

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 анализа наносистем
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	Микро- и наноэлектроники
Учебный план	11.04.04_24_00.plx 11.04.04 Электроника и наноэлектроника
Квалификация	магистр
Форма обучения	очная
Общая трудоемкость	5 ЗЕТ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	1 (1.1)		Итого	
Неделя	16			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	24	24	24	24
Лабораторные	16	16	16	16
Иная контактная работа	0,35	0,35	0,35	0,35
Консультирование 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	84	84	84	84
Часы на контроль	53,65	53,65	53,65	53,65
Итого	180	180	180	180

г. Рязань

Программу составил(и):

к.т.н., доц., Вишняков Николай Владимирович

Рабочая программа дисциплины

Методы анализа наносистем

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

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

составлена на основании учебного плана:

11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

утвержденного учёным советом вуза от 26.01.2024 протокол № 8.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Микро- и нанoeлектроники

Протокол от 29.05.2024 г. № 9

Срок действия программы: 2024-2026 уч.г.

Зав. кафедрой Литвинов Владимир Георгиевич

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры
Микро- и нанoeлектроники

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
Микро- и нанoeлектроники

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
Микро- и нанoeлектроники

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

Микро- и нанoeлектроники

Протокол от ____ 2028 г. № ____

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1	Целью освоения дисциплины является формирование теоретических знаний и практических навыков в области диагностики и анализа микро- и наносистем и материалов, ознакомлении с современными методами, способами и аппаратурой для экспериментального исследования и анализа структуры, химического состава, оптических и электрофизических свойств поверхности твердого тела и микро- и наносистем на наноразмерном уровне, получении устойчивых знаний физических основ методов анализа и диагностики в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом; формирование у студентов способности к логическому мышлению, анализу и восприятию информации посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.
1.2	Задачи:
1.3	- изучение особенностей физических взаимодействий на наноразмерных масштабах и свойств наноструктурированных материалов, микро- и наносистем;
1.4	- расширение научного кругозора и эрудиции магистрантов в вопросах применения современных методов диагностики и анализа структуры, химического состава, оптических и электрофизических характеристик микро- и наносистем и наноматериалов;
1.5	- изучение физических основ экспериментальных методов диагностики и анализа микро- и наносистем и наноматериалов, возможности характеристики этих объектов с их помощью;
1.6	- овладение навыками анализа информации, полученной в результате применения разных методов диагностики с целью получения качественных и количественных характеристик исследуемых объектов;
1.7	- обучение навыкам исследовательской и инженерной работы.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:	
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Электронные процессы в твердом теле
2.2.2	Технологическая (проектно-технологическая) практика
2.2.3	
2.2.4	Учебная практика
2.2.5	Цифровая обработка сигналов в электронных устройствах
2.2.6	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
2.2.7	
2.2.8	Преддипломная практика

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

УК-3: Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели

УК-3.1. Разрабатывает план групповых и организационных коммуникаций при подготовке и выполнении проекта

Знать

основы групповых и организационных коммуникаций при подготовке и выполнении проекта.

Уметь

разрабатывать план групповых и организационных коммуникаций при подготовке и выполнении проекта.

Владеть

навыками групповых и организационных коммуникаций при подготовке и выполнении проекта.

УК-3.2. Анализирует, проектирует и организует межличностные, групповые и организационные коммуникации в команде для достижения поставленной цели

Знать

основы анализа, проектирования и организации межличностных, групповых и организационных коммуникаций в команде.

Уметь

анализировать, проектировать и организовывать межличностные, групповые и организационные коммуникации в команде для достижения поставленной цели.

Владеть

навыками анализа, проектирования и организации межличностных, групповых и организационных коммуникаций в команде.

ОПК-2: Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы

ОПК-2.1. Применяет современные методы исследования

Знать основы современных методов исследования. Уметь применять современные методы исследования. Владеть навыками применения современных методов исследования.

ОПК-2.2. Представляет и аргументировано защищает результаты выполненной работы

Знать основы представления и аргументированной защиты результатов выполненной работы. Уметь представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы. Владеть навыками представления и аргументированной защиты результатов выполненной работы.
--

ОПК-3: Способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач

ОПК-3.1. Приобретает и использует новую информацию в своей предметной области

Знать методы получения и использования новой информации в своей предметной области. Уметь приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области. Владеть навыком приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области.

ОПК-3.2. Предлагает новые идеи и подходы к решению инженерных задач

Знать основные положения физики полупроводниковых приборов, физические основы методов анализа материалов и структур электроники. Уметь выбирать методы анализа материалов и структур электроники. Владеть навыками работы с измерительной аппаратурой, методиками диагностики материалов и структур электроники.
--

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	основы квантовой механики и статистической физики, зонной теории твердых тел.
3.2	Уметь:
3.2.1	применять на практике основные приемы и программные средства обработки и представления данных в соответствии с задачами диагностики и анализа структуры, химического состава, оптических и электрофизических характеристик микро- и наносистем и материалов.
3.3	Владеть:
3.3.1	разработки нормативно-технической документации в области изделий современной микро- и нанoeлектроники, грамотным физическим научным языком, международной системой единиц измерений физических величин (СИ) при физических расчетах и формулировке физических закономерностей, навыками измерения основных физических величин.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература	Форма контроля
	Раздел 1. Введение. Классификация методов диагностики и анализа микро- и наносистем.					
1.1	Введение. Классификация методов диагностики и анализа микро- и наносистем. /Тема/	1	0			

1.2	Введение. Классификация методов диагностики и анализа микро- и наносистем. /Лек/	1	2	УК-3.1-З УК-3.1-У УК-3.1-В УК-3.2-З УК-3.2-У УК-3.2-В ОПК-2.1-З ОПК-2.1-У ОПК-2.1-В ОПК-2.2-З ОПК-2.2-У ОПК-2.2-В ОПК-3.1-З ОПК-3.1-У ОПК-3.1-В ОПК-3.2-З ОПК-3.2-У ОПК-3.2-В	Л1.6 Л1.5 Л1.2 Л1.4 Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.3 Л2.1Л3.3 Л3.1 Л3.4 Л3.2 Л3.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.
1.3	Введение. Классификация методов диагностики и анализа микро- и наносистем. /Ср/	1	2	УК-3.1-З УК-3.1-У УК-3.1-В УК-3.2-З УК-3.2-У УК-3.2-В ОПК-2.1-З ОПК-2.1-У ОПК-2.1-В ОПК-2.2-З ОПК-2.2-У ОПК-2.2-В ОПК-3.1-З ОПК-3.1-У ОПК-3.1-В ОПК-3.2-З ОПК-3.2-У ОПК-3.2-В	Л1.6 Л1.5 Л1.2 Л1.4 Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.3 Л2.1Л3.3 Л3.1 Л3.4 Л3.2 Л3.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчёт. Экзамен.
	Раздел 2. Методы оптической микроскопии.					
2.1	Методы оптической микроскопии. /Тема/	1	0			
2.2	Методы оптической микроскопии. Основные характеристики оптических систем. Аберрации оптических систем. Методы наблюдения. /Лек/	1	2	УК-3.1-З УК-3.1-У УК-3.1-В УК-3.2-З УК-3.2-У УК-3.2-В ОПК-2.1-З ОПК-2.1-У ОПК-2.1-В ОПК-2.2-З ОПК-2.2-У ОПК-2.2-В ОПК-3.1-З ОПК-3.1-У ОПК-3.1-В ОПК-3.2-З ОПК-3.2-У ОПК-3.2-В	Л1.6 Л1.5 Л1.2 Л1.4 Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.3 Л2.1Л3.3 Л3.1 Л3.4 Л3.2 Л3.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.

2.3	Оптическая микроскопия высокого разрешения: иммерсионная микроскопия, ультрафиолетовая и рентгеновская микроскопия, флуоресцентная микроскопия, конфокальная микроскопия, интерферометрия в белом свете, микроскопия с насыщением люминесценции (STED), ближнепольная оптическая микроскопия. /Лек/	1	2	УК-3.1-З УК-3.1-У УК-3.1-В УК-3.2-З УК-3.2-У УК-3.2-В ОПК-2.1-З ОПК-2.1-У ОПК-2.1-В ОПК-2.2-З ОПК-2.2-У ОПК-2.2-В ОПК-3.1-З ОПК-3.1-У ОПК-3.1-В ОПК-3.2-З ОПК-3.2-У ОПК-3.2-В	Л1.6 Л1.5 Л1.2 Л1.4 Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.3 Л2.1Л3.3 Л3.1 Л3.4 Л3.2 Л3.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.
2.4	Методы оптической микроскопии. /Ср/	1	15	УК-3.1-З УК-3.1-У УК-3.1-В УК-3.2-З УК-3.2-У УК-3.2-В ОПК-2.1-З ОПК-2.1-У ОПК-2.1-В ОПК-2.2-З ОПК-2.2-У ОПК-2.2-В ОПК-3.1-З ОПК-3.1-У ОПК-3.1-В ОПК-3.2-З ОПК-3.2-У ОПК-3.2-В	Л1.6 Л1.5 Л1.2 Л1.4 Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.3 Л2.1Л3.3 Л3.1 Л3.4 Л3.2 Л3.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчёт. Экзамен.
	Раздел 3. Методы электронной и ионной микроскопии.					
3.1	Методы электронной и ионной микроскопии. /Тема/	1	0			
3.2	Методы электронной микроскопии. Теоретические основы электронной и ионной микроскопии. Взаимодействие электронного и ионного луча с веществом. Растровая и просвечивающая электронная микроскопия. /Лек/	1	2	УК-3.1-З УК-3.1-У УК-3.1-В УК-3.2-З УК-3.2-У УК-3.2-В ОПК-2.1-З ОПК-2.1-У ОПК-2.1-В ОПК-2.2-З ОПК-2.2-У ОПК-2.2-В ОПК-3.1-З ОПК-3.1-У ОПК-3.1-В ОПК-3.2-З ОПК-3.2-У ОПК-3.2-В	Л1.6 Л1.5 Л1.2 Л1.4 Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.3 Л2.1Л3.3 Л3.1 Л3.4 Л3.2 Л3.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.

3.3	Методы ионной микроскопии. Теоретические основы ионной микроскопии. Фокусированные ионные пучки. /Лек/	1	2	УК-3.1-З УК-3.1-У УК-3.1-В УК-3.2-З УК-3.2-У УК-3.2-В ОПК-2.1-З ОПК-2.1-У ОПК-2.1-В ОПК-2.2-З ОПК-2.2-У ОПК-2.2-В ОПК-3.1-З ОПК-3.1-У ОПК-3.1-В ОПК-3.2-З ОПК-3.2-У ОПК-3.2-В	Л1.6 Л1.5 Л1.2 Л1.4 Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.3 Л2.1Л3.3 Л3.1 Л3.4 Л3.2 Л3.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.
3.4	Методы электронной и ионной микроскопии. /Ср/	1	15	УК-3.1-З УК-3.1-У УК-3.1-В УК-3.2-З УК-3.2-У УК-3.2-В ОПК-2.1-З ОПК-2.1-У ОПК-2.1-В ОПК-2.2-З ОПК-2.2-У ОПК-2.2-В ОПК-3.1-З ОПК-3.1-У ОПК-3.1-В ОПК-3.2-З ОПК-3.2-У ОПК-3.2-В	Л1.6 Л1.5 Л1.2 Л1.4 Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.3 Л2.1Л3.3 Л3.1 Л3.4 Л3.2 Л3.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчёт. Экзамен.
	Раздел 4. Методы сканирующей зондовой микроскопии.					
4.1	Методы сканирующей зондовой микроскопии. /Тема/	1	0			
4.2	Методы сканирующей зондовой микроскопии. Туннельная микроскопия. /Лек/	1	2	УК-3.1-З УК-3.1-У УК-3.1-В УК-3.2-З УК-3.2-У УК-3.2-В ОПК-2.1-З ОПК-2.1-У ОПК-2.1-В ОПК-2.2-З ОПК-2.2-У ОПК-2.2-В ОПК-3.1-З ОПК-3.1-У ОПК-3.1-В ОПК-3.2-З ОПК-3.2-У ОПК-3.2-В	Л1.6 Л1.5 Л1.2 Л1.4 Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.3 Л2.1Л3.3 Л3.1 Л3.4 Л3.2 Л3.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.

4.3	Методы сканирующей зондовой микроскопии. Атомно-силовая микроскопия. /Лек/	1	2	УК-3.1-З УК-3.1-У УК-3.1-В УК-3.2-З УК-3.2-У УК-3.2-В ОПК-2.1-З ОПК-2.1-У ОПК-2.1-В ОПК-2.2-З ОПК-2.2-У ОПК-2.2-В ОПК-3.1-З ОПК-3.1-У ОПК-3.1-В ОПК-3.2-З ОПК-3.2-У ОПК-3.2-В	Л1.6 Л1.5 Л1.2 Л1.4 Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.3 Л2.1Л3.3 Л3.1 Л3.4 Л3.2 Л3.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.
4.4	Изготовление зондов для сканирующего зондового микроскопа NanoEducator. /Лаб/	1	4	УК-3.1-З УК-3.1-У УК-3.1-В УК-3.2-З УК-3.2-У УК-3.2-В ОПК-2.1-З ОПК-2.1-У ОПК-2.1-В ОПК-2.2-З ОПК-2.2-У ОПК-2.2-В ОПК-3.1-З ОПК-3.1-У ОПК-3.1-В ОПК-3.2-З ОПК-3.2-У ОПК-3.2-В	Л1.6 Л1.5 Л1.2 Л1.4 Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.3 Л2.1Л3.3 Л3.1 Л3.4 Л3.2 Л3.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Отчёт о лабораторной работе. Защита лабораторной работы.
4.5	Получение изображения поверхности СЗМ NanoEducator в режиме атомно-силовой микроскопии. /Лаб/	1	4	УК-3.1-З УК-3.1-У УК-3.1-В УК-3.2-З УК-3.2-У УК-3.2-В ОПК-2.1-З ОПК-2.1-У ОПК-2.1-В ОПК-2.2-З ОПК-2.2-У ОПК-2.2-В ОПК-3.1-З ОПК-3.1-У ОПК-3.1-В ОПК-3.2-З ОПК-3.2-У ОПК-3.2-В	Л1.6 Л1.5 Л1.2 Л1.4 Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.3 Л2.1Л3.3 Л3.1 Л3.4 Л3.2 Л3.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Отчёт о лабораторной работе. Защита лабораторной работы.

4.6	Проведение сканирующей зондовой литографии на сканирующем зондовом микроскопе NanoEducator. /Лаб/	1	4	УК-3.1-З УК-3.1-У УК-3.1-В УК-3.2-З УК-3.2-У УК-3.2-В ОПК-2.1-З ОПК-2.1-У ОПК-2.1-В ОПК-2.2-З ОПК-2.2-У ОПК-2.2-В ОПК-3.1-З ОПК-3.1-У ОПК-3.1-В ОПК-3.2-З ОПК-3.2-У ОПК-3.2-В	Л1.6 Л1.5 Л1.2 Л1.4 Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.3 Л2.1Л3.3 Л3.1 Л3.4 Л3.2 Л3.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Отчёт о лабораторной работе. Защита лабораторной работы.
4.7	Обработка и количественный анализ СЗМ-изображений. /Лаб/	1	4	УК-3.1-З УК-3.1-У УК-3.1-В УК-3.2-З УК-3.2-У УК-3.2-В ОПК-2.1-З ОПК-2.1-У ОПК-2.1-В ОПК-2.2-З ОПК-2.2-У ОПК-2.2-В ОПК-3.1-З ОПК-3.1-У ОПК-3.1-В ОПК-3.2-З ОПК-3.2-У ОПК-3.2-В	Л1.6 Л1.5 Л1.2 Л1.4 Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.3 Л2.1Л3.3 Л3.1 Л3.4 Л3.2 Л3.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Отчёт о лабораторной работе. Защита лабораторной работы.
4.8	Методы сканирующей зондовой микроскопии. /Ср/	1	15	УК-3.1-З УК-3.1-У УК-3.1-В УК-3.2-З УК-3.2-У УК-3.2-В ОПК-2.1-З ОПК-2.1-У ОПК-2.1-В ОПК-2.2-З ОПК-2.2-У ОПК-2.2-В ОПК-3.1-З ОПК-3.1-У ОПК-3.1-В ОПК-3.2-З ОПК-3.2-У ОПК-3.2-В	Л1.6 Л1.5 Л1.2 Л1.4 Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.3 Л2.1Л3.3 Л3.1 Л3.4 Л3.2 Л3.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчёт. Экзамен.
	Раздел 5. Методы спектроскопии.					
5.1	Методы спектроскопии. /Тема/	1	0			

5.2	Методы оптической спектроскопии. /Лек/	1	2	УК-3.1-З УК-3.1-У УК-3.1-В УК-3.2-З УК-3.2-У УК-3.2-В ОПК-2.1-З ОПК-2.1-У ОПК-2.1-В ОПК-2.2-З ОПК-2.2-У ОПК-2.2-В ОПК-3.1-З ОПК-3.1-У ОПК-3.1-В ОПК-3.2-З ОПК-3.2-У ОПК-3.2-В	Л1.6 Л1.5 Л1.2 Л1.4 Л1.1Л2.2 Л2.3 Л2.1Л3.3 Л3.1 Л3.4 Л3.2 Л3.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.
5.3	Методы электронной спектроскопии. /Лек/	1	2	УК-3.1-З УК-3.1-У УК-3.1-В УК-3.2-З УК-3.2-У УК-3.2-В ОПК-2.1-З ОПК-2.1-У ОПК-2.1-В ОПК-2.2-З ОПК-2.2-У ОПК-2.2-В ОПК-3.1-З ОПК-3.1-У ОПК-3.1-В ОПК-3.2-З ОПК-3.2-У ОПК-3.2-В	Л1.6 Л1.5 Л1.2 Л1.4 Л1.1Л2.2 Л2.3 Л2.1Л3.3 Л3.1 Л3.4 Л3.2 Л3.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.
5.4	Методы спектроскопии. /Ср/	1	15	УК-3.1-З УК-3.1-У УК-3.1-В УК-3.2-З УК-3.2-У УК-3.2-В ОПК-2.1-З ОПК-2.1-У ОПК-2.1-В ОПК-2.2-З ОПК-2.2-У ОПК-2.2-В ОПК-3.1-З ОПК-3.1-У ОПК-3.1-В ОПК-3.2-З ОПК-3.2-У ОПК-3.2-В	Л1.6 Л1.5 Л1.2 Л1.4 Л1.1Л2.2 Л2.3 Л2.1Л3.3 Л3.1 Л3.4 Л3.2 Л3.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчёт. Экзамен.
	Раздел 6. Методы структурного анализа.					
6.1	Методы структурного анализа. /Тема/	1	0			

6.2	Методы структурного анализа. /Лек/	1	2	УК-3.1-З УК-3.1-У УК-3.1-В УК-3.2-З УК-3.2-У УК-3.2-В ОПК-2.1-З ОПК-2.1-У ОПК-2.1-В ОПК-2.2-З ОПК-2.2-У ОПК-2.2-В ОПК-3.1-З ОПК-3.1-У ОПК-3.1-В ОПК-3.2-З ОПК-3.2-У ОПК-3.2-В	Л1.6 Л1.5 Л1.2 Л1.4 Л1.1Л2.2 Л2.3 Л2.1Л3.3 Л3.1 Л3.4 Л3.2 Л3.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.
6.3	Методы структурного анализа. /Ср/	1	10	УК-3.1-З УК-3.1-У УК-3.1-В УК-3.2-З УК-3.2-У УК-3.2-В ОПК-2.1-З ОПК-2.1-У ОПК-2.1-В ОПК-2.2-З ОПК-2.2-У ОПК-2.2-В ОПК-3.1-З ОПК-3.1-У ОПК-3.1-В ОПК-3.2-З ОПК-3.2-У ОПК-3.2-В	Л1.6 Л1.5 Л1.2 Л1.4 Л1.1Л2.2 Л2.3 Л2.1Л3.3 Л3.1 Л3.4 Л3.2 Л3.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчёт. Экзамен.
	Раздел 7. Методы определения элементного состава.					
7.1	Методы определения элементного состава. /Тема/	1	0			
7.2	Методы определения элементного состава. /Лек/	1	2	УК-3.1-З УК-3.1-У УК-3.1-В УК-3.2-З УК-3.2-У УК-3.2-В ОПК-2.1-З ОПК-2.1-У ОПК-2.1-В ОПК-2.2-З ОПК-2.2-У ОПК-2.2-В ОПК-3.1-З ОПК-3.1-У ОПК-3.1-В ОПК-3.2-З ОПК-3.2-У ОПК-3.2-В	Л1.6 Л1.5 Л1.2 Л1.4 Л1.1Л2.2 Л2.3 Л2.1Л3.3 Л3.1 Л3.4 Л3.2 Л3.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.

7.3	Методы определения элементного состава. /Ср/	1	10	УК-3.1-З УК-3.1-У УК-3.1-В УК-3.2-З УК-3.2-У УК-3.2-В ОПК-2.1-З ОПК-2.1-У ОПК-2.1-В ОПК-2.2-З ОПК-2.2-У ОПК-2.2-В ОПК-3.1-З ОПК-3.1-У ОПК-3.1-В ОПК-3.2-З ОПК-3.2-У ОПК-3.2-В	Л1.6 Л1.5 Л1.2 Л1.4 Л1.1Л2.2 Л2.3 Л2.1Л3.3 Л3.1 Л3.4 Л3.2 Л3.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчёт. Экзамен.
	Раздел 8. Заключение. Тенденции развития диагностических и аналитических методов для исследования наноматериалов и структур микро- и нанoeлектроники.					
8.1	Заключение. Тенденции развития диагностических и аналитических методов для исследования наноматериалов и структур микро- и нанoeлектроники. /Тема/	1	0			
8.2	Заключение. Тенденции развития диагностических и аналитических методов для исследования наноматериалов и структур микро- и нанoeлектроники. /Лек/	1	2	УК-3.1-З УК-3.1-У УК-3.1-В УК-3.2-З УК-3.2-У УК-3.2-В ОПК-2.1-З ОПК-2.1-У ОПК-2.1-В ОПК-2.2-З ОПК-2.2-У ОПК-2.2-В ОПК-3.1-З ОПК-3.1-У ОПК-3.1-В ОПК-3.2-З ОПК-3.2-У ОПК-3.2-В	Л1.6 Л1.5 Л1.2 Л1.4 Л1.1Л2.2 Л2.3 Л2.1Л3.3 Л3.1 Л3.4 Л3.2 Л3.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.
8.3	Заключение. Тенденции развития диагностических и аналитических методов для исследования наноматериалов и структур микро- и нанoeлектроники. /Ср/	1	2	УК-3.1-З УК-3.1-У УК-3.1-В УК-3.2-З УК-3.2-У УК-3.2-В ОПК-2.1-З ОПК-2.1-У ОПК-2.1-В ОПК-2.2-З ОПК-2.2-У ОПК-2.2-В ОПК-3.1-З ОПК-3.1-У ОПК-3.1-В ОПК-3.2-З ОПК-3.2-У ОПК-3.2-В	Л1.6 Л1.5 Л1.2 Л1.4 Л1.1Л2.2 Л2.3 Л2.1Л3.3 Л3.1 Л3.4 Л3.2 Л3.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчёт. Экзамен.
	Раздел 9. Промежуточная аттестация.					
9.1	Подготовка к аттестации, иная контактная работа. /Тема/	1	0			

9.2	Подготовка к экзамену. /Экзамен/	1	53,65	УК-3.1-3 УК-3.1-У УК-3.1-В УК-3.2-3 УК-3.2-У УК-3.2-В ОПК-2.1-3 ОПК-2.1-У ОПК-2.1-В ОПК-2.2-3 ОПК-2.2-У ОПК-2.2-В ОПК-3.1-3 ОПК-3.1-У ОПК-3.1-В ОПК-3.2-3 ОПК-3.2-У ОПК-3.2-В		Контрольные вопросы.
9.3	Приём экзамена. /ИКР/	1	0,35	УК-3.1-3 УК-3.1-У УК-3.1-В УК-3.2-3 УК-3.2-У УК-3.2-В ОПК-2.1-3 ОПК-2.1-У ОПК-2.1-В ОПК-2.2-3 ОПК-2.2-У ОПК-2.2-В ОПК-3.1-3 ОПК-3.1-У ОПК-3.1-В ОПК-3.2-3 ОПК-3.2-У ОПК-3.2-В		
9.4	Консультация перед экзаменом. /Кнс/	1	2	УК-3.1-3 УК-3.1-У УК-3.1-В УК-3.2-3 УК-3.2-У УК-3.2-В ОПК-2.1-3 ОПК-2.1-У ОПК-2.1-В ОПК-2.2-3 ОПК-2.2-У ОПК-2.2-В ОПК-3.1-3 ОПК-3.1-У ОПК-3.1-В ОПК-3.2-3 ОПК-3.2-У ОПК-3.2-В		Контрольные вопросы.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Оценочные материалы по дисциплине "Методы анализа наносистем").

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	Кларк Э.Р., Эберхардт К.Н.	Микроскопические методы исследования материалов	М.: Техносфера, 2007, 376с.	978-5-94836-121-5
Л1.2	Величко А. А., Филимонова Н. И.	Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных материалов и структур. Часть II : учебное пособие	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014, 227 с.	978-5-7782-2534-3, http://www.iprbookshop.ru/45105.html
Л1.3	Звеков А. А., Корчуганова К. А., Ильякова Н. Н.	Физические методы исследования : учебное пособие	Кемерово: КемГУ, 2022, 173 с.	978-5-8353-2942-7, https://e.lanbook.com/book/309092
Л1.4	Вихров С.П., Вишняков Н.В.	Нанотехнологии и их применение: в 2 ч. Ч.1. – Диагностика нанобъектов. Наноматериалы. Наноэлектроника : Монография	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2012,	, https://elib.rsreu.ru/ebs/download/506
Л1.5	Филимонова Н. И., Кольцов Б. Б.	Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных материалов и структур. Сканирующая зондовая микроскопия. Часть I : учебное пособие	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013, 134 с.	978-5-7782-2158-1, http://www.iprbookshop.ru/45104.html
Л1.6	Баранов А. В., Виноградова Г. Н., Воронин Ю. М., Ермолаева Г. М., Парфенов П. С., Шилов В. Б.	Техника физического эксперимента в системах с пониженной размерностью : учебное пособие	Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2009, 191 с.	2227-8397, http://www.iprbookshop.ru/68194.html
6.1.2. Дополнительная литература				
№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.1	Наумов А. В.	Спектромикроскопия одиночных молекул и нанодиагностика неупорядоченных твердых сред : монография	Москва: Московский педагогический государственный университет, 2015, 212 с.	978-5-4263-0271-6, http://www.iprbookshop.ru/70149.html
Л2.2	Данилина Т. И., Чистоедова И. А.	Оборудование для создания и исследования свойств объектов наноэлектроники : учебное пособие	Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектрон ики, Эль Контент, 2011, 96 с.	978-5-91191-202-3, http://www.iprbookshop.ru/13950.html

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.3	Каныгина О. Н., Четверикова А. Г., Бердинский В. Л.	Физические методы исследования веществ : учебное пособие	Оренбург: Оренбургский государствен ный университет, ЭБС АСВ, 2014, 141 с.	2227-8397, http://www.iprbookshop.ru/33663.html

6.1.3. Методические разработки

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л3.1	Авачев А.П., Вишняков Н.В., Воробьев Ю.В., Рыбин Н.Б.	Методы анализа микро- и наносистем. Изготовление зондов для сканирующего зондового микроскопа NanoEducator : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2016,	, https://elib.rsreu.ru/ebs/download/968
Л3.2	Авачев А.П., Вишняков Н.В., Воробьев Ю.В., Рыбин Н.Б.	Методы анализа микро- и наносистем. Проведение сканирующей зондовой литографии на сканирующем зондовом микроскопе NanoEducator : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2016,	, https://elib.rsreu.ru/ebs/download/970
Л3.3	Авачев А.П., Вишняков Н.В., Воробьев Ю.В., Рыбин Н.Б.	Методы анализа микро- и наносистем. Изучение устройства и принципов работы сканирующего зондового микроскопа NanoEducator : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2016,	, https://elib.rsreu.ru/ebs/download/967
Л3.4	Авачев А.П., Вишняков Н.В., Воробьев Ю.В., Рыбин Н.Б.	Методы анализа микро- и наносистем. Получение изображения поверхности СЗМ NanoEducator в режиме атомно-силовой микроскопии : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2016,	, https://elib.rsreu.ru/ebs/download/969
Л3.5	Авачев А.П., Вишняков Н.В., Воробьев Ю.В., Рыбин Н.Б.	Методы анализа микро- и наносистем. Обработка и количественный анализ СЗМ-изображений : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2016,	, https://elib.rsreu.ru/ebs/download/971

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Сайт кафедры микро- и нанoeлектроники РГРТУ.
Э2	Система дистанционного обучения ФГБОУ ВО «РГРТУ», режим доступа.
Э3	Единое окно доступа к образовательным ресурсам.
Э4	Интернет Университет Информационных Технологий.
Э5	Электронно-библиотечная система «IPRbooks» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ – свободный, доступ из сети Интернет – по паролю.
Э6	Электронно-библиотечная система издательства «Лань» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ – свободный, доступ из сети Интернет – по паролю.
Э7	Электронная библиотека РГРТУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: из корпоративной сети РГРТУ – по паролю.

6.3 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

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

Наименование	Описание
Операционная система Windows XP	Microsoft Imagine, номер подписки 700102019, бессрочно
Операционная система MS DOS	Бессрочно. Корпоративная лицензия Microsoft Imagine Membership ID 700565239
Kaspersky Endpoint Security	Коммерческая лицензия
LibreOffice	Свободное ПО
Adobe Acrobat Reader	Свободное ПО
LabVIEW	Коммерческая лицензия

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	Система КонсультантПлюс http://www.consultant.ru
---------	---

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1	51 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для самостоятельной работы 30 мест, мультимедиа проектор benQ Pb 6200, доска магнитно-маркерная, компьютер, экран настенный
2	501 лабораторный корпус. Учебная аудитория для проведения учебных занятий Специализированная мебель (37 посадочных мест) ПК: Intel Celeron CPVJ1800 – 25 шт. Возможность подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ
3	42 учебно-административный корпус. Учебная лаборатория 24 места, мультимедиа проектор Ben QMP575, доска магнитно-маркерная, 3 компьютера, 3 измерительных прибора NanoEducator, устройство заточки/травления зондов, 2 спектрометра СФ-26, вольтметры В7-21А(3шт.)
4	343 учебно-административный корпус. Учебно-вспомогательная Аудитория для хранения и ремонта оборудования 2 компьютера, принтер, сканер, 5 мест

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Методическое обеспечение дисциплины приведено в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Методические указания по дисциплине "Методы анализа наносистем").

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЮЩИМ
КАФЕДРЫ**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Литвинов Владимир
Георгиевич, Заведующий кафедрой МНЭЛ**23.08.24** 19:24 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЮЩИМ
ВЫПУСКАЮЩЕЙ
КАФЕДРЫ**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Серебряков Андрей
Евгеньевич, и.о. заведующего кафедрой ЭП**27.08.24** 10:56 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО
НАЧАЛЬНИКОМ УРОП**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Ерзылёва Анна
Александровна, Начальник УРОП**29.08.24** 13:31 (MSK)

Простая подпись