

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

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
материаловедения и индустрии наносистем

В.М. Иевлев  
20.06.2018г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.Б.04 Спецпрактикум "Методы диагностики материалов"**

- 1. Код и наименование направления подготовки/специальности:**  
04.04.02 Химия, физика и механика материалов
- 2. Профиль подготовки/специализация:** Химия, физика и механика функциональных материалов
- 3. Квалификация (степень) выпускника:** магистр
- 4. Форма обучения:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** кафедра материаловедения и индустрии наносистем
- 6. Составители программы:** Канныкин Сергей Владимирович, к.ф.-м.н., доцент
- 7. Рекомендована:** научно-методическим советом химического факультета, протокол № 5 от 24.05.2018
- 8. Учебный год:** 2018-2019 **Семестр(ы):** 2

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Цель дисциплины – практическое освоение физико-химических методов исследования материалов, необходимых для НИР студентов и выполнения магистерской диссертации. Студенты получают необходимые сведения о наиболее распространенных методах исследования, овладевают навыками самостоятельной работы на конкретных приборах, реализующих физико-химические методы анализа, методологическими особенностями проведения анализа объектов на этих приборах

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Б1, базовая часть.

## 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	
ОПК-2	владение знаниями в области современных теоретических концепций различных разделов материаловедения, включая методы синтеза веществ и материалов, анализа их структуры и свойств, фундаментальные навыки научно-исследовательской работы	<b>знать</b> теоретические принципы, лежащие в основе методов исследования материалов <b>уметь</b> выбирать методы исследования согласно решаемым задачам <b>владеть</b> навыками экспериментальной работы в научно-исследовательской лаборатории
ОПК-3	владение навыками экспериментальной работы в области современных методов синтеза и диагностики материалов, включая навыки работы со сложным современным научным оборудованием, позволяющих эффективно работать в различных экспериментальных областях материаловедения и в современной технологии материалов	<b>знать</b> устройство и принцип работы наиболее часто используемого аналитического оборудования <b>уметь</b> правильно выбирать режимы его использования, настраивать и калибровать прибор для конкретной решаемой задачи <b>владеть</b> методами пробоподготовки наиболее часто используемых объектов исследования
ПК-1	готовность, основанная на реальном опыте работы, к проведению самостоятельных научно-исследовательских работ в области химии, физики, механики, наук о материалах и нанотехнологий, требующих широкой фундаментальной междисциплинарной подготовки и владения навыками современных экспериментальных методов	<b>знать</b> виды представления научных результатов и устных выступлений; понимать общее содержание научных текстов по физике, химии и механике материалов <b>уметь</b> подбирать литературу по теме, переводить и реферировать специальную литературу в области материаловедения, готовить научные доклады и презентации на базе освоенной специальной литературы, объяснить свою точку зрения и рассказать о своих планах <b>владеть</b>

		навыками обсуждения собственной темы исследования, создания научного текста по интересующим темам; адаптации текста для целевой аудитории.
ПК-2	способность выработки новых теоретических подходов и принципов дизайна материалов и наноматериалов с заданными свойствами, решение фундаментальных задач в области современного фундаментального материаловедения и нанотехнологий	<b>знать</b> историю и методологию развития методов диагностики материалов; возможности использования современных методов при проведении исследований. <b>уметь</b> прогнозировать свойства материалов на основе анализа их структуры <b>владеть</b> современными методами исследований и информационно-коммуникационными технологиями
ПК-3	способность к разработке новых, оригинальных и высокоэффективных технологий получения современных материалов биоматериалов и наноматериалов	<b>знать</b> существующие технологии создания и дизайна материалов <b>уметь</b> обосновать выбор способа синтеза, модификации и утилизации материала <b>владеть</b> основами инженерного творчества
ПК-4	способность к комплексному анализу и аналитическому обобщению результатов научно-исследовательских работ с использованием современных достижений науки и техники, передового российского и зарубежного опыта в области наук о материалах, эвристического поиска и детального анализа научной и технической информации, в области химического материаловедения и нанотехнологий и смежных дисциплин для научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых фундаментальных исследований и технологических разработок в области современного материаловедения и нанотехнологий	<b>знать</b> современные достижения в области проведения исследований <b>уметь</b> обосновывать актуальность и новизну проводимых исследований <b>владеть</b> современными методами поиска, анализа и накопления информации
ПК-5	готовность к экспертному исследованию с помощью современных методов анализа природы химических, физических и механических свойств материалов и наноматериалов, а также характера изменения реальной структуры материалов при вариации состава и условий синтеза	<b>знать:</b> основные методы диагностики и анализа материалов <b>уметь:</b> эффективно их использовать для решения конкретных задач физики и химии твердого тела <b>владеть:</b> современными методами обработки результатов измерений

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 4/144.**

Форма промежуточной аттестации – зачет с оценкой.

### 13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
			2	...
Аудиторные занятия	34		34	
в том числе:				
лекции				
практические				
лабораторные	34		34	
Самостоятельная работа	110		110	
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час. / экзамен – 36 час.)	зачет с оценкой			
Итого:	144		144	

#### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лабораторные работы</b>		
1.1	Рентгеновская дифрактометрия	1. Устройство рентгеновского дифрактометра, основы пробоподготовки. 2. Предварительная обработка рентгеновских дифрактограмм. Профильный анализ 3. База дифракционных стандартов PDF-2. Качественный фазовый анализ смеси нескольких соединений. Полуколичественный анализ по методу корундовых чисел. 4. Погрешности дифракционного эксперимента и методы их минимизации. Индицирование дифрактограммы соединения, кристаллизующегося в кубической сингонии. Уточнение параметра кристаллической решетки экстраполяционными функциями, а также с помощью численных алгоритмов (программы TREOR, Dicvol)
1.2	Просвечивающая электронная микроскопия	1. Устройство современного просвечивающего электронного микроскопа, основы пробоподготовки. 2. Определение постоянной прибора. Индицирование электронограмм. 3. Светлопольный и темнопольный анализ. Определение размера кристаллитов. 4. Определение вектора Бюргерса винтовой дислокации. Определение плотности дислокаций
1.3	Оже-электронная спектроскопия	1. Устройство и принцип работы экспериментальной установки. 2. Качественный и количественный анализ поверхности материала
1.4	Динамическое наноиндентирование	1. Метод инструментального индентирования. Условия проведения эксперимента. Измерительные схемы приборов. 2. Подготовка к работе прибора и образцов, калибровка зонда с индентором. 3. Индентирование тестовых образцов (стандартный образец, типичный объемный материал). Измерение твердости по методу Оливера и Фарра..

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

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная	Всего

					работа	
1	Рентгеновская дифрактометрия	-	-	9	27	36
2	Просвечивающая электронная микроскопия	-	-	9	27	36
3	Оже-электронная спектроскопия	-	-	9	27	36
4	Динамическое наноиндентирование	-	-	9	27	36
	Итого:			36	108	144

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

(рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: работа с конспектами лекций, презентационным материалом, выполнение практических заданий, тестов, заданий текущей аттестации и т.д.)

Организация изучения дисциплины предполагает:

- изучение основных и дополнительных литературных источников.

#### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Русаков А.А. Рентгенография металлов: Учебник для вузов. М.: Атомиздат, 1977. 480 с.
2	Электронная микроскопия тонких кристаллов / П. Хирш, А. Хови, Р. Николсон и др. ; пер. с англ.; под ред. Л.М. Утевского .— М. : Мир, 1968 .— 574 с
3	Кораблев В.В. Электронная Оже-спектроскопия : Учебное пособие к курсу лекций по физической электронике / В.В. Кораблев ; Ленинградский политехн. ин-т им. М.И. Калинина .— Л. : ЛПИ, 1973 .— 62 с.
4.	Брандон, Д. Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля : Учебное пособие для студ., обуч. по направлению подгот. "Приклад. математика и физика" / Д. Брандон, У. Каплан ; Пер. с англ. под ред. С.Л. Баженова .— М. : ТЕХНОСФЕРА, 2004 .— 377 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
5	Васильев Д.М. Дифракционные методы исследования структур: Учебное пособие для вузов по специальности "Физ.-хим.методы исследования процессов и материалов" и "Физика металлов" / Д.М. Васильев .— 2-е изд., перераб. и доп. — СПб. : Изд-во СПбГТУ, 1998 .— 501,[1]с
6	Pecharsky V.K., Zavalij P.Y.Fundamentals of Powder Diffraction and Structural Characterization of Materials. Springer, 2009, 741 p.
7	Карлсон Т.А. Фотоэлектронная и Оже-спектроскопия. М. Мир, 1982, 286 с.

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

№ п/п	Ресурс
1.	<a href="http://www.en.edu.ru/">http://www.en.edu.ru/</a> - Естественно-научный образовательный портал - является составной частью федерального портала "Российское образование". Содержит ресурсы и ссылки на ресурсы по естественно-научным дисциплинам (физика, химия и биология)
2.	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a> - информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»
3.	<a href="http://www.elibrary.ru">http://www.elibrary.ru</a> –Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 12 млн. научных статей и публикаций. На платформе eLIBRARY.RU доступны электронные версии более 1400 российских научно-технических журналов, в том числе более 500 журналов в открытом

	доступе
4.	<a href="http://www.chem.msu.ru/rus/">http://www.chem.msu.ru/rus/</a> - Chemnet - официальное электронное издание Химического факультета МГУ в Internet

\* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы

### 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	Миркин Л. И. Справочник по рентгеноструктурному анализу поликристаллов / Л.И. Миркин ; Под. ред. Я. С. Уманского .— М. : Физматлит, 1961 .— 864 с
2	Таблицы физических величин : Справочник / под ред. И.К. Кикоина .— М. : Атомиздат, 1976 .— 1005,[1] с.

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

### 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Персональные компьютеры с доступом в Интернет; мультимедийный проектор BENQ, экран, ноутбук. Лаборатория химического практикума: вытяжной шкаф, газ, вода, сушильный шкаф, муфельная печь, аналитические весы EP-214C, теххимические весы, химические реактивы. Оборудование ЦКПНО ВГУ: Рентгеновский дифрактометр ARL X'TRA, просвечивающий электронный микроскоп Libra 120, наноиндентер NanoHardnessTester, оже-электронный спектрометр с анализатором DESA-100.

### 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)
ОПК-2 владение знаниями в области современных теоретических концепций различных разделов материаловедения, включая методы синтеза веществ и материалов, анализа их структуры и свойств, фундаментальные навыки научно-исследовательской работы	<b>знать</b> теоретические принципы, лежащие в основе методов исследования материалов	Рентгеновская дифрактометрия Просвечивающая электронная микроскопия Оже-электронная спектроскопия Динамическое наноиндентирование	Проведение лабораторных работ
	<b>уметь</b> выбирать методы исследования согласно решаемым задачам		
	<b>владеть</b> навыками экспериментальной работы в научно-исследовательской лаборатории		
ОПК-3 владение навыками	<b>знать</b> устройство и принцип	Рентгеновская дифрактометрия	Проведение лабораторных работ

<p>экспериментальной работы в области современных методов синтеза и диагностики материалов, включая навыки работы со сложным современным научным оборудованием, позволяющих эффективно работать в различных экспериментальных областях материаловедения и в современной технологии материалов</p>	<p>работы наиболее часто используемого аналитического оборудования</p>	<p>Просвечивающая электронная микроскопия Оже-электронная спектроскопия Динамическое наноиндентирование</p>	<p>работ</p>
	<p><b>уметь</b> правильно выбирать режимы его использования, настраивать и калибровать прибор для конкретной решаемой задачи</p>		
<p>ПК-1 готовность, основанная на реальном опыте работы, к проведению самостоятельных научно-исследовательских работ в области химии, физики, механики, наук о материалах и нанотехнологий, требующих широкой фундаментальной междисциплинарной подготовки и владения навыками современных экспериментальных методов</p>	<p><b>знать</b> виды представления научных результатов и устных выступлений; понимать общее содержание научных текстов по физике, химии и механике материалов</p>	<p>Рентгеновская дифрактометрия Просвечивающая электронная микроскопия Оже-электронная спектроскопия Динамическое наноиндентирование</p>	<p>Проведение лабораторных работ</p>
	<p><b>уметь</b> подбирать литературу по теме, переводить и реферировать специальную литературу в области материаловедения, готовить научные доклады и презентации на базе освоенной специальной литературы, объяснить свою точку зрения и рассказать о своих планах</p>		
	<p><b>владеть</b> навыками обсуждения собственной темы исследования, создания научного текста по интересующим темам; адаптации текста для целевой аудитории.</p>		
<p>ПК-2 способность выработки новых теоретических подходов и принципов дизайна материалов и наноматериалов с заданными свойствами, решение</p>	<p><b>знать</b> историю и методологию развития методов диагностики материалов; возможности использования современных методов при проведении исследований.</p>	<p>Рентгеновская дифрактометрия Просвечивающая электронная микроскопия Оже-электронная спектроскопия Динамическое</p>	<p>Проведение лабораторных работ</p>

<p>фундаментальных задач в области современного фундаментального материаловедения и нанотехнологий</p>	<p><b>уметь</b> прогнозировать свойства материалов на основе анализа их структуры</p>	<p>наноиндентирование</p>	
	<p><b>владеть</b> современными методами исследований и информационно-коммуникационными технологиями</p>		
<p>ПК-3 способность к разработке новых, оригинальных и высокоэффективных технологий получения современных материалов биоматериалов и наноматериалов</p>	<p><b>знать</b> существующие технологии создания и дизайна материалов</p>	<p>Рентгеновская дифрактометрия Просвечивающая электронная микроскопия Оже-электронная спектроскопия Динамическое наноиндентирование</p>	<p>Проведение лабораторных работ</p>
	<p><b>уметь</b> обосновать выбор способа синтеза, модификации и утилизации материала</p>		
	<p><b>владеть</b> основами инженерного творчества</p>		
<p>ПК-4 способность к комплексному анализу и аналитическому обобщению результатов научно-исследовательских работ с использованием современных достижений науки и техники, передового российского и зарубежного опыта в области наук о материалах, эвристического поиска и детального анализа научной и технической информации, в области химического материаловедения и нанотехнологий и смежных дисциплин для научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых фундаментальных исследований и технологических разработок в области современного материаловедения и нанотехнологий</p>	<p><b>знать</b> современные достижения в области проведения исследований</p>	<p>Рентгеновская дифрактометрия Просвечивающая электронная микроскопия Оже-электронная спектроскопия Динамическое наноиндентирование</p>	<p>Проведение лабораторных работ</p>
	<p><b>уметь</b> обосновывать актуальность и новизну проводимых исследований</p>		
	<p><b>владеть</b> современными методами поиска, анализа и накопления информации</p>		



ПК-5 готовность к экспертному исследованию с помощью современных методов анализа природы химических, физических и механических свойств материалов и наноматериалов, а также характера изменения реальной структуры материалов при вариации состава и условий синтеза	<b>знать:</b> основные методы диагностики и анализа материалов	Рентгеновская дифрактометрия Просвечивающая электронная микроскопия Оже-электронная спектроскопия Динамическое наноиндентирование	Проведение лабораторных работ
	<b>уметь:</b> эффективно их использовать для решения конкретных задач физики и химии твердого тела		
	<b>владеть:</b> современными методами обработки результатов измерений		
<b>Промежуточная аттестация</b>			КИМ

\* В графе «ФОС» в обязательном порядке перечисляются оценочные средства текущей и промежуточной аттестаций.

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

- 1) знание основных методов диагностики материалов, их возможностей и ограничений
- 2) умение выбирать метод анализа под решение конкретной задачи химии и физики твердого тела
- 3) владение навыками интерпретации результатов измерений

Для оценивания результатов обучения на зачете используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом метода диагностики материалов, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач с использованием метода	Повышенный уровень	Отлично
Обучающийся владеет понятийным аппаратом метода диагностики материалов, способен обосновать его выбор для решения конкретной задачи, допускает отдельные ошибки при ответе.	Базовый уровень	Хорошо
Обучающийся владеет частично теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен описать основные закономерности процесса лежащего в основе метода, не умеет устанавливать связь между формируемыми компетенциями и содержанием занятия.	Пороговый уровень	Удовлетворительно
Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки.	–	Неудовлетворительно

### 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. Принципы работы и устройство рентгеновского дифрактометра.
2. Параметры дифракционного максимума.
3. Предварительная обработка дифрактограмм. Основы профильного анализа

4. База дифракционных стандартов ICDD PDF-2. Структура карточки
5. Качественный фазовый анализ. Метод Ханавальта
6. Индексирование дифрактограмм
7. Требования предъявляемые к образцам, исследуемым методом ПЭМ
8. Устройство просвечивающего электронного микроскопа и режимы его работы.
9. Светлопольный и темновольный анализ.
10. Качественный и количественный элементный анализ поверхности методом ОЭС.
11. Основы наноиндентирования. Метод Оливера и Фарра.

#### **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 форме: устного опроса, выполнение практико-ориентированных заданий, защиты рефератов. 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 количественные оценки. Критерии оценивания приведены выше.