах прикладной математики; |
| 1.4 | <input type="checkbox"/> приобретение практических навыков в применении методов прикладной математики; |
| 1.5 | <input type="checkbox"/> разработка и применение компьютерных программ моделирования электронных устройств, физических процессов и явлений; |
| 1.6 | <input type="checkbox"/> реализация технических заданий на проведение моделирования приборов электроники |

| 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ | |
|--|---|
| Цикл (раздел) ОП: | Б1.В |
| 2.1 | Требования к предварительной подготовке обучающегося: |
| 2.1.1 | Схемотехника |
| 2.1.2 | Тепловые процессы в электронике |
| 2.1.3 | Электромагнитные поля и волны. Ч.2 |
| 2.1.4 | Твердотельная электроника |
| 2.1.5 | Технологические процессы нанoeлектроники |
| 2.1.6 | Цифровая обработка сигналов в электронных устройствах |
| 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 |
| 2.2.3 | Производственная практика |
| 2.2.4 | САПР устройств электроники |
| 2.2.5 | Тонкопленочные структуры в электронике |
| 2.2.6 | Физические основы методов анализа вещества |

| 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) | |
|--|--|
| ПК-2: Способен анализировать, систематизировать и обобщать результаты исследований приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения | |
| ПК-2.1. Анализирует научные данные, результаты экспериментов и наблюдений | |
| Знать как анализировать научные данные, результаты экспериментов и наблюдений | |
| Уметь анализировать научные данные, результаты экспериментов и наблюдений | |
| Владеть умением анализировать научные данные, результаты экспериментов и наблюдений | |
| ПК-2.2. Систематизирует и обобщает результаты исследований приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, представляет материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций | |
| Знать как систематизировать и обобщать результаты исследований приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций | |
| Уметь систематизировать и обобщать результаты исследований приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций | |
| Владеть систематизацией и обобщением результатов исследований приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, представлением материалов в виде научных отчетов, публикаций, презентаций | |

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

| | |
|------------|---|
| 3.1 | Знать: |
| 3.1.1 | проблемы применения методов экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок; |
| 3.2 | Уметь: |

| | |
|------------|---|
| 3.2.1 | оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности предлагаемых методик экспериментального исследования параметров установок; |
| 3.3 | Владеть: |
| 3.3.1 | навыками по оценке риска рекомендуемых методик |

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/ | Семестр / Курс | Часов | Компетенции | Литература | Форма контроля |
|-------------|---|----------------|-------|--|------------|----------------|
| | Раздел 1. Спектроскопия обратно рассеянных ионов низких энергий | | | | | |
| 1.1 | Сущность масс-спектрометрического метода и решаемые задачи. Принцип масс-анализа. Типы масс-анализаторов. /Тема/ | 7 | 0 | | | |
| 1.2 | лекция 1 /Лек/ | 7 | 2 | ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | | |
| 1.3 | занятие 1 /Пр/ | 7 | 2 | ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | | |
| 1.4 | /Ср/ | 7 | 4 | ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | | |
| 1.5 | Количественный анализ. Качественный анализ. Конструкция спектрометра Основные узлы спектрометра. Характеристики метода /Тема/ | 7 | 0 | | | |
| 1.6 | лекция 2 /Лек/ | 7 | 2 | ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | | |
| 1.7 | занятие 2 /Пр/ | 7 | 2 | ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | | |
| 1.8 | /Ср/ | 7 | 4 | ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | | |
| | Раздел 2. Масс-спектрометрия вторичных ионов | | | | | |
| 2.1 | Сущность масс-спектрометрического метода и решаемые задачи. Принцип масс-анализа. Типы масс-анализаторов. /Тема/ | 7 | 0 | | | |
| 2.2 | лекция 1 /Лек/ | 7 | 2 | ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | | |

| | | | | | | |
|-----|---|---|---|--|--|--|
| 2.3 | занятие 1 /Пр/ | 7 | 2 | ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | | |
| 2.4 | /Ср/ | 7 | 4 | ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | | |
| 2.5 | Количественный анализ. Качественный анализ. Конструкция спектрометра Основные узлы спектрометра. Характеристики метода /Тема/ | 7 | 0 | | | |
| 2.6 | лекция 2 /Лек/ | 7 | 2 | ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | | |
| 2.7 | занятие 2 /Пр/ | 7 | 2 | ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | | |
| 2.8 | /Ср/ | 7 | 4 | ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | | |
| | Раздел 3. Дифракция рентгеновских лучей | | | | | |
| 3.1 | Дифракционные методы исследования. Типы кристаллических решеток. Индексы Миллера. /Тема/ | 7 | 0 | | | |
| 3.2 | лекция 1 /Лек/ | 7 | 2 | ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | | |
| 3.3 | занятие 1 /Пр/ | 7 | 2 | ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | | |
| 3.4 | /Ср/ | 7 | 4 | ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | | |
| 3.5 | Дифракция рентгеновских лучей. Условия Лауэ. Условие Вульфа-Брэгга. Рентгеноструктурный анализ. /Тема/ | 7 | 0 | | | |
| 3.6 | лекция 2 /Лек/ | 7 | 2 | ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|--|--|--|
| 3.7 | занятие 2 /Пр/ | 7 | 2 | ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | | |
| 3.8 | /Ср/ | 7 | 4 | ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | | |
| Раздел 4. Дифракция медленных электронов | | | | | | |
| 4.1 | Электронная пушка. Дифрактометр медленных электронов. Физические основы метода. /Тема/ | 7 | 0 | | | |
| 4.2 | лекция 1 /Лек/ | 7 | 2 | ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | | |
| 4.3 | занятие 1 /Пр/ | 7 | 2 | ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | | |
| 4.4 | /Ср/ | 7 | 5 | ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | | |
| 4.5 | Уравнение дифракции медленных электронов. Методы расшифровки дифракционных картин. /Тема/ | 7 | 0 | | | |
| 4.6 | лекция 2 /Лек/ | 7 | 2 | ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | | |
| 4.7 | занятие 2 /Пр/ | 7 | 2 | ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | | |
| 4.8 | /Ср/ | 7 | 4 | ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | | |
| Раздел 5. Электронная оже-спектроскопия | | | | | | |
| 5.1 | Распределение вторичных электронов по энергиям. Типы энергоанализаторов электронов. Цилиндрический зеркальный анализатор /Тема/ | 7 | 0 | | | |
| 5.2 | лекция 1 /Лек/ | 7 | 2 | ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | | |

| | | | | | | |
|-----|--|---|---|--|--|--|
| 5.3 | занятие 1 /Пр/ | 7 | 2 | ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | | |
| 5.4 | /Ср/ | 7 | 5 | ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | | |
| 5.5 | Физика Оже-процесса. Оже-спектрометр. Количественная Оже-спектроскопия. /Тема/ | 7 | 0 | | | |
| 5.6 | лекция 2 /Лек/ | 7 | 2 | ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | | |
| 5.7 | занятие 2 /Пр/ | 7 | 2 | ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | | |
| 5.8 | /Ср/ | 7 | 4 | ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | | |
| | Раздел 6. Фотоэлектронная спектроскопия | | | | | |
| 6.1 | История метода. Полусферический анализатор энергий электронов. Физические основы метода. /Тема/ | 7 | 0 | | | |
| 6.2 | лекция 1 /Лек/ | 7 | 2 | ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | | |
| 6.3 | занятие 1 /Пр/ | 7 | 2 | ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | | |
| 6.4 | /Ср/ | 7 | 5 | ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | | |
| 6.5 | Фотоэлектронный спектрометр. Обозначение фотоэлектронных линий. Ширина фотоэлектронной линии. /Тема/ | 7 | 0 | | | |
| 6.6 | лекция 2 /Лек/ | 7 | 2 | ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | | |

| | | | | | | |
|------|----------------|---|------|--|--|--|
| 6.7 | занятие 2 /Пр/ | 7 | 2 | ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | | |
| 6.8 | /Ср/ | 7 | 4 | ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В | | |
| 6.9 | /ИКР/ | 7 | 0,25 | | | |
| 6.10 | /Зачёт/ | 7 | 8,75 | | | |

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

«Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Оценочные материалы по дисциплине «Аналитические приборы и методы в электронике»»).

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

6.1. Рекомендуемая литература

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1

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 |
|--------------------------------|---|
| MATLAB R2010b | Бессрочно. Matlab License 666252 |
| Mathcad University Classroom | Бессрочно. Лицензия на ПО PKG-7517-LN, SON – 2469998, SCN – 8A1365510 |
| Операционная система Windows 7 | Лицензионное ПО |

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

| | |
|---------|---|
| 6.3.2.1 | Система КонсультантПлюс http://www.consultant.ru |
| 6.3.2.2 | Информационно-правовой портал ГАРАНТ.РУ http://www.garant.ru |

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| | |
|---|---|
| 1 | 109 лабораторный корпус. учебная аудитория для проведения учебных занятий Специализированная мебель (60 посадочных мест), магнитно-маркерная доска. Мультимедиа проектор, 1 экран. ПК. |
| 2 | 214 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 дисциплины «Аналитические приборы и методы в электронике»»).

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЮЩИМ
КАФЕДРЫ**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Круглов Сергей
Александрович, Заведующий кафедрой ПЭЛ**27.09.23** 11:47 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЮЩИМ
ВЫПУСКАЮЩЕЙ
КАФЕДРЫ**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Круглов Сергей
Александрович, Заведующий кафедрой ПЭЛ**27.09.23** 11:47 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО
ПРОРЕКТОРОМ ПО УР**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Корячко Алексей
Вячеславович, Проректор по учебной работе**27.09.23** 13:21 (MSK)

Простая подпись