

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

**Методы исследования состава вещества**  
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	<b>Промышленной электроники</b>
Учебный план	11.04.04_24_00.plx 11.04.04 Электроника и наноэлектроника
Квалификация	<b>магистр</b>
Форма обучения	<b>очная</b>
Общая трудоемкость	<b>4 ЗЕТ</b>

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	2 (1.2)		Итого	
	16			
Неделя	16			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	16	16	16	16
Лабораторные	8	8	8	8
Практические	16	16	16	16
Иная контактная работа	0,35	0,35	0,35	0,35
Консультирован ие перед экзаменом и практикой	2	2	2	2
Итого ауд.	42,35	42,35	42,35	42,35
Контактная работа	42,35	42,35	42,35	42,35
Сам. работа	57	57	57	57
Часы на контроль	44,65	44,65	44,65	44,65
Итого	144	144	144	144

г. Рязань

Программу составил(и):

*к.т.н., доц., Гололобов Геннадий Петрович*

Рабочая программа дисциплины

**Методы исследования состава вещества**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника (приказ Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 959)

составлена на основании учебного плана:

11.04.04 Электроника и наноэлектроника

утвержденного учёным советом вуза от 26.01.2024 протокол № 8.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Промышленной электроники**

Протокол от 16.05.2024 г. № 11

Срок действия программы: 2024/2028 уч.г.

Зав. кафедрой Круглов Сергей Александрович

---

---

**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 \_\_\_\_\_

---

---

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

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры

**Промышленной электроники**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2028 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

<b>1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
1.1	Целью освоения дисциплины «Методы исследования состава и структуры поверхности» является формирование у будущих специалистов твердых теоретических знаний и практических навыков в части изучения основ электрохимических и физико-химических методов анализа поверхности металлов и сплавов применительно к химии, теоретической и прикладной электрохимии, материаловедению; в выработке умения выбрать оптимальную методику анализа и грамотно оценить полученный результат.
1.2	Задачи дисциплины:
1.3	1) получение и закрепление теоретических и практических знаний в области физических и физико-химических явлений и процессов, лежащих в основе наиболее важных методов исследования состава, структуры и свойств материалов и покрытий и явлений в них;
1.4	2) понимание принципов устройства и работы типовых приборов и аппаратуры, используемых в данных методах, способов приготовления и подготовки образцов, обработки и анализа регистрируемых характеристик и источников возможных ошибок, определения точности экспериментов и их ограничений;
1.5	3) приобретение знаний и навыков по оценке возможностей методов и их практическому использованию в исследовании материалов и покрытий различной природы, процессов и явлений в них.

<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>	
Цикл (раздел) ОП:	
2.1	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.2	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Высоковольтная импульсная техника
2.2.2	Научно-исследовательская работа (часть 2)
2.2.3	Производственная практика
2.2.4	Современные методы анализа в научных исследованиях
2.2.5	Физические основы технологии производства приборов и устройств электроники
2.2.6	Электронные системы коммуникации и управления
2.2.7	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
2.2.8	Преддипломная практика
2.2.9	Современные технологии производства электронных устройств

<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
<b>ПК-2: Способен формировать новые направления научных исследований и опытно-конструкторских разработок</b>	
<b>ПК-2.1. Проведит анализ новых направлений исследований в соответствующей области знаний</b>	
<b>Знать</b>	Основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации.
<b>Уметь</b>	Выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования.
<b>Владеть</b>	Способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений.
<b>ПК-2.2. Проводит обоснование перспектив проведения исследований в соответствующей области знаний</b>	
<b>Знать</b>	Методы и способы разработки технических заданий для проектирования технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники.
<b>Уметь</b>	Применять методы разработки технических заданий для проектирования технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники.
<b>Владеть</b>	Навыками по применению методов и способов разработки технических заданий для проектирования технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники.

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

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	Знать основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	Выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования.
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>

3.3.1	Применения методов и способов разработки технических заданий для проектирования технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники.
-------	--

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Форма контроля
	<b>Раздел 1. Введение в дисциплину.</b>					
1.1	Цели и задачи дисциплины. Значение современных методов исследования структуры, их классификация. /Тема/	2	0			
1.2	Лекция 1 /Лек/	2	2	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У	Л1.2 Л1.3 Л1.6Л2.2 Л2.3Л3.2 Э1	
1.3	Основные методы структурного анализа. Физические явления и принципы, лежащие в основе методов структурного анализа и контроля качества материалов. Классификация механических и физических свойств материалов. /Тема/	2	0			
1.4	Лекция 2 /Лек/	2	2	ПК-2.1-3	Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.2 Э2	
	<b>Раздел 2. Оптическая металлография.</b>					
2.1	Основные типы металлографических микроскопов. Разрешающая способность и увеличение металлографического микроскопа. /Тема/	2	0			
2.2	Лекция 1 /Лек/	2	2	ПК-2.1-3	Л1.3 Л1.4 Л1.5Л3.2 Э1	
2.3	Лабораторная работа 1 /Лаб/	2	4	ПК-2.1-3 ПК-2.1-В	Л1.2Л3.1 Л3.2 Э2	
2.4	Дефекты изображения при работе с металлографическим микроскопом. Объективы и окуляры для металлографических микроскопов. Основные методы металлографических исследований. /Тема/	2	0			
2.5	Лекция 2 /Лек/	2	2	ПК-2.1-3	Л1.4Л2.2Л3.1 Э3	
2.6	Самостоятельная работа /Ср/	2	14	ПК-2.1-3	Л1.4Л3.1 Л3.5 Э3	
	<b>Раздел 3. Растровая электронная микроскопия.</b>					
3.1	Особенности растрового электронного микроскопа. Подготовка образцов для исследования. Применение растровой электронной микроскопии. /Тема/	2	0			
3.2	Лекция 1 /Лек/	2	2	ПК-2.1-3	Л1.3Л2.2Л3.2 Э3	
3.3	Лабораторная работа 1 /Лаб/	2	2	ПК-2.1-3 ПК-2.1-В	Л1.1 Л1.4Л2.2 Э3	
3.4	Упражнение 1 /Пр/	2	4	ПК-2.1-3 ПК-2.1-В	Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1	
	<b>Раздел 4. Сканирующая зондовая микроскопия.</b>					

4.1	Перспективы развития сканирующей зондовой микроскопии. Сканирующая туннельная микроскопия. Зонды для туннельной микроскопии. /Тема/	2	0			
4.2	Лекция 1 /Лек/	2	2	ПК-2.1-3	Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.3 Э1	
4.3	Упражнение 1 /Пр/	2	4	ПК-2.1-3 ПК-2.1-В	Л1.4Л2.3Л3. 2 Э1	
4.4	Атомно-силовая микроскопия. Перемещение пьезосканеров. Устранение дефектов при работе зондовых микроскопов. /Тема/	2	0			
4.5	Лекция 2 /Лек/	2	2	ПК-2.1-3	Л1.3 Л1.6Л3.4 Э1	
4.6	Лабораторная работа 2 /Лаб/	2	2	ПК-2.1-3 ПК-2.1-В	Л1.6Л2.1Л3. 2 Э1 Э2	
<b>Раздел 5. Энергодисперсионная рентгеновская спектроскопия.</b>						
5.1	Принципы метода. Устройство рентгеновского энергодисперсионного спектрометра. /Тема/	2	0			
5.2	Лекция 1 /Лек/	2	2	ПК-2.1-3	Л2.2 Л2.3Л3.2 Э1 Э2	
5.3	Характеристики и возможности энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии. Техника применения энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии. /Тема/	2	0			
5.4	Самостоятельная работа /Ср/	2	17	ПК-2.1-3 ПК-2.1-В	Л1.5Л3.1 Л3.2 Э1	
5.5	Упражнение 1 /Пр/	2	4	ПК-2.1-3	Л1.3Л2.3Л3. 2 Э2	
5.6	Контактная работа /ИКР/	2	0,35	ПК-2.1-3	Л1.4Л2.2Л3. 2 Э1 Э2	
5.7	Контрольная работа /Экзамен/	2	16	ПК-2.1-3	Л1.3Л2.2Л3. 2 Э1	
<b>Раздел 6. Методы измерения удельного электрического сопротивления.</b>						
6.1	Методы измерения электрического сопротивления. /Тема/	2	0			
6.2	Самостоятельная работа /Ср/	2	18	ПК-2.1-3	Л1.2 Л1.3Л3.2 Э3	
6.3	Метод вольтметра-амперметра. Мостовые методы измерения электросопротивления. Компенсационный метод. Измерения электрического сопротивления бесконтактными методами. /Тема/	2	0			
6.4	Самостоятельная работа /Ср/	2	8	ПК-2.1-3	Л1.1 Л1.5Л3.1 Э1	
6.5	Упражнение 1 /Пр/	2	4	ПК-2.1-3 ПК-2.1-В	Л1.3Л2.3Л3. 2 Э1	

6.6	Консультация /Кнс/	2	2	ПК-2.1-3	Л1.1Л3.1 Л3.5 Э1 Э2	
6.7	Экзамен /Экзамен/	2	28,65	ПК-2.1-3	Л1.3Л2.1Л3. 3 Э3	

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

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Оценочные материалы по дисциплине «Методы исследования состава и структуры поверхности»).

### 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	Ханнинк Р.	Наноструктурные материалы : учебное пособие	Москва: Техносфера, 2009, 488 с.	978-5-94836-221-2, <a href="http://www.iprbookshop.ru/12730.html">http://www.iprbookshop.ru/12730.html</a>
Л1.2	Растворова И. И., Терехов В. Г., Растворова И. И.	Электроника и наноэлектроника : учебное пособие	Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский горный университет, 2016, 205 с.	978-5-94211-763-4, <a href="http://www.iprbookshop.ru/71712.html">http://www.iprbookshop.ru/71712.html</a>
Л1.3	Легостаев Н. С.	Материалы электронной техники : учебное пособие	Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2014, 239 с.	978-5-86889-679-8, <a href="http://www.iprbookshop.ru/72057.html">http://www.iprbookshop.ru/72057.html</a>
Л1.4	Авачев А.П., Арефьев А.С., Гололобов Г.П., Суворов Д.В.	Сканирующая зондовая микроскопия : метод. указ. к лаб. работам	Рязань, 2010, 40с.	, 1
Л1.5	Вихров С.П., Вишняков Н.В.	Диагностика нанобъектов. Наноматериалы. Наноэлектроника	Рязань: Сервис, 2012, 208 с.	978-5-83403-059-3, 1
Л1.6	Бровер, Г. И., Пустовойт, В. Н., Бровер, А. В, Дука, В. В.	Методы структурного анализа материалов : учебно-методическое пособие	Ростов-на-Дону: Донской государственный технический университет, 2018, 144 с.	978-5-7890-1565-0, <a href="https://www.iprbookshop.ru/118058.html">https://www.iprbookshop.ru/118058.html</a>

##### 6.1.2. Дополнительная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
---	---------------------	----------	-------------------	-------------------------

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.1	Вихров С.П., Вишняков Н.В.	Нанотехнологии и их применение: в 2 ч. Ч.1. – Диагностика нанобъектов. Наноматериалы. Нанoeлектроника : Монография	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2012,	, <a href="https://elib.rsr.eu.ru/ebs/download/506">https://elib.rsr.eu.ru/ebs/download/506</a>
Л2.2	Рыков С.А.	Сканирующая зондовая микроскопия полупроводниковых материалов и наноструктур : Учеб.пособие для вузов	СПб.:Наука, 2001, 52с.	5-02-024956-4, 1
Л2.3	Авачёв А. П., Вишняков Н. В., Гололобов Г. П., Митрофанов К. В.	Методические пособия для проведения лабораторных работ по направлению «Наноматериалы»	Рязань: РГРТУ, 2010, 58 с.	, <a href="https://e.lanbook.com/book/167964">https://e.lanbook.com/book/167964</a>

### 6.1.3. Методические разработки

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л3.1	Рогачев С. О., Белов В. А.	Металлические композиционные и гибридные материалы. Гибридные наноструктурные материалы : учебное пособие	Москва: Издательский Дом МИСиС, 2018, 74 с.	978-5-906953-92-6, <a href="http://www.iprbookshop.ru/84411.html">http://www.iprbookshop.ru/84411.html</a>
Л3.2	Филимонова Н. И., Кольцов Б. Б.	Методы исследования микроэлектронных и нанoeлектронных материалов и структур. Сканирующая зондовая микроскопия. Часть I : учебное пособие	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013, 134 с.	978-5-7782-2158-1, <a href="http://www.iprbookshop.ru/45104.html">http://www.iprbookshop.ru/45104.html</a>
Л3.3	Игнатов А. Н.	Микросхемотехника и нанoeлектроника	Санкт-Петербург: Лань, 2011, 528 с.	978-5-8114-1161-0, <a href="https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=2035">https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=2035</a>
Л3.4	Отв.ред.Кузнецов Ф.А.;Ин-т неорганической химии АН СССР.СО	Новые материалы электронной техники : Сб.науч.тр.	Новосибирск: Наука.СО, 1990, 158с.	5-02-029210-9, 1
Л3.5	Ханнинк, Р.	Наноструктурные материалы : учебное пособие	Москва: Техносфера, 2009, 488 с.	978-5-94836-221-2, <a href="https://www.iprbookshop.ru/12730.html">https://www.iprbookshop.ru/12730.html</a>

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

Э1	Электронно-библиотечная система «IPRbooks»
Э2	Электронно-библиотечная система издательства «Лань»
Э3	Электронная библиотека РГРТУ

### 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
Adobe Acrobat Reader	Свободное ПО

Академическая версия пакета LabVIEW 2009	Свободное ПО
VisualStudio Express	Свободное ПО
Gwyddon	Свободное ПО
Vertabelo - Онлайн инструмент для визуального проектирования баз данных	Свободное ПО
<b>6.3.2 Перечень информационных справочных систем</b>	
6.3.2.1	Справочная правовая система «КонсультантПлюс» (договор об информационной поддержке №1342/455-100 от 28.10.2011 г.)
6.3.2.2	Информационно-правовой портал ГАРАНТ.РУ <a href="http://www.garant.ru">http://www.garant.ru</a>

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

1	209 лабораторный корпус. учебная аудитория для проведения учебных занятий, 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	213 лабораторный корпус. учебная аудитория для проведения учебных занятий. Специализированная мебель (26 посадочных места). Учебно-лабораторные стенды, RLC метры VC 9808, генераторы GRG-3015, осциллографы АКПП-4115/3А, магнитно-маркерная доска
3	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 «Методы исследования состава и структуры поверхности»).

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО  
ЗАВЕДУЮЩИМ  
КАФЕДРЫ

**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Круглов Сергей Александрович, Заведующий кафедрой ПЭЛ

**05.07.24** 10:45 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО  
ЗАВЕДУЮЩИМ  
ВЫПУСКАЮЩЕЙ  
КАФЕДРЫ

**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Круглов Сергей Александрович, Заведующий кафедрой ПЭЛ

**05.07.24** 10:45 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО  
НАЧАЛЬНИКОМ УРОП

**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Ерзылёва Анна Александровна, Начальник УРОП

**05.07.24** 11:52 (MSK)

Простая подпись