

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет  
имени Д. И. Менделеева»



**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по учебной работе

С.Н. Филатов

2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Лабораторные работы по физическим и химическим свойствам  
наноматериалов и наносистем»**

**Направление подготовки 28.04.03 Наноматериалы**

**Магистерская программа «Химическая технология наноматериалов»**

**Квалификация «магистр»**

**РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО**

На заседании Методической комиссии

Ученого совета

РХТУ им. Д.И. Менделеева

« 25 » мая 2021 г.

Председатель  Н.А. Макаров

**Москва 2021**

Программа составлена:  
доцентом кафедры наноматериалов и нанотехнологии, к.х.н. Мурадовой А.Г.  
и.о. заведующего кафедрой наноматериалов и нанотехнологии, проф., д.х.н. Королевой  
М.Ю.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры наноматериалов и нанотехнологии «28» апреля 2021 г., протокол №11.

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки **28.04.03 «Наноматериалы»**, рекомендациями Методической комиссии и накопленным опытом преподавания дисциплины кафедрой наноматериалов и нанотехнологии РХТУ им. Д.И. Менделеева. Программа рассчитана на изучение дисциплины в течение 1 семестра.

Дисциплина *«Лабораторные работы по физическим и химическим свойствам наноматериалов и наносистем»* относится к обязательной части дисциплин учебного плана. Программа дисциплины предполагает, что обучающиеся имеют теоретическую и практическую подготовку в области коллоидной химии, физической химии и физикохимии наноструктурированных материалов.

**Цель дисциплины** – приобретение знаний, умений, владений и формирование компетенций в области физических и химических свойств наноматериалов, на которых основано применение наноматериалов и дальнейшее развитие химической технологии наноматериалов.

**Задачи дисциплины** – формирование у обучающихся представлений об основных свойствах наноматериалов, методах их оценки и экспериментального исследования, описание и порядок выполнения лабораторных работ.

Дисциплина *«Лабораторные работы по физическим и химическим свойствам наноматериалов и наносистем»* преподается во 2 семестре. Контроль успеваемости студентов ведется по принятой в университете рейтинговой системе.

Рабочая программа дисциплины может быть реализована с применением электронных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на приобретение следующих **компетенций и индикаторов их достижения:**

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
Применение фундаментальных знаний в профессиональной деятельности	<b>ОПК-1.</b> Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области получения и исследования наноматериалов и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных и математических моделей	<b>ОПК-1.3.</b> Использует физико-химический подход для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования процессов синтеза и исследования наноматериалов
Исследовательская деятельность	<b>ОПК-4.</b> Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических	<b>ОПК-4.2.</b> Формирует демонстрационный материал и представляет результаты своей исследовательской деятельности на

	задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов	научных конференциях, во время промежуточных и итоговых аттестаций.
Правовая ответственность	<b>ОПК-6.</b> Способен демонстрировать социальную ответственность за принимаемые решения, учитывать правовые и культурные аспекты, обеспечивать устойчивое развитие при ведении профессиональной и иной деятельности	<b>ОПК-6.1.</b> Рассчитывает длительность выполнения технологических операций с использованием нормативных справочников; <b>ОПК-6.2.</b> Оценивает по критериям технологии синтеза наноматериалов с точки зрения безопасности для сотрудников и окружающей среды; <b>ОПК-6.3.</b> Использует методики организации работы персонала, соблюдения технологической и трудовой дисциплины.
Разработка нормативной документации	<b>ОПК-7.</b> Способен разрабатывать и актуализировать научно-техническую документацию в области получения наноматериалов	<b>ОПК-7.1.</b> Использует техническую и справочную литературу, нормативные документы при выполнении исследовательской работы в области технологии и методов диагностики наноматериалов; <b>ОПК-7.2.</b> Составляет отчеты по экспериментальным и теоретическим исследованиям, практической деятельности в соответствии с устанавливаемыми требованиями.

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

*знать:*

- современные научные достижения и перспективные направления работ в области физических и химических свойств наноматериалов;
- современные представления о физико-химических механизмах и процессах, протекающих при использовании наноматериалов;
- физико-химические способы управления свойствами наноматериалов, модификации наноматериалов;
- прогнозирование развития функциональных наноматериалов на основе их физических и химических свойств.

*уметь:*

- проводить анализ научно-технической информации, в области физических и химических свойств наноматериалов;
- определять эффективные физико-химические методы создания новых функциональных наноматериалов с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения;
- применять теоретические знания физико-химических свойств современных и перспективных наноматериалов для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях.

*владеть:*

- навыками работы с научно-технической, справочной литературой и

электронными ресурсами, затрагивающими фундаментальные и практические аспекты создания современных наноматериалов;

– способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, выявлению проблем и формулированию подходов для решения исследовательских и практических задач в области нанотехнологии и наноматериалов.

– методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам физико-химических свойств и химической технологии наноматериалов;

– навыками нахождения и использования справочных литературных данных и компьютерных баз данных по составу, структуре и физико-химическим свойствам основных типов функциональных и конструкционных наноматериалов.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем дисциплины		
	ЗЕ	Акад. ч.	Астр. ч.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>2</b>	<b>72</b>	<b>54</b>
<b>Контактная работа – аудиторные занятия:</b>	<b>0,94</b>	<b>34</b>	<b>25</b>
Лабораторные работы (ЛР)	0,94	34	25
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1,06</b>	<b>38</b>	<b>29</b>
Контактная самостоятельная работа	1,06	0,4	0,3
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		37,6	28,7
<b>Вид контроля:</b>	<b>Зачет с оценкой</b>		

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Академ. часов				
		Всего	Лекции	Прак. зан.	Лаб. работы	Сам. работа
<b>1</b>	<b>Диффузия по межфазным границам. Зернограничная диффузия.</b>	<b>12</b>	-	-	6	6
<b>1.1</b>	Лабораторная работа №1 «Объемная и зернограничная диффузия»	12	-	-	6	6
<b>2</b>	<b>Особенности магнитных свойств наноматериалов.</b>	<b>32</b>	-	-	16	16
<b>2.1</b>	Лабораторная работа №2 «Получение и исследование свойств магнитной жидкости с дисперсионной средой вакуумного масла»	16	-	-	8	8
<b>2.2</b>	Лабораторная работа №3 «Получение и исследование магнитных свойств нанокompозитов Nd <sub>2</sub> Fe <sub>14</sub> B»	16	-	-	8	8
<b>3</b>	<b>Особенности кинетики процессов в гетерофазных системах с наноструктурами.</b>	<b>14</b>	-	-	6	8
<b>3.1</b>	Лабораторная работа №4 «Изучение кинетики высвобождения водорастворимых веществ из наноструктурированных сред методом диализа»	14	-	-	6	8
<b>4</b>	<b>Размерный эффект.</b>	<b>14</b>	-	-	6	8
<b>4.1</b>	Лабораторная работа №5 «Синтез квантовых точек CdSe исследование их фотолюминесцентных свойств».	14	-	-	6	8
	Подготовка к зачету	-	-	-	-	-
	<b>ИТОГО:</b>	<b>72</b>	-	-	<b>34</b>	<b>38</b>

### 4.2. Содержание разделов дисциплины

#### **Раздел 1. Диффузия по межфазным границам. Зернограничная диффузия.**

Лабораторная работа №1 «Объемная и зернограничная диффузия» Определение энергий активации и предэкспоненциальных множителей объемной и зернограничной диффузии. Сравнение параметров зернограничной и объемной диффузии.

#### **Раздел 2. Особенности магнитных свойств наноматериалов.**

Лабораторная работа №2 «Получение и исследование свойств магнитной жидкости с дисперсионной средой вакуумного масла». Получение частиц дисперсной фазы магнитной жидкости методом соосаждения. Исследование размера частиц дисперсии магнитной жидкости методом динамического светорассеяния.

Лабораторная работа №3 «Получение и исследование магнитных свойств нанокompозитов  $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ ». Синтез нанокompозитных частиц  $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$  и исследование магнитных свойств. Определение размеров частиц  $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$  методом оптического светопропускания и электронной микроскопии.

**Раздел 3. Особенности кинетики процессов в гетерофазных системах с наноструктурами.**

Лабораторная работа №4 «Изучение кинетики высвобождения водорастворимых веществ из наноструктурированных сред методом диализа». Изучение кинетики высвобождения водорастворимого красителя родамина С из микроэмульсии и жидкого красителя лецитина методом диализа.

**Раздел 4. Размерный эффект.**

Лабораторная работа №5 «Синтез квантовых точек  $\text{CdSe}$ ». Синтез квантовых точек  $\text{CdSe}$  методом горячей инъекции. Исследование фотолюминесцентных свойств квантовых точек.

## 5. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРЕБОВАНИЯМ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	В результате освоения дисциплины студент должен:	Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
	<b>Знает:</b>				
1	– современные научные достижения и перспективные направления работ в области физических и химических свойств наноматериалов;	+	+	+	+
2	– современные представления о физико-химических механизмах и процессах, протекающих при использовании наноматериалов;	+	+	+	+
3	– физико-химические способы управления свойствами наноматериалов, модификации наноматериалов;	+	+	+	+
4	– прогнозирование развития функциональных наноматериалов на основе их физических и химических свойств.	+	+	+	+
	<b>Умеет:</b>				
5	– проводить анализ научно-технической информации, в области физических и химических свойств наноматериалов;	+	+	+	+
6	– определять эффективные физико-химические методы создания новых функциональных наноматериалов с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения;	+	+	+	+
7	– применять теоретические знания физико-химических свойств современных и перспективных наноматериалов для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях.	+	+	+	+
	<b>Владеет:</b>				
8	– навыками работы с научно-технической, справочной литературой и электронными ресурсами, затрагивающими фундаментальные и практические аспекты создания современных наноматериалов;	+	+	+	+
9	– способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, выявлению проблем и формулированию подходов для решения исследовательских и практических задач в области нанотехнологии и наноматериалов.	+	+	+	+



10	– методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам физико-химических свойств и химической технологии наноматериалов;	+	+	+	+
11	– навыками нахождения и использования справочных литературных данных и компьютерных баз данных по составу, структуре и физико-химическим свойствам основных типов функциональных и конструкционных наноматериалов	+	+	+	+
<b>В результате освоения дисциплины студент должен приобрести следующие общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:</b>					
	<b>Код и наименование ОПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ПК</b>			
12	<b>ОПК-1.</b> Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области получения и исследования наноматериалов и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных и математических моделей	<b>ОПК-1.3.</b> Использует физико-химический подход для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования процессов синтеза и исследования наноматериалов	+	+	+
13	<b>ОПК-4.</b> Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов	<b>ОПК-4.2.</b> Формирует демонстрационный материал и представляет результаты своей исследовательской деятельности на научных конференциях, во время промежуточных и итоговых аттестаций.	+	+	+

	<p><b>ОПК-6.</b> Способен демонстрировать социальную ответственность за принимаемые решения, учитывать правовые и культурные аспекты, обеспечивать устойчивое развитие при ведении профессиональной и иной деятельности</p>	<p><b>ОПК-6.1.</b> Рассчитывает длительность выполнения технологических операций с использованием нормативных справочников;  <b>ОПК-6.2.</b> Оценивает по критериям технологии синтеза наноматериалов с точки зрения безопасности для сотрудников и окружающей среды;  <b>ОПК-6.3.</b> Использует методики организации работы персонала, соблюдения технологической и трудовой дисциплины.</p>	+	+	+	+
	<p><b>ОПК-7.</b> Способен разрабатывать и актуализировать научно-техническую документацию в области получения наноматериалов</p>	<p><b>ОПК-7.1.</b> Использует техническую и справочную литературу, нормативные документы при выполнении исследовательской работы в области технологии и методов диагностики наноматериалов;  <b>ОПК-7.2.</b> Составляет отчеты по экспериментальным и теоретическим исследованиям, практической деятельности в соответствии с устанавливаемыми требованиями.</p>	+	+	+	+

## 6. ПРАКТИЧЕСКИЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

### 6.1. Практические занятия

Практические занятия не предусмотрены

### 6.2 Лабораторные занятия

Выполнение лабораторного практикума способствует закреплению материала, изучаемого в дисциплине «**Лабораторные работы по физическим и химическим свойствам наноматериалов и наносистем**», а также дает знания о способах получения наноматериалов различными жидкофазными методами и исследование их свойств.

Максимальное количество баллов за выполнение и защиту лабораторного практикума составляет 100 баллов (максимально по 12 баллов за каждую работу). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часы
1	1	Лабораторная работа «Объемная и зернограничная диффузия»	6
2	2	Лабораторная работа №1 «Получение и исследование свойств магнитной жидкости с дисперсионной средой вакуумного масла»	8
3	2	Лабораторная работа №3 «Получение и исследование магнитных свойств нанокompозитов Nd <sub>2</sub> Fe <sub>14</sub> B»	8
4	3	Лабораторная работа «Изучение кинетики высвобождения водорастворимых веществ из наноструктурированных сред методом диализа».	6
5	4	Лабораторная работа «Синтез квантовых точек CdSe». Синтез квантовых точек CdSe методом горячей инъекции. Исследование фотолюминесцентных свойств квантовых точек.	6

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Учебной программой дисциплины **Лабораторные работы по физическим и химическим свойствам наноматериалов и наносистем** предусмотрена самостоятельная работа обучающегося в объеме 38 часов (1,05 зач. ед.). Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- регулярную проработку пройденного на лабораторных занятиях материала;
- подготовку к защите лабораторной работы;
- ознакомление и проработку рекомендованной литературы, работу с электронно-библиотечными системами, включая переводы публикаций из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- подготовку к сдаче зачета по дисциплине.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь период изучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал,

законспектированный на лабораторной работе, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в учебной программе. При работе с указанными источниками рекомендуется составлять краткий конспект материала, с обязательным фиксированием библиографических данных источника.

## **8. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Примерная тематика реферативно-аналитической работы**

Реферативно-аналитические работы не предусмотрены.

### **8.2. Примеры вопросов для текущего контроля освоения дисциплины**

Для текущего контроля предусмотрены защиты лабораторных работ по каждому разделу). Максимальная оценка за защиту лабораторной работы составляет по 12 баллов за

**Раздел 1. Примеры вопросов к защите лабораторной работы № 1.**  
**Максимальная оценка – 12 баллов. Контрольная работа содержит 5 вопросов.**

1. Какие кинетические режимы диффузии по Харрисону вы знаете?
2. Какому из перечисленных кинетических режимов должны удовлетворять полученные образцы?
3. Какие координаты спрямления необходимо выбрать при определении коэффициента объемной диффузии? Объясните свой выбор.
4. Какие координаты спрямления необходимо выбрать при определении коэффициента зернограничной диффузии? Объясните свой выбор.
5. Почему полученные в работе значения коэффициентов объемной диффузии и зернограничной диффузии приведены в разных единицах измерения?

**Раздел 2. Примеры вопросов к защите лабораторной работы № 2**  
**Максимальная оценка – 12 баллов. Контрольная работа содержит 5 вопросов.**

1. Какие жидкофазные методы получения наночастиц оксидов железа вы знаете?
2. Что является наиболее распространенным в лабораторной практике материалом магнитных наночастиц?
3. Какими преимуществами и недостатками обладает метод соосаждения? Опишите основные характеристики наночастиц  $Fe_3O_4$ , получаемых таким методом.
4. Чем определяется устойчивость наночастиц в магнитной жидкости к агрегации, вызванной диполь-дипольным взаимодействием?
5. Какие основные требования, предъявляемые к магнитным жидкостям?

**Раздел 3. Примеры вопросов к защите лабораторной работы № 4**  
**Максимальная оценка – 12 баллов. Контрольная работа содержит 5 вопросов.**

1. Что такое диализ?
2. Как диализ применяется для очистки белков?
3. Какие наноструктурированные среды можно применить в качестве носителей лекарственных веществ?
4. Как подобрать размер пор диализного мешка?
5. Изобразите схему установки для диализа?

**Раздел 4. Примеры вопросов к защите лабораторной работы № 5**  
**Максимальная оценка – 12 баллов. Контрольная работа содержит 5 вопросов.**

1. Какие нанообъекты относят к «квантовым точкам»?

2. Какие способы получения квантовых точек Вы знаете?
3. Какой физический смысл уравнения Тауца в определении размера квантовых точек?
4. Каким образом можно определить размер частиц квантовых точек используя спектрофотометр Varian Cary 50.
5. Что представляет собой метод горячей инжекции. Какие факторы оказывают влияние на образование и рост квантовых точек в жидкой среде?

### **8.3. Вопросы для итогового контроля освоения дисциплины (Зачет с оценкой)**

Итоговый контроль проводится в форме устного опроса (зачет с оценкой). Билет для проведения зачета содержит 5 вопросов. Максимальная оценка за каждый вопрос – 8 баллов, максимальная общая оценка – 40 баллов). Общая оценка зачета складывается путем суммирования баллов на зачете с оценкой. Максимальная оценка зачета – 100 баллов.

#### **Примеры контрольных вопросов для итогового контроля освоения дисциплины (Зачет с оценкой)**

1. Основные типы магнитотвердых и магнитомягких материалов. Сравнительные характеристики, способы получения, зависимости состав-структура-свойства.
2. Методы измерения магнитной восприимчивости: весы Фарадея, вибромагнетометр, СКВИД-магнетометр, индуктивные измерения.
3. Оценка размера наночастиц, используя уравнение Шерера.
4. Оценка размера наночастиц методом динамического светорассеивания.
5. Жидкофазные методы получения наночастиц оксидов железа.
6. Что является наиболее распространенным в лабораторной практике материалом магнитных наночастиц?
7. Назовите основные способы получения таких наночастиц.
8. Какова роль ультразвука при получении наночастиц методом соосаждения? Какой размер имеют получаемые наночастицы?
9. Чем определяется возможность вхождения катионов в структуру ферритов, чем определяется предел такого вхождения?
10. Какие задачи могут решаться введением дополнительных катионов в структуру ферритов?
11. Чем определяется устойчивость наночастиц в магнитной жидкости к агрегации, вызванной диполь-дипольным взаимодействием?
12. Почему наночастиц для создания магнитных жидкостей чаще всего получают методом соосаждения?

#### 8.4. Структура и пример билета для итогового контроля освоения дисциплины (Зачет с оценкой)

«Утверждаю» Руководитель магистерской программы  _____	<b>Министерство науки и высшего образования РФ</b>
	<b>Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева</b>
	<b>Кафедра наноматериалов и нанотехнологии</b>
	<b>28.04.03 «Наноматериалы» Магистерская программа – «Химическая технология наноматериалов»</b>
	<b>«Лабораторные работы по физическим и химическим свойствам наноматериалов и наносистем»</b>
<b>Билет № 1</b>	
1. Оценка размера наночастиц методом динамического светорассеивания. 2. Жидкофазные методы получения наночастиц оксидов железа. 3. Что является наиболее распространенным в лабораторной практике материалом магнитных наночастиц? 4. Назовите основные способы получения таких наночастиц. 5. Какова роль ультразвука при получении наночастиц методом соосаждения? Какой размер имеют получаемые наночастицы?	

### 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 9.1. Рекомендуемая литература

##### А. Основная литература

1. Методы получения и исследования наноматериалов и наноструктур. Лабораторный практикум по нанотехнологиям: учебное пособие / Мишина Е. Д., Шерстюк Н. Э., Евдокимов А. А, Вальднер В. О. Изд.: Лаборатория знаний. 2017. -187 С..

##### Б. Дополнительная литература

1. Блум Э.Я., Майоров М.М., Цеберс А.О. Магнитные жидкости. Рига: Зинатне, 1989.- 387 с.

2. Нанохимия и наноматериалы: учебное пособие / Шабатина Т. И., Голубев А. Н. - М.: Изд. МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2014. -63 С..

#### 9.2. Рекомендуемые источники научно-технической информации

- Раздаточный иллюстративный материал.
- Презентации к лекциям.
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ.

Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет:

- [http:// www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
- [http:// www.scopus.com](http://www.scopus.com)

#### 9.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

Для реализации дисциплины подготовлены следующие средства обеспечения освоения дисциплины:

- контрольные вопросы для текущего контроля освоения лабораторных работ.

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

Информационную поддержку изучения дисциплины осуществляет Информационно-библиотечный центр (ИБЦ) РХТУ им. Д.И. Менделеева, который обеспечивает обучающихся основной учебной, учебно-методической и научной литературой, необходимой для организации образовательного процесса по дисциплине. Общий объем многоотраслевого фонда ИБЦ на 01.01.2021 составляет 1 716 243 экз.

Фонд ИБЦ располагает учебной, учебно-методической и научно-технической литературой в форме печатных и электронных изданий, а также включает официальные, справочно-библиографические, специализированные отечественные и зарубежные периодические и информационные издания. ИБЦ обеспечивает доступ к профессиональным базам данных, информационным, справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся обеспечен свободным доступом из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет и к электронно-библиотечной системе (ЭБС) Университета, которая содержит различные издания по основным изучаемым дисциплинам и сформирована по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Для более полного и оперативного справочно-библиографического и информационного обслуживания в ИБЦ реализована технология Электронной доставки документов.

Полный перечень электронных информационных ресурсов, используемых в процессе обучения, представлен в основной образовательной программе.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «**Лабораторные работы по физическим и химическим свойствам наноматериалов и наносистем**» проводятся в форме лабораторных работ и самостоятельной работы обучающегося.

### **11.1. Оборудование, необходимое в образовательном процессе**

#### **Оборудование, необходимое для работы, анализа:**

Научные лаборатории, снабженные лабораторной мебелью, вытяжными шкафами, химической посудой, реактивами, необходимым общелабораторным оборудованием (весы аналитические, сушильные шкафы, вакуум-сушильные шкафы, колбонагреватели, ротационные испарители, термостаты, печи муфельные, центрифуги, магнитные мешалки, ультразвуковые гомогенизаторы, рН-метры, кондуктометры) и специализированным оборудованием для разработки, синтеза и исследования свойств наноматериалов и наноструктурированных систем, в том числе планетарная микромельница, спектрофотометр в УФ и видимой области, синхронный термический анализатор, анализатор размера и дзета-потенциала частиц, анализатор стабильности дисперсных систем, ротационный вискозиметр (реометр).

#### **11.2. Учебно-наглядные пособия**

Учебно-наглядные пособия дисциплиной «Лабораторные работы по физическим и химическим свойствам наноматериалов и наносистем» не предусмотрены.

### **11.3. Компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства**

Персональные компьютеры, укомплектованные проигрывателями CD и DVD, принтерами и программными средствами; проекторы и экраны; цифровые камеры; копировальные аппараты; локальная сеть с выходом в Интернет.

#### 11.4. Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса.

Электронные образовательные ресурсы: электронные презентации к разделам лекционного курса; учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий.

#### 11.5. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п.п.	Наименование программного продукта	Реквизиты договора поставки	Количество лицензий	Срок окончания действия лицензии
1.	Calculate Linux Desktop	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
2.	LibreOffice	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
3.	ABBYY FineReader	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
4.	7-Zip	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
5.	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
6.	VLC Media Player	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
7.	Discord	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
8.	Autodesk AutoCAD	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
9.	IntelliJ IDEA	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
10.	FreeCAD	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
11.	SMath Studio	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
12.	Corel Academic Site Standard	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	Лицензия для активации на рабочих станциях, покрывает все рабочие места в университете	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)



13.	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.	Контракт № 90-133ЭА/2021 от 07.09.2021	500 лицензий	12 месяцев (ежегодное продление подписки с правом перехода на обновлённую версию продукта)
14.	GIMP	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно
15.	OBS (Open Broadcaster Software) Studio	Свободно распространяемое ПО	Не ограничено	Бессрочно

## 12. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
<b>Раздел 1. Диффузия по межфазным границам. Зернограничная диффузия.</b>	<p><i>знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– современные научные достижения и перспективные направления работ в области физических и химических свойств наноматериалов;</li> <li>– современные представления о физико-химических механизмах и процессах, протекающих при использовании наноматериалов;</li> <li>– физико-химические способы управления свойствами наноматериалов, модификации наноматериалов;</li> <li>– прогнозирование развития функциональных наноматериалов на основе их физических и химических свойств.</li> </ul> <p><i>умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить анализ научно-технической информации, в области физических и химических свойств наноматериалов;</li> <li>– определять эффективные физико-химические методы создания новых функциональных наноматериалов с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения;</li> <li>– применять теоретические знания физико-химических свойств современных и перспективных наноматериалов для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях.</li> </ul> <p><i>владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками работы с научно-технической, справочной литературой и электронными ресурсами, затрагивающими</li> </ul>	Защита лабораторной работы №1. Оценка на зачёте.

	<p>фундаментальные и практические аспекты создания современных наноматериалов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, выявлению проблем и формулированию подходов для решения исследовательских и практических задач в области нанотехнологии и наноматериалов.</li> <li>- методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам физико-химических свойств и химической технологии наноматериалов;</li> <li>- навыками нахождения и использования справочных литературных данных и компьютерных баз данных по составу, структуре и физико-химическим свойствам основных типов функциональных и конструкционных наноматериалов.</li> </ul>	
<p><b>Раздел 2. Особенности магнитных свойств наноматериалов.</b></p>	<p><i>знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные научные достижения и перспективные направления работ в области физических и химических свойств наноматериалов;</li> <li>- современные представления о физико-химических механизмах и процессах, протекающих при использовании наноматериалов;</li> <li>- физико-химические способы управления свойствами наноматериалов, модификации наноматериалов;</li> <li>- прогнозирование развития функциональных наноматериалов на основе их физических и химических свойств.</li> </ul> <p><i>умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить анализ научно-технической информации, в области физических и химических свойств наноматериалов;</li> <li>- определять эффективные физико-химические методы создания новых функциональных наноматериалов с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения;</li> <li>- применять теоретические знания физико-химических свойств современных и перспективных наноматериалов для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях.</li> </ul> <p><i>владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками работы с научно-технической, справочной литературой и</li> </ul>	<p>Защита лабораторных работ №2, №3. Оценка на зачёте.</p>

	<p>электронными ресурсами, затрагивающими фундаментальные и практические аспекты создания современных наноматериалов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, выявлению проблем и формулированию подходов для решения исследовательских и практических задач в области нанотехнологии и наноматериалов.</li> <li>- методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам физико-химических свойств и химической технологии наноматериалов;</li> </ul> <p>навыками нахождения и использования справочных литературных данных и компьютерных баз данных по составу, структуре и физико-химическим свойствам основных типов функциональных и конструкционных наноматериалов.</p>	
<p><b>Раздел 3. Особенности кинетики процессов в гетерофазных системах с наноструктурами.</b></p>	<p><i>знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные научные достижения и перспективные направления работ в области физических и химических свойств наноматериалов;</li> <li>- современные представления о физико-химических механизмах и процессах, протекающих при использовании наноматериалов;</li> <li>- физико-химические способы управления свойствами наноматериалов, модификации наноматериалов;</li> <li>- прогнозирование развития функциональных наноматериалов на основе их физических и химических свойств.</li> </ul> <p><i>умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить анализ научно-технической информации, в области физических и химических свойств наноматериалов;</li> <li>- определять эффективные физико-химические методы создания новых функциональных наноматериалов с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения;</li> <li>- применять теоретические знания физико-химических свойств современных и перспективных наноматериалов для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях.</li> </ul> <p><i>владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками работы с научно-</li> </ul>	<p>Защита лабораторной работы №4. Оценка на зачёте.</p>

	<p>технической, справочной литературой и электронными ресурсами, затрагивающими фундаментальные и практические аспекты создания современных наноматериалов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, выявлению проблем и формулированию подходов для решения исследовательских и практических задач в области нанотехнологии и наноматериалов.</li> <li>- методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам физико-химических свойств и химической технологии наноматериалов;</li> </ul> <p>навыками нахождения и использования справочных литературных данных и компьютерных баз данных по составу, структуре и физико-химическим свойствам основных типов функциональных и конструкционных наноматериалов.</p>	
<p><b>Раздел 4. Размерный эффект.</b></p>	<p><i>знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные научные достижения и перспективные направления работ в области физических и химических свойств наноматериалов;</li> <li>- современные представления о физико-химических механизмах и процессах, протекающих при использовании наноматериалов;</li> <li>- физико-химические способы управления свойствами наноматериалов, модификации наноматериалов;</li> <li>- прогнозирование развития функциональных наноматериалов на основе их физических и химических свойств.</li> </ul> <p><i>умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить анализ научно-технической информации, в области физических и химических свойств наноматериалов;</li> <li>- определять эффективные физико-химические методы создания новых функциональных наноматериалов с комплексом заданных свойств для конкретных областей применения;</li> <li>- применять теоретические знания физико-химических свойств современных и перспективных наноматериалов для решения исследовательских и прикладных задач, в том числе в междисциплинарных областях.</li> </ul> <p><i>владеет:</i></p>	<p>Защита лабораторной работы №5. Оценка на зачёте.</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками работы с научно-технической, справочной литературой и электронными ресурсами, затрагивающими фундаментальные и практические аспекты создания современных наноматериалов;</li> <li>– способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, выявлению проблем и формулированию подходов для решения исследовательских и практических задач в области нанотехнологии и наноматериалов.</li> <li>– методами работы с научно-технической, справочной литературой и электронно-библиотечными ресурсами по теоретическим и технологическим аспектам физико-химических свойств и химической технологии наноматериалов;</li> <li>навыками нахождения и использования справочных литературных данных и компьютерных баз данных по составу, структуре и физико-химическим свойствам основных типов функциональных и конструкционных наноматериалов.</li> </ul>	
--	--	--

### **13. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программ бакалавриата, программ специалитета, программ магистратуры в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятым решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 30.10.2019, протокол № 3, введенным в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.11.2019 № 646А;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины  
«Лабораторные работы по физическим и химическим свойствам наноматериалов и  
наносистем»**

**основной образовательной программы**

**28.04.03 «Наноматериалы»**

код и наименование направления подготовки (специальности)

**«Химическая технология наноматериалов»**

наименование ООП

Форма обучения: очная

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
1.		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.
		протокол заседания Ученого совета № _____ от «___» _____ 20__ г.