

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.В.13 Физикохимия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов**

**1. Код и наименование направления подготовки/специальности:**

04.03.02 Химия, физика и механика материалов

**2. Профиль подготовки/специализация:**

---

**3. Квалификация (степень) выпускника:** бакалавр

**4. Форма обучения:** очная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** Материаловедения и индустрии наносистем

**6. Составители программы:** Томина Елена Викторовна, доктор химических наук, доцент

**7. Рекомендована:** Научно-методическим советом химического факультета, протокол № 5 от 24.05.2018

**8. Учебный год:** 2022-2023

**Семестр(ы):** 7

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Формирование целостного представления о структуре и физико-химических свойствах веществ в ультрадисперсном состоянии, о природе и проявлениях наноразмерных эффектов в нанодисперсных системах, умений использовать знания для интерпретации процессов синтеза и свойств широкого круга наноматериалов, овладение навыками проведения самостоятельных экспериментальных исследований в области синтеза наноматериалов.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Б1, вариативная часть

Студенты должны иметь теоретическую и практическую подготовку по дисциплинам «Общая и неорганическая химия», «Реальная структура материалов», «Структурная химия и кристаллохимия».

## 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-1	Способность использовать современные методы химии, физики, математики механики, биологии на уровне, необходимом для приобретения новых знаний с их использованием и решения задач, возникающих при выполнении профессиональных функций и имеющих естественнонаучное содержание.	<b>знать:</b> классификацию, структуру, свойства нанокластеров, наночастиц и наноструктур, методы их синтеза; основные модели кластеров (фрактальная, оболочечная, структурная); кластерные реакции; обладать знаниями о зависимости химической активности и свойств частиц от размера, иметь целостное представление о проявлении и природе размерных эффектов в физико-химии нанокластеров и наночастиц. <b>уметь:</b> использовать знания для интерпретации процессов синтеза и свойств широкого круга наноматериалов, включая объекты, полученные самостоятельно в рамках научно-исследовательской деятельности. <b>владеть:</b> навыками проведения самостоятельных экспериментальных исследований в области синтеза и наночастиц и наноматериалов и изучения их свойств.
ПК-4	Способность к оптимизации и реализации основных технологий получения современных материалов	<b>знать:</b> основные технологии синтеза современных наноматериалов с различными функциональными свойствами, основные параметры синтеза и их влияние на характеристики материалов. <b>уметь:</b> использовать знания для реализации основных технологий получения наноматериалов, оптимизации режимов синтеза и улучшения свойств наноматериалов. <b>владеть:</b> технологией синтеза нанопорошков золь-гель методом, синтеза нанопорошков с использованием микроволнового и ультразвукового излучений.

## 12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 5/180.

Форма промежуточной аттестации – экзамен.

### 13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		№ семестра	№ семестра	...
Аудиторные занятия	72	7		
в том числе: лекции	36	7		
практические	36	7		
лабораторные	-			
Самостоятельная работа	72	7		
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час./ экзамен – 36 час.)	экзамен			
Итого:	180	7		

#### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции</b>		
1.1	Классификация и методы получения нанокластеров	Газовые безлигандные кластеры. Коллоидные кластеры. Твердотельные нанокластеры и наноструктуры. Матричные нанокластеры и супрамолекулярные структуры. Кластерные кристаллы.
1.2	Молекулярные лигандные кластеры.	Молекулярные кластеры металлов и их свойства. Кластеры на основе оксидов металлов и их свойства.
1.3	Безлигандные металлические кластеры.	Кластеры щелочных металлов и серебра. Кластеры алюминия, их реакционная способность. Кластеры переходных металлов, их стабильность и диссоциация.
1.4	Кластеры инертных газов и малых молекул.	Кластеры инертных газов и малых молекул. Нейтральные и заряженные кластеры инертных газов. Кластеры воды.
1.5	Углеродные кластеры.	Малые углеродные кластеры. Фуллерены.
1.6	Кластерные модели.	Термодинамическая модель кластера. Квантово-статистическая модель. Компьютерные модели кластеров. Фрактальные модели кластеров. Оболочные модели кластеров. Структурные модели кластеров.
1.7	Кластерные реакции.	Реакции рекомбинации. Реакции обмена. Реакции присоединения.
1.8	Фуллериты и углеродные нанотрубки.	Структура и свойства фуллеритов и углеродных нанотрубок.
1.9	Размерные эффекты в физико-химии нанокластеров и наночастиц	Зависимость химической активности и свойств частиц от размера. Структурные и фазовые превращения, параметр решетки. Фононный спектр и теплоемкость. Оптические и магнитные свойства.
1.10	Химия наночастиц sp-металлов	Химические реакции наночастиц щелочных, щелочно-земельных металлов и подгруппы бора.
1.11	Химия наночастиц переходных металлов.	Реакции наночастиц переходных металлов I-IV групп и VIII группы Периодической системы. Взрывные реакции. Реакции частиц серебра разного размера и формы
1.12	Химия углеродных кластеров и нанотрубок	Реакции с участием наночастиц углерода (фуллерена и углеродных нанотрубок)
<b>2. Практические занятия</b>		
2.1	Синтез и классификация нанокластеров, наночастиц и наноматериалов.	Подходы к классификации нанодисперсных систем. Физические и химические методы получения нанокластеров и наносистем.
2.2	Зондовая микроскопия как инструментальный исследований на	Санирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия.

	наноуровне.	
2.3	Нанодисперсные системы на основе элементов I группы Периодической системы	Нанокластеры, наночастицы и наноструктуры на основе элементов I группы Периодической системы: синтез, свойства, применение. Реферат. Обсуждение
2.4	Нанодисперсные системы на основе элементов II группы Периодической системы	Нанокластеры, наночастицы и наноструктуры на основе элементов II группы Периодической системы: синтез, свойства, применение. Реферат. Обсуждение
2.5	Нанодисперсные системы на основе элементов III группы Периодической системы	Нанокластеры, наночастицы и наноструктуры на основе элементов III группы Периодической системы: синтез, свойства, применение. Реферат. Обсуждение
2.6	Нанодисперсные системы на основе элементов IV группы Периодической системы	Нанокластеры, наночастицы и наноструктуры на основе элементов IV группы Периодической системы: синтез, свойства, применение. Реферат. Обсуждение
2.7	Нанодисперсные системы на основе элементов V группы Периодической системы	Нанокластеры, наночастицы и наноструктуры на основе элементов V группы Периодической системы: синтез, свойства, применение. Реферат. Обсуждение
2.8	Нанодисперсные системы на основе элементов VI группы Периодической системы	Нанокластеры, наночастицы и наноструктуры на основе элементов VI группы Периодической системы: синтез, свойства, применение. Реферат. Обсуждение
2.9	Нанодисперсные системы на основе элементов VII группы Периодической системы	Нанокластеры, наночастицы и наноструктуры на основе элементов VII группы Периодической системы: синтез, свойства, применение. Реферат. Обсуждение
2.10	Нанодисперсные системы на основе элементов VIII группы Периодической системы	Нанокластеры, наночастицы и наноструктуры на основе элементов VIII группы Периодической системы: синтез, свойства, применение. Реферат. Обсуждение
2.11	Синтез нанопорошка золь-гель методом	Освоение методики синтеза нанопорошков золь-гель методом, синтез нанопорошка, диспергирование нанопорошка с использованием ультразвука.
2.12	Определение состава и размера наночастиц нанопорошка с использованием данных рентгенофазового анализа	Установление фазового состава нанопорошка методом рентгенофазового анализа и определение размера наночастиц на основе данных рентгеновских дифрактограмм.

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

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Классификация и методы получения нанокластеров	4	4		6	14
2	Молекулярные лигандные кластеры.	2	2		4	8
3	Безлигандные металлические кластеры.	2	2		4	8
4	Кластеры инертных газов и малых молекул.	2	2		6	10
5	Углеродные кластеры.	2	2		6	10
6	Кластерные модели.	2	2		6	10
7	Кластерные реакции.	2	2		6	10
8	Фуллерены и углеродные нанотрубки.	4	4		6	14
9	Размерные эффекты в физико-химии нанокластеров и наночастиц	4	4		8	16
10	Химия наночастиц sp-металлов	4	4		8	16
11	Химия наночастиц переходных металлов.	4	4		6	14
12	Реакции с участием наночастиц углерода (фуллерена и углеродных	4	4		6	14

	нанотрубок)					
	Итого:	36	36		72	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;
- выполнение практического задания;
- текущий контроль успеваемости в форме устного опроса и защиты рефератов по основным разделам дисциплины.

#### 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	Рамбиди Н. Г.. Структура и свойства наноразмерных образований. Реалии современной нанотехнологии : учебное пособие / Н.Г. Рамбиди .— Долгопрудный : Интеллект, 2011 .— 375 с.
2	Суздаев И. П. Электрические и магнитные переходы в нанокластерах и наноструктурах / И.П. Суздаев .— Москва : КРАСАНД, 2012 .— 474 с..
3	Фахльман Б. Химия новых материалов и нанотехнологии / Б. Фахльман ; пер. с англ. Д.О. Чаркина и В.В. Уточниковой ; под ред. Ю.Д. Третьякова и Е.А. Гудилина. — Долгопрудный : Интеллект, 2011. — 463 с.
4	Гусев А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А. И. Гусев .— Изд. 2-е., испр. — М. : Физматлит, 2009. — 414 с. // «Университетская библиотека online» : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a>

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
5	Суздаев И.П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И.П. Суздаев. – М. : КомКнига, 2006. – 592 с.
6	Наноматериалы: синтез нанокристаллических порошков и получение компактных нанокристаллических материалов : учебное пособие для вузов / И.Я. Миттова, Е.В. Томина, С.С. Лаврушина ; Воронеж. гос. ун-т. — Воронеж : ЛОП ВГУ, 2007. — 35 с.
7	Пул Ч.П. Нанотехнологии : учеб. пособие для студ., обуч. по направлению подгот. "Нанотехнологии" / Ч. Пул, Ф. Оуэнс ; пер. с англ. под ред. Ю. И. Головина; доп. В. В. Лучинина .— 2-е изд., доп. — М. : Техносфера, 2006. — 334 с.

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

№ п/п	Ресурс
1.	<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.
2.	Chemnet - официальное электронное издание Химического факультета МГУ в Internet, <a href="http://www.chem.msu.ru/rus/">http://www.chem.msu.ru/rus/</a>
3.	Образовательный ресурс по материаловедению – <a href="http://www.materialscience.ru/lectures.htm">http://www.materialscience.ru/lectures.htm</a>

\* 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	Методы получения и исследования нанопорошков : учебно-методическое пособие для вузов / Воронеж. гос. ун-т; [сост.: Е.В. Томина и др.] .— Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2009 .— 37 с.
2	Практикум синтез и исследование нанодисперсных систем [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие : [для студ. 4 к. днев. отд-ния хим. фак., для направления 020300 - Химия, физика и механика материалов] / Воронеж. гос. ун-т ; [сост.: Е.В. Томина и др.] .— Электрон. текстовые дан. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2015 .

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

MS Office 2003 Std Win32 RUS OLP NL AE

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

Персональные компьютеры с доступом в Интернет; мультимедийный проектор BENQ, экран, ноутбук.

**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-1 Способность использовать современные методы химии, физики, математики механики, биологии на уровне, необходимом для приобретения новых знаний с их использованием и решения задач, возникающих при выполнении профессиональных функций и имеющих естественнонаучное содержание.	знать: классификацию, структуру, свойства нанокластеров, наночастиц и наноструктур, методы их синтеза; основные модели кластеров (фрактальная, оболочечная, структурная); кластерные реакции; обладать знаниями о зависимости химической активности и свойств частиц от размера, иметь целостное представление о проявлении и природе размерных эффектов в физико-химии нанокластеров и наночастиц.	Классификация и методы получения нанокластеров Молекулярные лигандные кластеры Безлигандные металлические кластеры. Кластеры инертных газов и малых молекул. Углеродные кластеры Фуллерены и углеродные нанотрубки.	Устный опрос, защита рефератов.
	уметь: использовать знания для интерпретации процессов синтеза и свойств широкого круга	Реакции с участием наночастиц углерода	Практическое задание № 1

	наноматериалов, включая объекты, полученные самостоятельно в рамках научно-исследовательской деятельности. :	(фуллерена и углеродных нанотрубок) Размерные эффекты в физико-химии нанокластеров и наночастиц	
	<b>владеть:</b> навыками проведения самостоятельных экспериментальных исследований в области синтеза и наночастиц и наноматериалов и изучения их свойств.	Химия наночастиц sp-металлов Химия наночастиц переходных металлов.	Курсовая работа
ПК-4	<b>знать:</b> основные технологии синтеза современных наноматериалов с различными функциональными свойствами, основные параметры синтеза и их влияние на характеристики материалов.	Химия наночастиц переходных металлов.	Устный опрос, защита рефератов.
	<b>уметь:</b> использовать знания для реализации основных технологий получения наноматериалов, оптимизации режимов синтеза и улучшения свойств наноматериалов.	Химия наночастиц переходных металлов.	Защита рефератов. Практическое задание № 1
	<b>владеть:</b> технологией синтеза нанопорошков золь-гель методом, синтеза нанопорошков с использованием микроволнового и ультразвукового излучений	Химия наночастиц переходных металлов.	Курсовая работа
<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

### Пример:

Для оценивания результатов обучения на экзамене используются следующие показатели (ЗУНы из 19.1):

- 1) знание классификации, способов синтеза, основных проявлений и природы размерных эффектов в нанодисперсных системах;
- 2) знание зависимости химической активности и свойств наночастиц и наноматериалов от размера;
- 3) умение раскрыть взаимосвязи между свойствами нанокластеров, наночастиц и наноматериалов и возможностью их практического применения;
- 4) умение использовать знания для интерпретации процессов синтеза и свойств широкого круга нанодисперсных объектов;

5) владение способностью иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач.

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

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом данной области науки, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в области физикохимии наноразмерных систем: нанокластеров, наноструктур, наноматериалов.	Повышенный уровень	Отлично
Обучающийся владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен использовать знания для интерпретации процессов синтеза и свойств широкого круга наноматериалов, допускает отдельные ошибки при рассмотрении конкретных способов синтеза нанобъектов, природы и проявления размерных эффектов в физико-химии нанокластеров и наночастиц.	Базовый уровень	Хорошо
Обучающийся владеет частично теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен описать конкретные способы синтеза нанобъектов, не умеет устанавливать связь между природой и проявлениями размерных эффектов в наноматериалах.	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 экзамену:**

1. Понятия о наночастицах и наноматериалах
2. Способы классификации наночастиц и наноматериалов.
3. Физические методы получения нанокристаллических порошков – их особенности, достоинства и недостатки
4. Диспергирование (механическое и ультразвуковое) как способ получения НЧ
5. Синтез НЧ в реакциях восстановления в газовой и жидкой средах
6. Получение НРЧ в реакциях термоллиза
7. Плазмохимический синтез нанокристаллических порошков и пленок
8. Крионанохимия
9. Золь-гель технология
10. Синтез НЧ в реакциях, стимулированных излучением
11. Детонационный синтез неорганических нанокластеров и наноструктур
12. Упорядочение нестехиометрических соединений как метод получения НЧ
13. Молекулярные кластеры металлов и их свойства.
14. Оксометаллические лигандные кластеры
15. Кластеры щелочных металлов
16. Кластеры переходных металлов, их стабильность и диссоциация.
17. Магнитные свойства кластеров переходных металлов.
18. Кластеры алюминия, их поляризуемость, диссоциация и реакционная способность.
19. Кластеры ртути.
20. Оптические и электрические свойства наносистем на основе металлических нанокластеров.



21. Оптические и электрические свойства наносистем на основе полупроводниковых нанокластеров.
22. Кластеры инертных газов.
23. Кластеры воды.
24. Малые углеродные кластеры. Фуллерены
25. Кластерные модели.
26. Кластерные реакции
27. Фазовые превращения при образовании НЧ
28. Влияние размера частиц на параметр решетки
29. Оптические свойства НЧ металлов и полупроводников
30. Магнитные свойства наноматериалов
31. Размерный эффект на примере структурных и фазовых превращений
32. Химический размерный эффект
33. Каталитическая активность НЧ
34. Химические реакции НЧ переходных металлов
35. Углеродные нанотрубки

### **19.3.2 Перечень практических заданий**

1. Синтез нанопорошка золь-гель методом, их диспергирование с использованием ультразвука. Установление фазового состава нанопорошка методом рентгенофазового анализа и определение размера наночастиц на основе данных рентгеновских дифрактограмм.

### **19.3.3 Тестовые задания**

### **19.3.4 Перечень заданий для контрольных работ**

### **19.3.5 Темы курсовых работ**

1. Собственное термоокисление GaAs в интервале температур 450-550 °С.
2. Оптимизация режимов подготовки поверхности стали 12X18H10T методом электрохимического полирования.
3. Морфология и свойства нанокластеров никеля в упорядоченных порах оксида алюминия.
4. Микроволновый синтез ортоферрита иттрия.
5. Кинетика термоокисления InP в присутствии хемостимулятора-модификатора  $Mn_3(PO_4)_2$ , вводимого через газовую фазу.
6. Синтез ортованадата иттрия, активированный микроволновым и ультразвуковым излучением.
7. Влияние дисперсности зерен на морфологию упорядоченного пористого  $Al_2O_3$ , создаваемого анодным окислением катаной алюминиевой фольги.
8. РЭМ изучение поверхности пленок, полученных окислением палладия при различных температурах.
9. Синтез ортованадата висмута ( $BiVO_4$ ).
10. Синтез и исследование морфологии поверхности гетероструктур V/Ox/GaP.
11. Энергия взаимодействия в ионных молекулах.
12. Эффект пересечения уровней в молекулярных системах.
13. Термоокисление InP в присутствии  $BiPO_4$ , вводимого через газовую фазу.
14. Фазовый состав пленок, полученных окислением палладия при различных температурах.
15. Титанаты.
16. Исследование структуры и фазового состава фольги твердого раствора Pd-Ru.
17. Исследование механических свойств и водородопроницаемости фольги твердого раствора Pd-Ru и Pd-Cu.
18. Исследование структуры и фазового состава фольги твердого раствора Pd-Cu.

### **19.3.6 Темы рефератов**

1. Способы синтеза, свойства и применение нанокластеров, наночастиц и наноструктур на основе элементов I группы Периодической системы (обзор современной научной литературы).

2. Способы синтеза, свойства и применение нанокластеров, наночастиц и наноструктур на основе элементов II группы Периодической системы (обзор современной научной литературы).
3. Способы синтеза, свойства и применение нанокластеров, наночастиц и наноструктур на основе элементов III группы Периодической системы (обзор современной научной литературы).
4. Способы синтеза, свойства и применение нанокластеров, наночастиц и наноструктур на основе элементов IV группы Периодической системы (обзор современной научной литературы).
5. Способы синтеза, свойства и применение нанокластеров, наночастиц и наноструктур на основе элементов V группы Периодической системы (обзор современной научной литературы).
6. Способы синтеза, свойства и применение нанокластеров, наночастиц и наноструктур на основе элементов VI группы Периодической системы (обзор современной научной литературы).
7. Способы синтеза, свойства и применение нанокластеров, наночастиц и наноструктур на основе элементов VII группы Периодической системы (обзор современной научной литературы).
8. Способы синтеза, свойства и применение нанокластеров, наночастиц и наноструктур на основе элементов VIII группы Периодической системы (обзор современной научной литературы).

#### **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, защиты рефератов выполнения практического задания. 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 шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Направление/специальность 04.03.02 Химия, физика и механика материалов

Дисциплина Б1.В.13 Физикохимия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов

Профиль подготовки \_\_\_\_\_  
в соответствии с Учебным планом

Форма обучения: очная

Учебный год 2018-2019

Ответственный исполнитель

Доцент КМИНС

должность, подразделение

Исполнители

\_\_\_\_\_

подпись

Томина Е.В.

расшифровка подписи

\_\_\_\_.\_\_\_\_.20\_\_

\_\_\_\_\_

должность, подразделение

\_\_\_\_\_

подпись

\_\_\_\_\_

расшифровка подписи

\_\_\_\_.\_\_\_\_.20\_\_

\_\_\_\_\_

должность, подразделение

\_\_\_\_\_

подпись

\_\_\_\_\_

расшифровка подписи

\_\_\_\_.\_\_\_\_.20\_\_

СОГЛАСОВАНО

Куратор ООП

по направлению/специальности \_\_\_\_\_

подпись

\_\_\_\_\_

расшифровка подписи

\_\_\_\_.\_\_\_\_.20\_\_

Начальник отдела обслуживания ЗНБ \_\_\_\_\_

подпись

\_\_\_\_\_

расшифровка подписи

\_\_\_\_.\_\_\_\_.20\_\_

Программа рекомендована НМС химического факультета

(наименование факультета, структурного подразделения)

протокол № 5 от 24.05.2018 г.