

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**  
Заведующий кафедрой  
физики твердого тела и наноструктур  
\_\_\_\_\_ (Середин П.В.)  
28.08.2020

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.ДВ.03.01 Методы диагностики наноматериалов

1. Код и наименование направления подготовки:

03.03.02 Физика

2. Профиль подготовки: Физика наноматериалов и новых медицинских технологий

3. Квалификация (степень) выпускника: Бакалавр

4. Форма обучения: Очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: кафедра физики твердого тела и наноструктур

6. Составители программы: доцент Манякин Максим Дмитриевич, к.ф.-м.н.

7. Рекомендована:

НМС физического факультета ВГУ протокол № 6 от 26.06.2020

8. Учебный год: 2022-2023

Семестр(ы): 6

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Цель дисциплины – формирование базовых знаний в области методов диагностики наноматериалов.

Задачи дисциплины:

- Изучение основных физических явлений и понятий в области рентгеновской и электронной спектроскопии;
- Изучение основных физических явлений и понятий в области зондовой микроскопии;
- Изучение основных физических явлений и понятий в области электронной микроскопии;
- Приобретенные компетенции по планированию и проведению экспериментальных исследований наноматериалов, а также анализу и интерпретации полученных результатов.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина “Методы диагностики наноматериалов” является дисциплиной профессионального цикла и относится к вариативной части блока Б1.

**11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):**

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ПК-4	Способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	<p>Знать: Физические основы методов диагностики атомной и электронной структуры наноматериалов, морфологии их поверхности</p> <p>Уметь: Планировать экспериментальные исследования атомной и электронной структуры наноматериалов, морфологии их поверхности</p> <p>Владеть: навыками проведения экспериментальной диагностики наноматериалов, анализа и интерпретации полученных результатов</p>

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 2/72.**

**Форма промежуточной аттестации** зачет с оценкой

**13. Виды учебной работы**

Вид учебной работы	Трудоемкость		
	Всего	По семестрам	
		6 семестр	
Аудиторные занятия			
в том числе: лекции	16	16	
практические			
лабораторные	16	16	
Самостоятельная работа	40	40	
Форма промежуточной аттестации	Зачет с оценкой	Зачет с оценкой	
Итого:	72	72	

**13.1. Содержание дисциплины**

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции</b>		
1	Рентгеновское излучение	Виды рентгеновского излучения и его свойства. Тормозное и характеристическое излучение. Закон Мозли.
2	Источники рентгеновского излучения	Физические основы работы источников рентгеновского излучения. Рентгеновские трубки. Радиоактивные источники РИ. Ускорители заряженных частиц. Бетатрон. Синхротрон.
3	Электронная Оже-спектроскопия	Физические основы электронной Оже-спектроскопии. Основные принципы электронной Оже-спектроскопии. Оборудование для электронной спектроскопии, типы анализаторов, их использование.
4	Рентгеновская	Физические основы рентгеновской фотоэлектронной

	фотоэлектронная спектроскопия	спектроскопии. Систематика рентгеновских фотоэлектронных спектров. Основные принципы рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии. Оборудование для рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии, его использование.
5	Ультрамягкая рентгеновская эмиссионная спектроскопия	Физические основы рентгеновской эмиссионной спектроскопии. Систематика рентгеновских эмиссионных спектров. Основные принципы рентгеновской спектроскопии. Оборудование для рентгеновской эмиссионной спектроскопии, его использование. Спектрометр РСМ-500.
6	Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом	Ослабление рентгеновского излучения в веществе. Рассеяние и поглощение рентгеновского излучения.
7	Спектроскопия рентгеновского поглощения	Физические основы рентгеновской спектроскопии поглощения. Систематика рентгеновских спектров поглощения. Методы XANES и EXAFS. Основные принципы рентгеновской спектроскопии. Оборудование для рентгеновской спектроскопии, его использование.
8	Электронная микроскопия	Физические основы электронной микроскопии. Оборудование для электронной микроскопии, его использование
<b>2. Лабораторные работы</b>		
1	Лабораторная работа №1	Рентгеновские лучи и их спектры
2	Лабораторная работа №2	Определение элементного состава твердых тел методом рентгенофлуоресцентного анализа
3	Лабораторная работа №3	Определение элементного состава твердых тел методом электронной Оже-спектроскопии
4	Лабораторная работа №4	Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия твердых тел
5	Лабораторная работа №5	Изучение фазового состава твердых тел методом ультрамягкой рентгеновской эмиссионной спектроскопии
6	Лабораторная работа №6	Изучение морфологии поверхности твердых тел методом сканирующей электронной микроскопии

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Сам. работа	Всего
1	Рентгеновское излучение	2			2	4
2	Источники рентгеновского излучения	2			2	4
3	Электронная Оже-спектроскопия	2			2	4
4	Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия	2			2	4
5	Ультрамягкая рентгеновская эмиссионная спектроскопия	2			2	4
6	Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом	2			2	4
7	Спектроскопия рентгеновского поглощения	2			2	4
8	Электронная микроскопия	2			2	4
9	Лабораторная работа №1			2	4	6
10	Лабораторная работа №2			2	4	6
11	Лабораторная работа №3			2	4	6
12	Лабораторная работа №4			2	4	6
13	Лабораторная работа №5			4	4	8
14	Лабораторная работа №6			4	4	8
	Итого:	16	0	16	40	72

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Изучение дисциплины «Методы диагностики наноматериалов» предусматривает осуществление учебной деятельности состоящей из двух частей: обучения студентов преподавателем и самостоятельной учебной деятельности студентов по изучению дисциплины.

Самостоятельная работа студентов наряду с аудиторной представляет одну из форм учебного процесса и является существенной ее частью, что наиболее ярко представлено в процессе подготовки. Последнее обусловлено тем, что самостоятельная работа предназначена для формирования навыков самостоятельной работы как вообще, так и в учебной, научной деятельности, формирование и развитие способности принимать на себя ответственность, самостоятельно решать проблему, находить конструктивные решения, выход из кризисной ситуации и т.д.

Самостоятельная работа формирует самостоятельность не только как совокупность умений и навыков, но и как черту характера, играющую существенную роль в структуре личности современного специалиста высшей квалификации. Она воспитывает самостоятельность как черту характера. Никакие знания, полученные на уровне пассивного восприятия, не ставшие объектом собственной умственной или практической работы, не могут считаться подлинным достоянием человека.

Давая возможность расширять и обогащать знания, умения по индивидуальным направлениям, самостоятельная работа студента позволяет создать разносторонних специалистов. В процессе самостоятельной работы развивают творческие возможности обучающегося, при этом самостоятельная работа завершает задачи всех видов учебной работы.

Самостоятельная работа - это планируемая работа студентов, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Преподаватель, ведущий занятия, организует, направляет самостоятельную работу студентов и оказывает им необходимую помощь. Однако самостоятельность студентов должна превышать объем работы, контролируемой преподавателем работы, и иметь в своей основе индивидуальную мотивацию обучающегося по получению знаний, необходимых и достаточных для будущей профессиональной деятельности в избранной сфере. Преподаватель при необходимости может оказывать содействие в выработке и коррекции данной мотивации, лежащей в основе построения самостоятельной деятельности студента по изучению дисциплины, получению необходимых знаний и навыков.

Получение образования предполагает обучение решению задач определенной сферы деятельности. Однако как бы хорошо не обучались учащиеся способам решения задач в аудитории, сформировать средства практической деятельности не удастся, так как каждый случай практики особый и для его решения следует выработать особый профессиональный стиль мышления.

Основой самостоятельной работы служит научно-теоретический курс, комплекс полученных студентом знаний. Основной, наиболее экономичной формой получения и усвоения информации, теоретических знаний в вузе является лекция, позволяющая воспринять значительную сумму основных знаний и потому способствующая повышению продуктивности всех других форм учебного труда.

Результат обучения и самостоятельной работы студента предполагает наличие следующих составляющих:

- понимание методологических основ построения изучаемых знаний;
- выделение главных структур учебного курса;
- формирование средств выражения в данной области;
- построение методик решения задач и ориентации в проблемах (ситуациях).

В учебном процессе используются следующие образовательные технологии (по образовательным формам): лекции и индивидуальные занятия. По преобладающим методам и приемам обучения: объяснительно-иллюстративные (объяснение, показ-демонстрация учебного материала и др.); активные (анализ учебной и научной

литературы, составление схем и др.) и интерактивные, в том числе и групповые (взаимное обучение в форме подготовки и обсуждения докладов); информационные; компьютерные; мультимедийные (работа с сайтами академических структур, научно-исследовательских организаций, электронных библиотек и др., разработка презентаций, сообщений и докладов, работа с электронными обучающими программами и т.п.).

Подготовка к лекциям является одним из видов самостоятельной работы студентов-бакалавров. Студентам, чтобы хорошо овладеть учебным материалом, необходимо выработать навыки правильной и планомерной работы. Перед началом лекционных занятий надо просмотреть все, что было сделано в предыдущий раз. Это позволит сосредоточить внимание и восстановить в памяти уже имеющиеся знания по данному предмету. Кроме того, такой метод поможет лучше запомнить как старое, так и новое, углубит понимание того и другого, так как при этом устанавливаются связи нового со старым, что является не только обязательным, но и основным условием глубокого овладения материалом. Чем детальнее изучаемое ассоциируется с известным ранее, тем прочнее сохраняется в памяти и быстрее вспомнить, когда требуется.

Приступая к изучению нового материала, необходимо сосредоточиться, т.е. сконцентрировать внимание и не отвлекаться от выполняемой работы, помня, что желание запомнить является гарантией успешной работы, отсутствие же воли к запоминанию снижает эффект восприятия.

Следует помнить о том, что через лекцию передается не только систематизированный теоретический материал, но и постигается методика научного исследования и умение самостоятельно работать, анализировать различного рода явления.

Записывать на лекции необходимо главное, не стремясь зафиксировать все слово в слово. Выбрать же главное без понимания предмета невозможно. Наличие собственного конспекта лекций позволяет еще раз ознакомиться, продумать, разобраться в новом материале, так как недостаточно хорошо понятые во время лекции положения могут быть восстановлены в памяти, сопоставлены с другими, додуманы, дополнены, уяснены и расширены с помощью учебной литературы. Записи являются пособиями для повторения, дают возможность охватить содержание лекции и всего курса в целом.

При этом хорошо овладеть содержанием лекции – это:

- знать тему;
- понимать значение и важность ее в данном курсе;
- четко представлять план;
- уметь выделить основное, главное;
- усвоить значение примеров и иллюстраций;
- связать вновь полученные сведения о предмете или явлении с уже имеющимися;
- представлять возможность и необходимость применения полученных сведений.

Существует несколько общих правил работы на лекции:

- лекции по каждому предмету записывать удобнее в отдельных тетрадях, оставляя широкие поля для пометок;

- к прослушиванию лекций следует готовиться, что позволит в процессе лекции отделить главное от второстепенного;

- лекции необходимо записывать с самого начала, так как оно часто бывает ключом ко всей теме;

- так как дословно записать лекцию невозможно, то необходимо в конспекте отражать: формулы, определения, схемы, трудные места, мысли, примеры, факты и положения от которых зависит понимание главного, новое и незнакомое, неопубликованные данные, материал отсутствующий в учебниках и т.п.;

- записывать надо сжато;

- во время лекции важно непрерывно сохранять рабочую установку, умственную активность.

Изучение теоретического материала в данном курсе не ограничивается подготовкой к лекциям и работой на данном виде занятий. Лекционная часть курса органически взаимосвязана с иными видами работ: написанием рефератов, подбором, изучением, анализом и конспектированием рекомендованной литературы, подготовкой и сдачей экзамена по дисциплине, в структуре которых также большое значение имеет самостоятельная работа студента.

Самостоятельная работа студента-бакалавра при изучении дисциплины «Методы диагностики наноматериалов» включает в себя: подготовку и участие в изучении теоретической части курса, выполнение курсовой работы, подбор, изучение, анализ и конспектирование рекомендованной литературы, подготовку к итоговой аттестации.

## 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Физические методы исследования поверхности твердых тел / В.И. Нефедов, В.Т. Черепин ; АН СССР, Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова .— М. : Наука, 1983 .— 294 с.
2	Пентин, Юрий Андреевич. Физические методы исследования в химии : учебник для студ. вузов, обуч. по специальности 011000 "Химия" и направлению подгот. 510500 "Химия" / Ю.А. Пентин, Л.В. Вилков .— М. : Мир, 2006 .— 683 с.
3	Анализ поверхности методами оже- и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии / Под ред. Д. Бриггса, М.П. Сиха .— М. : Мир, 1987 .— 600с.
4	Синхротронное излучение. Методы исследования структуры веществ / Г.В. Фетисов // Изд-во Физматлит. — 2007. — Москва. — С. 672.
5	Карлсон, Томас. Фотоэлектронная и Оже-спектроскопия / Т.А. Карлсон .— Л. : Машиностроение, 1981 .— 431 с.
6	Рентгеновская дифрактометрия нанокристаллов / Ю.А. Юраков, С. Ю. Турищев, О. А. Чувенкова, С.А. Ивков, В.В. Логачев // Учебное пособие. Воронежский государственный университет. - Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2019, - 59 с. ISBN 978-5-9273-2913-7
7	Спектроскопия рентгеновского поглощения наноструктурированных материалов Часть 1 / С. Ю. Турищев, В. А. Терехов, О. А. Чувенкова, Э. П. Домашевская // Учебное пособие для вузов. Воронежский государственный университет. - Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2015, - С.42. ISBN 978-5-9273-2268-8

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
8	Рентгеноэлектронная спектроскопия химических соединений : Справочник / В.И. Нефедов .— М. : Химия, 1984 .— 255 с
9	Основы физики рентгеновского излучения / Павлинский Г.В. — М.: Физматлит, 2007. — 240 с.
10	Физика рентгеновских лучей / М.А. Блохин .— 2-е изд., перераб. — М. : Гос. изд-во техн.-теорет. лит., 1957 .— 518 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)\*:

№ п/п	Ресурс
11	Интернет-ресурс и база данных <a href="http://srdata.nist.gov/xps/">http://srdata.nist.gov/xps/</a>
12	<a href="http://www.lib.vsu.ru">http://www.lib.vsu.ru</a> – ЗНБ ВГУ
13	НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
14	<a href="https://edu.vsu.ru">https://edu.vsu.ru</a> – Образовательный портал "Электронный университет ВГУ"
15	Научный журнал «Физика твердого тела» <a href="https://journals.ioffe.ru/journals/1">https://journals.ioffe.ru/journals/1</a>

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы**  
(учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Рентгеновская дифрактометрия нанокристаллов / Ю.А. Юраков, С. Ю. Турищев, О. А. Чувенкова, С.А. Ивков, В.В. Логачев // Учебное пособие. Воронежский государственный университет. - Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2019, - 59 с. ISBN 978-5-9273-2913-7
2	Спектроскопия рентгеновского поглощения наноструктурированных материалов Часть 1 / С. Ю. Турищев, В. А. Терехов, О. А. Чувенкова, Э. П. Домашевская // Учебное пособие для вузов. Воронежский государственный университет. - Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2015, - С.42. ISBN 978-5-9273-2268-8

**17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)**

В учебном процессе используются следующие образовательные технологии. По образовательным формам: лекции; лабораторные занятия; индивидуальные занятия. По преобладающим методам и приемам обучения: объяснительно-иллюстративные (объяснение, показ–демонстрация учебного материала и др.); активные (анализ учебной и научной литературы, составление схем, проведение измерений и др.) и интерактивные, в том числе и групповые (взаимное обучение в форме подготовки и обсуждения докладов); информационные; компьютерные; мультимедийные (работа с сайтами академических структур, научно-исследовательских организаций, электронных библиотек и др., разработка презентаций, сообщений и докладов, работа с электронными обучающими программами и т.п.).

№ п/п	Источник
1	Интернет-ресурс и база данных <a href="http://srdata.nist.gov/xps/">http://srdata.nist.gov/xps/</a>
2	<a href="http://www.lib.vsu.ru">http://www.lib.vsu.ru</a> – ЗНБ ВГУ
3	НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>

**18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

1. Рентгеновский дифрактометр «Радан ДР-02» 1 шт.; Спектрометр универсальный рентгеновский «Реном» СУР-01 - 1 шт; лабораторная установка Leybold rontgengerat X-ray apparatus 554800 - 1 шт.
2. Рентгеновский спектрометр-монокроматор РСМ-500 - 1 шт.;
3. Стационарный мультимедийный проектор Acer X125H – 1 шт., ноутбук emachines e510 – 1 шт.
4. Оборудование центра коллективного пользования научным оборудованием ВГУ
5. Интернет ресурсы ВГУ, отечественных и международных научных центров, электронных баз данных, электронных библиотек, наукометрических систем.
6. Реализация дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий осуществляется через образовательный портал "Электронный университет ВГУ".

**19. Фонд оценочных средств:**

**19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения**

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ПК-4	Знать: Физические основы методов диагностики атомной и электронной структуры	Рентгеновское излучение. Источники рентгеновского излучения.	Устный опрос

	наноматериалов, морфологии их поверхности	Электронная спектроскопия. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Ультрамягкая рентгеновская эмиссионная спектроскопия. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Спектроскопия рентгеновского поглощения. Электронная микроскопия	Оже-	
	Уметь: Планировать экспериментальные исследования атомной и электронной структуры наноматериалов, морфологии их поверхности	Электронная спектроскопия. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Ультрамягкая рентгеновская эмиссионная спектроскопия. Спектроскопия рентгеновского поглощения. Электронная микроскопия	Оже-	Устный опрос
	Владеть: навыками проведения экспериментальной диагностики наноматериалов, анализа и интерпретации полученных результатов	Лабораторные работы №№1-6		Устный опрос
Промежуточная аттестация, форма контроля – зачет с оценкой				КИМ

## 19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения на зачете используются следующие показатели:

- 1) Знание физических основ методов диагностики атомной и электронной структуры наноматериалов, морфологии их поверхности;
- 2) Умение планировать экспериментальные исследования атомной и электронной структуры наноматериалов, морфологии их поверхности;
- 3) Владение навыками проведения экспериментальной диагностики наноматериалов, анализа и интерпретации полученных результатов.

Для оценивания результатов обучения на зачете с оценкой используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».  
Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.



Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Полное соответствии работы студента всем вышеуказанным показателям. Соответствует высокому (углубленному) уровню сформированности компетенций: компетенции сформированы полностью, проявляются и используются систематически, в полном объеме. Данный уровень превосходит, по крайней мере, по одному из перечисленных выше показателей повышенный (продвинутый) уровень	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>
Работа студента при освоении дисциплины не соответствует одному из перечисленных показателей или в случае предоставления отчетов по лабораторным работам позже установленного срока. Соответствует повышенному (продвинутому) уровню сформированности компетенций: компетенции в целом сформированы, но проявляются и используются фрагментарно, не в полном объеме. Данный уровень превосходит, по крайней мере, по одному из перечисленных выше показателей пороговый (базовый) уровень	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>
Работа студента при освоении дисциплины не соответствует любым двум из перечисленных показателей. Соответствует пороговому (базовому) уровню сформированности компетенций: компетенции сформированы в общих чертах, проявляются и используются ситуативно, частично. Данный уровень обязателен для всех осваивающих основную образовательную программу	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>
Несоответствия работы студента всем показателям, его неорганизованности, безответственности и низкого качества работы при выполнении лабораторных работ, предусмотренных программой дисциплины	–	<i>Неудовлетворительно</i>

Факт невыполнения требований, предъявляемых к студенту при освоении дисциплины «Методы диагностики наноматериалов» и отраженных в вышеперечисленных критериях, фиксируется в ведомости оценкой не зачтено.

Если студент не осваивает дисциплину в установленном программой объеме и в сроки, определенные графиком учебного процесса, он не допускается к промежуточной аттестации по данному виду учебной работы.

### **19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

#### **19.3.1 Перечень вопросов к зачету:**

1. Рентгеновское излучение, его виды и свойства. Закон Мозли
2. Источники рентгеновского излучения.
3. Устройство и принцип работы бетатрона
4. Устройство и принцип работы синхротрона.
5. Излучательные и безызлучательные переходы. Вероятности переходов. Правила отбора.
6. Электронная Оже-спектроскопия.
7. Рентгенофлуоресцентный анализ.
8. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия.
9. Ультрамягкая рентгеновская эмиссионная спектроскопия
10. Поглощение РИ в веществе. Линейный, массовый и атомный коэффициенты поглощения РИ. Механизмы поглощения РИ в веществе.
11. Спектроскопия поглощения XANES. Модель многократного рассеяния. 23 Спектроскопия поглощения EXAFS. Модель однократного рассеяния. Методы регистрации спектров поглощения.
12. Просвечивающая электронная микроскопия.
13. Сканирующая электронная микроскопия.

## 14. Атомно-силовая микроскопия.

### **19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в формах: устного опроса (доклады); Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний.

При оценивании используются количественная шкала оценок. Критерии оценивания приведены выше.