

**Рабочая программа дисциплины (модуля) «Физические и химические свойства наноматериалов и наносистем», включая оценочные материалы**

**1. Требования к результатам обучения по дисциплине (модулю)**

**1.1. Перечень компетенций, формируемых дисциплиной (модулем) в процессе освоения образовательной программы**

Группа компетенций	Категория компетенций	Коды и содержание компетенций
Универсальные	Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
Общепрофессиональные	-	-
Профессиональные	-	ПК-1 Способен диагностировать структуру материала на микро- и наноуровне
	-	ПК-2 Способен самостоятельно проводить работы по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов

**1.2. Компетенции и индикаторы их достижения, формируемых дисциплиной (модулем) в процессе освоения образовательной программы**

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Содержание индикатора компетенции
УК-1	УК-1.3	На основе системного подхода ориентируется в перспективных направлениях профильных отраслей науки, актуальных проблемах теории и практики в профессиональной сфере и путях их решения
ПК-1	ПК-1.4	Определяет структуру наноматериалов и наноструктурированных сред с использованием сканирующей зондовой микроскопии
ПК-1	ПК-1.5	Применяет термические методы анализа для определения структуры материалов на микро- и наноуровне
ПК-2	ПК-2.1	Формирует требования к экспериментальным образцам наноматериалов и наносистем и результатам научно-исследовательских работ по их разработке
ПК-2	ПК-2.2	Выбирает методы и средства проведения исследований и разработок
ПК-2	ПК-2.3	Определяет пути решения научных и технических задач в области работ по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов

**1.3. Результаты обучения по дисциплине (модулю)**

**Цель изучения дисциплины (модуля)** – приобретение знаний, умений, владений и формирование компетенций в области теории и практики использования нанотехнологий и создания наноматериалов, свойств наноматериалов, их перспективных областей применения и направлений дальнейшего развития.

В результате изучения дисциплины (модуля) обучающийся 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.

## 2. Объем, структура и содержание дисциплины (модуля)

### 2.1. Объем дисциплины (модуля)

<i>Виды учебной работы</i>	<i>Формы обучения</i>
	<i>Очная</i>
<b>Общая трудоемкость:</b> зачетные единицы/часы	4/144
<b>Контактная работа:</b>	90
Занятия лекционного типа	36
Занятия семинарского типа	54
<b>Консультации</b>	0
<b>Промежуточная аттестация:</b> зачет с оценкой	0
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	54

### 2.2. Темы (разделы) дисциплины (модуля) с указанием отведенного на них количества часов по формам образовательной деятельности

#### *Очная форма обучения*

Формы учебной работы								
№ п/п	Наименование тем (разделов)	Виды учебной работы (в часах)						СР
		Контактная работа						
		Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				
		Л	Иные	ПЗ	С	ЛР	Иные	
1.	Раздел 1.	8	0	12	0	0	0	12
2.	Раздел 2.	10	0	14	0	0	0	14
3.	Раздел 3.	10	0	14	0	0	0	14
4.	Раздел 4.	8	0	14	0	0	0	14

**Примечания:**

Л – лекции, ПЗ – практические занятия, С – семинары, ЛР – лабораторные работы, СР – самостоятельная работа.

### 2.3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) и видам работ

#### **Содержание лекционного курса**

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Содержание лекционного курса
1.	Раздел 1.	1.1. Введение. Современное состояние, проблемы и перспективы развития нанотехнологии и наноматериалов. История развития науки о наноматериалах и нанотехнологии. Вклад отечественных ученых. Особые физические и химические свойства нанообъектов и наноструктурированных систем. Размерный эффект. Зависимость свойств от размера структурных элементов материала (частиц, кластеров, зерен) и проявление размерного эффекта. Особенности диффузионно-кинетических процессов в гетерофазных системах с

		<p>наноструктурами. Способы стабилизации наночастиц. Размерные эффекты в кинетике.</p> <p>1.2. Наноматериалы в электронике. Полупроводниковые наноструктуры: квантовые ямы, нити и точки. Особенности поведения электрона в наноструктурах. Получение и применение квантовых точек. Эпитаксия. Механизмы образования квантовых точек. Сверхрешетки. Формирование полупроводниковых интегральных микросхем (ИМС). Литография. Квантовый транзистор. Квантовый лазер. Квантовый компьютер.</p> <p>1.3. Физико-химические основы получения нанопорошков, наноструктур и консолидированных наноматериалов. Основные методы получения наноматериалов. Получение нанопорошков. Метод Глейтера. Вклад советских ученых в совершенствование методов получения наноматериалов. Стабильность нанопорошков. Методы интенсивной пластической деформации. Технологии 3D-печати (3D-Printing)</p>
2.	Раздел 2.	<p>2.1. Композиционные наноматериалы. Классификация композиционных материалов. Основные типы структур композиционных материалов. Характеристика наполнителей. Физические и химические свойства неорганических и органических композиционных материалов.</p> <p>2.2. Механические свойства наноматериалов. Прочность, пластичность и другие параметры, определяющие механические свойства наноматериалов. Анизотропия механических свойств. Влияние морфологии, структуры наночастиц на механические свойства. Влияние наноструктур на механические свойства нанокомпозитов. Влияние ориентации анизотропных наночастиц на механические свойства нанокомпозитов.</p> <p>2.3. Адгезия наноматериалов на различных поверхностях. Адгезионная прочность соединения «адгезив-субстрат». Факторы, влияющие на величину адгезионной прочности. Методы определения адгезии. Определение адгезии наночастиц путём моделирования. Адгезия пленок и наноструктурированных (нанокомпозитных) покрытий. Теории адгезии. Причины повышенной адгезии наночастиц. Влияние избытка поверхностной энергии на адгезионное взаимодействие наночастиц. Зависимость адгезии от морфологии наночастиц</p>
3.	Раздел 3.	<p>3.1. Пористые наноматериалы. Номенклатура пор Международного союза по чистой и прикладной химии (1972 г.). Определение пористости различных видов пор. Пористые материалы различной природы. Нанопористый углерод. Молекулярные сита. Мезопористые мезоструктурированные материалы (МММ). Нанокомпозиты на основе молекулярных сит. Особенности механизма диффузии веществ в нанопористых материалах. Наноматериалы для суперконденсаторов.</p> <p>3.2. Мембраны и мембранные процессы. Полимерные, металлические, керамические, композитные мембраны. Трековые фильтры. Наиболее перспективные области применения мембран. Нанофильтрация. Механизм нанофильтрации. Особенности переноса веществ через мембраны, имеющие наноразмерные поры. Капиллярно-фильтрационный и диффузионный факторы переноса. Роль электростатического взаимодействия ионов разделяемого раствора с материалом мембраны. Современные типы нанофильтрационных мембран.</p> <p>3.3. Диффузия по межфазным границам. Зернограничная диффузия. Особенности диффузионных процессов на межфазных границах. Модели зернограничной диффузии. Зернограничная диффузия в тонких пленках. Влияние</p>

		структуры границ зерен на диффузию. Диффузия и дефекты структуры. Особенности зернограницной диффузии в нанокристаллических материалах Экспериментальные методы для определения параметров зернограницной диффузии.
4.	Раздел 4.	<p>4.1. Особенности магнитных свойств наноматериалов. Влияние размера частиц на магнитные свойства. Основные параметры, зависящие от размерного фактора. Изменение коэрцитивной силы с уменьшением размера магнитной частицы. Переход в суперпарамагнитное состояние. Особенности гистерезисных свойств мелких частиц. Магнитные свойства наночастиц оксидов железа различного размера и структуры. Особенности фундаментальных свойств магнетиков в тонкоплёночном состоянии. Роль поверхности и размерного фактора в формировании магнитной анизотропии. Магнитные жидкости.</p> <p>4.2. Химия нанокластеров. Молекулярные лигандные кластеры. Безлигандные металлические кластеры. Общие тенденции изменения свойств кластеров в зависимости от нуклеарности. Особые точки на зависимостях от нуклеарности, отвечающие так называемым магическим числам. Аномалии реакционной способности кластеров в газовой фазе, соответствующие этим числам. Связь реакционной способности смешанных кластеров с их электронным строением и геометрией.</p> <p>4.3. Наномашины и наноустройства. Ассемблеры и молекулярные машины. Компьютерные модели. Зондовый микроскоп как манипулятор атомами. Нанолитография. Конвертирование внешних воздействий (энергию химической реакции, световую, электрическую, тепловую энергию) в механическую энергию движения. Два типа молекулярных моторов: трансляционный и ротор. Синтез наноавтомобиля. Nanocar Race – международные соревнования наноавтомобилей.</p>

#### Содержание занятий семинарского типа

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Тип	Содержание занятий семинарского типа
1.	Раздел 1.	ПЗ	<p>Вклад отечественных ученых в развитие науки о наноматериалах и нанотехнологии</p> <p>Размерный эффект в свойствах наноматериалов</p> <p>Получение наноматериалов для электроники</p> <p>Физикохимические основы получения нанопорошков и консолидированных наноматериалов</p> <p>Интенсивная пластическая деформация</p>
2.	Раздел 2.	ПЗ	<p>Свойства композиционных наноматериалов</p> <p>Способы введения наночастиц в матрицы композиционных материалов</p> <p>Влияние морфологии и ориентации наночастиц на свойства композиционных материалов</p> <p>Механические свойства наноматериалов</p> <p>Анизотропия механических свойств наноматериалов</p> <p>Адгезия наночастиц на различных поверхностях</p>
3.	Раздел 3.	ПЗ	<p>Пористые наноматериалы</p> <p>Особенности механизма диффузии веществ в нанопористых материалах</p> <p>Мембраны. Мембранный транспорт</p> <p>Нанофильтрация. Особенности мембранного транспорта при нанофильтрации</p> <p>Диффузия по межфазным границам. Зернограницная диффузия</p>
4.	Раздел 4.	ПЗ	<p>Особенности магнитных свойств наноматериалов</p> <p>Размерный эффект в магнитных свойствах наночастиц оксидов железа</p> <p>Особенности химии нанокластеров</p> <p>Аномалии реакционной способности кластеров</p>

			Наномашины и наноустройства
--	--	--	-----------------------------

### **Содержание самостоятельной работы**

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Содержание самостоятельной работы
1.	Раздел 1.	Повторение лекционного материала. Подготовка к занятиям семинарского типа
2.	Раздел 2.	Повторение лекционного материала. Подготовка к занятиям семинарского типа
3.	Раздел 3.	Повторение лекционного материала. Подготовка к занятиям семинарского типа
4.	Раздел 4.	Повторение лекционного материала. Подготовка к занятиям семинарского типа

### **3. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

По дисциплине (модулю) предусмотрены следующие виды контроля качества освоения:

- текущий контроль успеваемости;
- промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине (модулю).

#### **3.1. Оценочные материалы для проведения текущей аттестации по дисциплине (модулю)**

№ п/п	Контролируемые темы (разделы)	Наименование оценочного средства
1.	Раздел 1.	Устный опрос. Контрольная работа
2.	Раздел 2.	Устный опрос. Контрольная работа
3.	Раздел 3.	Устный опрос. Контрольная работа
4.	Раздел 4.	Устный опрос. Контрольная работа

#### **3.1.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля успеваемости**

##### **Устный опрос**

1. Вклад отечественных ученых в развитие науки о наноматериалах и нанотехнологии
2. Размерный эффект в свойствах наноматериалов
3. Получение наноматериалов для электроники
4. Физикохимические основы получения нанопорошков и консолидированных наноматериалов
5. Интенсивная пластическая деформация
6. Свойства композиционных наноматериалов
7. Способы введения наночастиц в матрицы композиционных материалов
8. Влияние морфологии и ориентации наночастиц на свойства композиционных материалов
9. Механические свойства наноматериалов
10. Анизотропия механических свойств наноматериалов
11. Адгезия наночастиц на различных поверхностях
12. Пористые наноматериалы
13. Особенности механизма диффузии веществ в нанопористых материалах
14. Мембраны. Мембранный транспорт
15. Нанофильтрация. Особенности мембранного транспорта при нанофильтрации
16. Диффузия по межфазным границам. Зернограничная диффузия
17. Особенности магнитных свойств наноматериалов
18. Размерный эффект в магнитных свойствах наночастиц оксидов железа
19. Особенности химии нанокластеров
20. Аномалии реакционной способности кластеров
21. Наномашины и наноустройства

##### **Контрольный работа**

1. К процессам мегапластической деформации не относится: 1) закалка из жидкого состояния, 2) равноканальное угловое прессование. 3) сдвиг под давлением, 4) накопительная прокатка.
2. Л.В. Радужкевич и В.М. Лукьянович в СССР в 1952 опубликовали результаты исследований углеродных нанотрубок – нановолокон диаметром 100 нм с пустотелыми каналами, которые были получены в: 1) Rice University, 2) РХТУ (МХТИ) им. Д.И. Менделеева 3) МГУ им. М.В. Ломоносова, 4) Институте физической химии РАН.
3. Кто впервые сформулировал концепцию наноматериалов и ввел в научную литературу термин наноматериалы - сначала как нанокристаллические материалы, потом наноструктурные, нанофазные, нанокомпозитные и т.д.? 1) Фейнман, 2) Дрекслер, 3) Глейтер, 4) Тананаев.
4. Фрагмент проводника или полупроводника, носители заряда (электроны или дырки) которого ограничены в пространстве по всем трём измерениям. 1) квантовая яма, 2) квантовая точка, 3) квантовая антиточка, 4) квантовый барьер.
5. Наибольшим пределом прочности и пределом упругости обладают: 1) стали; 2) полимеры; 3) титановые сплавы; 4) аморфные сплавы.
6. С увеличением деформации доля кристаллической фазы: 1) увеличивается; 2) уменьшается; 3) может как увеличиваться, так и уменьшаться; 4) не изменяется.
7. В СССР при создании диффузионных технологий изотопного обогащения урана и технологических операций ядерно-топливного цикла были впервые синтезированы наноразмерные металлические порошки. Их производство (УЭХК, г. Новоуральск) и успешное применение были отмечены Ленинской премией (И.К. Кикоин, И.Д. Морохов, В.Н. Лаповок и др.). В каком году? 1) 1958, 2) 1971, 3) 1981, 4) 1998.
8. Кто такой Фуллер, Ричард Бакминстер?: 1) первооткрыватель фуллеренов. 2) один из основателей нанотехнологии, 3) американский химик, 4) американский инженер, поэт и философ.
9. Почему квантовые точки называют искусственными атомами? 1) квантовая точка, как и атом, имеет ядро, 2) квантовая точка может вступать в химические реакции подобно атомам, 3) квантовая точка имеет размеры атома, 4) в квантовой точке движение ограничено в трех направлениях и энергетический спектр полностью дискретный, как в атоме.
10. Закон Петча-Холла (Холла-Петча)? 1)  $\sigma_y = \sigma_0 + k/\sqrt{d}$ , 2)  $\Delta P = 2\sigma/r$ , 3)  $\Delta T_m = T_m - T(d) = 6\sigma_{sl} T_m / (d \cdot \Delta H_f)$ , 4)  $\ln(P_j/P_i) = 2v_i \sigma / rRT$
11. Кто и в каком году обосновал Броуновское движение как Марковский процесс? 1) Колмогоров в 1931 году, 2) Марков в 1907 году, 3) Винер в 1925 году, 4) Бокштейн в 1959 году.
12. Что такое диффузия? 1) это процесс переноса вещества, приводящий к возникновению градиента концентрации, реализующийся благодаря перемещениям (скачкам) отдельных частиц (атомов, молекул...) на расстояния большие по сравнению с межатомными. 2) это процесс переноса энергии, приводящий к выравниванию концентрации, реализующийся благодаря перемещениям (скачкам) отдельных частиц (атомов, молекул...) на расстояния большие по сравнению с межатомными, 3) это процесс переноса вещества, приводящий к выравниванию концентрации, реализующийся благодаря взаимодействию отдельных частиц (атомов, молекул...) на расстояния большие по сравнению с межатомными, 4) это процесс переноса вещества, приводящий к выравниванию концентрации, реализующийся благодаря перемещениям (скачкам) отдельных частиц (атомов, молекул...) на расстояния большие по сравнению с межатомными.
13. Присутствует ли корреляция в движении диффундирующих частиц во времени и по ансамблю (т. е. между собой)? 1) отсутствует, 2) присутствует, 3) зависит от

- времени, 4) зависит от вида частиц.
14. Метод, который обладает высокой чувствительностью, позволяет визуализировать путь диффузии изотопа и изучать самодиффузию? 1) радиография, 2) автордиография, 3) флуоресцентный метод, 4) хроматография
  15. Кто опубликовал свои наблюдения зигзагообразного движения частиц суспензии? 1) Перрен, 2) Смолуховский, 3) Эйнштейн, 4) Броун.
  16. Области, в которых все атомные магнитные моменты спонтанно ориентированы это: 1) магнитные границы, 2) магнитные домены, 3) доменные границы, 4) ферромагнитные области.
  17. Что такое молекулярный ассемблер (описан в книге Дрекслера)? 1) мельчайшая частица атома, 2) молекулярная машина, которая запрограммирована строить молекулярную структуру из более простых химических блоков, 3) субклеточная частица, 4) коллоидный ансамбль ПАВ.
  18. Во всех уравнениях диффузии для бесконечных образцов расстояние зависит от времени как:
    - 1)  $\bar{r}^2 \sim t$ ;
    - 2)  $\bar{r} \sim t$ ;
    - 3)  $\bar{r}^3 \sim t$ ;
    - 4)  $\bar{r}^2 \sim t^2$ .
  19. В отличие от ферромагнетиков суперпарамагнетики и парамагнетики: 1) Не намагничиваются; 2) Их намагниченность меньше единицы; 3) Не достигают магнитного насыщения; 4) Не имеют петлю гистерезиса.
  20. В твердых телах диффузия главным образом зависит от: 1) давления; 2) температуры; 3) материала; 4) механических воздействий на тело.

### **3.1.2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости**

#### **Устный ответ**

Оценка знаний предполагает дифференцированный подход к обучающемуся, учет его индивидуальных способностей, степень усвоения и систематизации основных понятий и категорий по дисциплине. Кроме того, оценивается не только глубина знаний поставленных вопросов, но и умение использовать в ответе практический материал. Оценивается культура речи, владение навыками ораторского искусства.

*Критерии оценивания:* последовательность, полнота, логичность изложения, анализ различных точек зрения, самостоятельное обобщение материала, использование профессиональных терминов, культура речи, навыки ораторского искусства. Изложение материала без фактических ошибок.

Оценка «*отлично*» ставится в случае, когда материал излагается исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно, при этом раскрываются не только основные понятия, но и анализируются точки зрения различных авторов. Обучающийся не затрудняется с ответом, соблюдает культуру речи.

Оценка «*хорошо*» ставится, если обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, знает практическую базу, но при ответе на вопрос допускает несущественные погрешности.

Оценка «*удовлетворительно*» ставится, если обучающийся освоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении материала, затрудняется с ответами, показывает отсутствие должной связи между анализом, аргументацией и выводами.

Оценка «*неудовлетворительно*» ставится, если обучающийся не отвечает на поставленные вопросы.

#### **Контрольная работа**

Оценивается не только глубина знаний поставленных вопросов, но и умение изложить письменно.

*Критерии оценивания:* последовательность, полнота, логичность изложения, анализ различных точек зрения, самостоятельное обобщение материала. Изложение материала без фактических ошибок.

Оценка «отлично» ставится в случае, когда соблюдены все критерии.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, знает практическую базу, но допускает несущественные погрешности.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся освоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении материала, затрудняется с ответами, показывает отсутствие должной связи между анализом, аргументацией и выводами.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся не отвечает на поставленные вопросы.

### 3.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

#### 3.2.1. Критерии оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)

Шкала оценивания	Результаты обучения	Показатели оценивания результатов обучения
ОТЛИЧНО	Знает:	- обучающийся глубоко и всесторонне усвоил материал, уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает, опираясь на знания основной и дополнительной литературы, - на основе системных научных знаний делает квалифицированные выводы и обобщения, свободно оперирует категориями и понятиями.
	Умеет:	- обучающийся умеет самостоятельно и правильно решать учебно-профессиональные задачи или задания, уверенно, логично, последовательно и аргументировано излагать свое решение, используя научные понятия, ссылаясь на нормативную базу.
	Владет:	- обучающийся владеет рациональными методами (с использованием рациональных методик) решения сложных профессиональных задач, представленных деловыми играми, кейсами и т.д.; При решении продемонстрировал навыки - выделения главного, - связкой теоретических положений с требованиями руководящих документов, - изложения мыслей в логической последовательности, - самостоятельного анализа факты, событий, явлений, процессов в их взаимосвязи и диалектическом развитии.
ХОРОШО	Знает:	- обучающийся твердо усвоил материал, достаточно грамотно его излагает, опираясь на знания основной и дополнительной литературы, - затрудняется в формулировании квалифицированных выводов и обобщений, оперирует категориями и понятиями, но не всегда правильно их верифицирует.
	Умеет:	- обучающийся умеет самостоятельно и в основном правильно решать учебно-профессиональные задачи или задания, уверенно, логично, последовательно и аргументировано излагать свое решение, не в полной мере используя научные понятия и ссылки на нормативную базу.
	Владет:	- обучающийся в целом владеет рациональными методами решения сложных профессиональных задач, представленных деловыми играми, кейсами и т.д.; При решении смог продемонстрировать достаточность, но не глубинность навыков, - выделения главного, - изложения мыслей в логической последовательности, - связки теоретических положений с требованиями руководящих документов, - самостоятельного анализа факты, событий, явлений, процессов в их



		взаимосвязи и диалектическом развитии.
УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО	Знает:	- обучающийся ориентируется в материале, однако затрудняется в его изложении; - показывает недостаточность знаний основной и дополнительной литературы; - слабо аргументирует научные положения; - практически не способен сформулировать выводы и обобщения; - частично владеет системой понятий.
	Умеет:	- обучающийся в основном умеет решить учебно-профессиональную задачу или задание, но допускает ошибки, слабо аргументирует свое решение, недостаточно использует научные понятия и руководящие документы.
	Владеет:	- обучающийся владеет некоторыми рациональными методами решения сложных профессиональных задач, представленных деловыми играми, кейсами и т.д.; При решении продемонстрировал недостаточность навыков - выделения главного, - изложения мыслей в логической последовательности, - связки теоретических положений с требованиями руководящих документов, - самостоятельного анализа факты, событий, явлений, процессов в их взаимосвязи и диалектическом развитии.
НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО	Знает:	- обучающийся не усвоил значительной части материала; - не может аргументировать научные положения; - не формулирует квалифицированных выводов и обобщений; - не владеет системой понятий.
	Умеет:	обучающийся не показал умение решать учебно-профессиональную задачу или задание.
	Владеет:	не выполнены требования, предъявляемые к навыкам, оцениваемым «удовлетворительно».

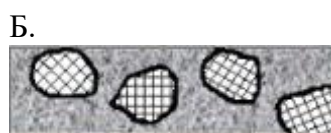
### 3.2.2. Контрольные задания и/или иные материалы для проведения промежуточной аттестации

#### Список вопросов для устных ответов (варианты теста). Тексты проблемно-аналитических и (или) практических учебно-профессиональных задач

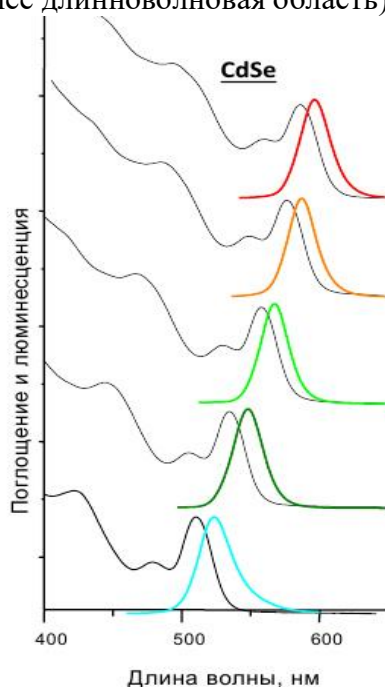
1. За что была присуждена Нобелевская премия Ж.И.Алферову? 1) за основы супрамолекулярной химии, 2) за книгу «Машины создания», 3) за разработку полупроводниковых гетероструктур, 4) за создание туннельного микроскопа
2. Кто получил Нобелевскую премию по физике 2010 г. за эксперименты с графеном? 1) Биннинг и Рорер, 2) Андрей Гейм и Константин Новосёлов, 3) Жорес Алферов 4) Крото и Смолли.
3. Какая из характеристик соответствует кристаллическому состоянию вещества? А) Структурная изотропия. Б) Низкая термодинамическая стабильность. В) Низкие модули упругости. Г) Трансляционная симметрия.
4. Какая из характеристик соответствует аморфному состоянию вещества? А) Дислокационная мода деформации. Деформационное упрочнение. Б) Ближний атомный порядок. В) Высокие модули упругости. Г) Высокая термодинамическая стабильность.
5. Метод Г. Глейтера: 1) пиролиз углеводородов, 2) золь-гель метод, 3) гидролиз алкоксидов, 4) газофазное осаждение и компактирование.
6. Литография методом локального анодного окисления основан на: 1) облучении тонкой пленки, осажденной на подложку; 2) подключении электрического напряжения между наконечником СЗМ и поверхностью; 3) пропускании через ультратонкий образец пучка электронов; 4) нет правильного ответа.
7. Если деформировать титан в камере Бриджмена, что происходит с его свойствами? 1) прочность растёт; коррозионные свойства не меняются, а при больших деформациях они падают; 2) прочность растёт; коррозионные свойства уменьшаются, а при больших деформациях они увеличиваются; 3) прочность растёт;

коррозионные свойства уменьшаются, а при больших деформациях они еще больше уменьшаются; 4) прочность уменьшается; коррозионные свойства не меняются, а при больших деформациях они падают.

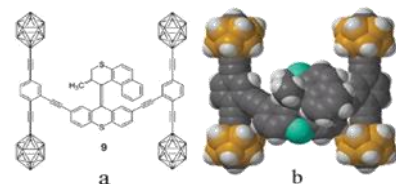
8. Повышение проводящей способности нанотрубок  $\text{TiO}_2$  в присутствии водорода связано: 1) с восстановлением оксида титана, 2) с удалением сорбированного кислорода из межтрубочного пространства, 3) с эффектом сверхпроводимости, 4) с образованием активных форм водорода при сорбции на трубках.
9. Полной кристаллизации при закалке из жидкого состояния соответствует структура изображённая на рисунке: 1) А; 2) Б; 3) В – сосуществуют обе структуры; 4) правильного ответа нет.



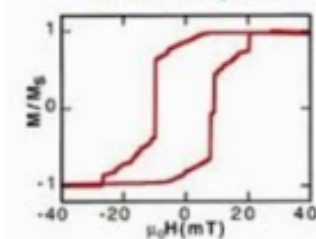
10. На рисунке приведены спектры поглощения и люминесценции квантовых точек  $\text{CdSe}$ . В зависимости от чего спектры смещаются в более длинноволновую область электромагнитного излучения? 1) В зависимости от размера квантовых точек, с увеличением размера спектр смещается вправо (более длинноволновая область); 2) В зависимости от концентрации квантовых точек в исследуемой суспензии, с увеличением концентрации спектр сдвигается в более длинноволновую область; 3) В зависимости от растворителя, в котором содержатся данные квантовые точки; 4) В зависимости от размера квантовых точек, с уменьшением размера спектр смещается вправо (более длинноволновая область).



11. Что такое «Молекулярные сита»? 1) сорбенты, избирательно поглощающие вещества, молекулы которых не превышают определённых размеров. 2) молекулярный фильтр в лазерных устройствах на молекулярных кристаллах, 3) молекулярная решетка для подготовки образцов для электронной микроскопии, 4) стандартный образец пиролитического графита для калибровки зондовых микроскопов
12. Где была синтезирована наномашина (см.рис.) ? 1) Швейцарский филиал IBM, 2) Университет Токио, 3) Питсбургский университет, 4) Райс (Rice) университет.



13. Какую наибольшую удельную поверхность Metal-organic framework structures, удалось достичь Dr. Shuguang Deng (США) в своих работах, которые он представлял на семинаре кафедры наноматериалов и нанотехнологии РХТУ им. Д.И.Менделеева (видеозапись семинара представлена на сайте семинаров кафедры наноматериалов и нанотехнологии),  $\text{м}^2/\text{см}^3$ ? 1) 100, 2) 300, 3) 1000, 4) 5000.
14. Обычно именно этот эффект определяет дальний магнитный порядок. Играет большую роль в ансамблях наночастиц, тесно соприкасающихся друг с другом: 1) обменное взаимодействие. 2) суперобменное взаимодействие. 3) диполь-дипольное взаимодействие. 4) RKKY-взаимодействие
15. Когда матрица является изолятором, это взаимодействие может реализовываться через промежуточные атомы или ионы (например, кислород), зависит от структуры и природы матрицы и сил связи на границе раздела частица – матрица. Какое это взаимодействие? 1) обменное взаимодействие. 2) суперобменное взаимодействие. 3) диполь-дипольное взаимодействие. 4) RKKY-взаимодействие
16. Приведенный график соответствует: 1) однородное перемангничивание, керлинг. 2) квантование, квантовое туннелирование. 3) явление асперомагнетизма. 4) зарождение, смещение и аннигиляция доменных границ.
17.  $M_r/M_s$  и  $h_{ci}$  обозначают, соответственно: 1) намагниченность и коэрцитивная сила. 2) приведенная остаточная намагниченность. и приведенная коэрцитивная сила. 3) остаточная намагниченность и критическое поле (поле перемангничивания). 4) поле перемангничивания и критический угол.
18. Основной механизм самодиффузии и диффузии в твердых растворах 1) примесный междоузельный, 2) вакансионный, 3) обменный, 4) циклический
19. Как изменяется коэрцитивная сила при уменьшении размера частицы: 1) сначала увеличивается, затем уменьшается; 2) сначала уменьшается, затем увеличивается; 3) не изменяется; 4) изменение коэрцитивной силы не связано с изменением размера частицы.
20. Какой из перечисленных факторов является причиной того, что диффузионный перенос по границам зёрен протекает значительно быстрее? 1) высокая концентрации дефектов в зоне контакта, 2) малая концентрация дефектов в зоне контакта, 3) температурный фактор, 4) правильного ответа нет.



### 3.2.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков в ходе промежуточной аттестации

#### Процедура оценивания знаний (тест)

Предлагаемое количество заданий	20
Последовательность выборки	Определена по разделам
Критерии оценки	- правильный ответ на вопрос
«5» если	правильно выполнено 90-100% тестовых заданий
«4» если	правильно выполнено 70-89% тестовых заданий
«3» если	правильно выполнено 50-69% тестовых заданий

#### Процедура оценивания знаний (устный ответ)

Предел длительности	10 минут
Предлагаемое количество заданий	2 вопроса
Последовательность выборки вопросов из каждого раздела	Случайная
Критерии оценки	- требуемый объем и структура - изложение материала без фактических ошибок - логика изложения - использование соответствующей терминологии - стиль речи и культура речи - подбор примеров их научной литературы и практики
«5» если	требования к ответу выполнены в полном объеме
«4» если	в целом выполнены требования к ответу, однако есть

	небольшие неточности в изложении некоторых вопросов
«3» если	требования выполнены частично – не выдержан объем, есть фактические ошибки, нарушена логика изложения, недостаточно используется соответствующая терминология

#### **Процедура оценивания умений и навыков (решение проблемно-аналитических и практических учебно-профессиональных задач)**

Предлагаемое количество заданий	1
Последовательность выборки	Случайная
Критерии оценки:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- выделение и понимание проблемы</li> <li>- умение обобщать, сопоставлять различные точки зрения</li> <li>- полнота использования источников</li> <li>- наличие авторской позиции</li> <li>- соответствие ответа поставленному вопросу</li> <li>- использование социального опыта, материалов СМИ, статистических данных</li> <li>- логичность изложения</li> <li>- умение сделать квалифицированные выводы и обобщения с точки зрения решения профессиональных задач</li> <li>- умение привести пример</li> <li>- опора на теоретические положения</li> <li>- владение соответствующей терминологией</li> </ul>
«5» если	требования к ответу выполнены в полном объеме
«4» если	в целом выполнены требования к ответу, однако есть небольшие неточности в изложении некоторых вопросов. Затрудняется в формулировании квалифицированных выводов и обобщений
«3» если	требования выполнены частично – пытается обосновать свою точку зрения, однако слабо аргументирует научные положения, практически не способен самостоятельно сформулировать выводы и обобщения, не видит связь с профессиональной деятельностью

#### **4. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

##### **4.1. Электронные учебные издания**

1. Доломатов, М. Ю. Физико-химия наночастиц : учебное пособие для вузов / М. Ю. Доломатов, Р. З. Бахтизин, М. М. Доломатова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 285 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13077-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/518726>.
2. Илюшин, В. А. Наноматериалы : учебное пособие / В. А. Илюшин. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2019. - 114 с. - ISBN 978-5-7782-3858-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1866281>. – Режим доступа: по подписке.
3. Рыжонков, Д. И. Наноматериалы : учебное пособие / Д. И. Рыжонков, В. В. Лёвина, Э. Л. Дзидзигури ; художник С. Инфантэ. — 6-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2021. — 368 с. — ISBN 978-5-93208-550-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/176410>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

##### **4.2. Электронные образовательные ресурсы**

1. Электронная библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» Biblio-online.ru (ЭБС «Юрайт») [Электронный ресурс]. – URL: <https://urait.ru/>.
2. Электронно-библиотечная система ZNANIUM [Электронный ресурс]. – URL: <https://znanium.com/>.
3. Электронная библиотечная система «Консультант студента» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/>.
4. e-Library.ru: Научная электронная библиотека [Электронный ресурс]. – URL: <http://elibrary.ru/>.

5. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» [Электронный ресурс]. – URL: <http://cyberleninka.ru/>.
6. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. – URL: <http://window.edu.ru/>.
7. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов [Электронный ресурс]. – URL: <http://fcior.edu.ru/>.

#### **4.3. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к ниже следующим современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам:

1. Словари и энциклопедии на Академике [Электронный ресурс]. – URL: <http://dic.academic.ru>.
2. Система информационно-правового обеспечения «Гарант» [Электронный ресурс]. – URL: <http://ivo.garant.ru/>.

#### **4.4. Комплект лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства**

1. Лицензионное программное обеспечение: операционная система Microsoft Windows, пакет офисных приложений Microsoft Office.
2. Свободно распространяемое программное обеспечение: свободные пакеты офисных приложений Apache Open Office, LibreOffice.
3. Программное обеспечение отечественного производства: справочно-правовая система «Гарант» (Электронный периодический справочник «Система ГАРАНТ»), образовательная платформа ЮРАЙТ (Электронная библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» Biblio-online.ru (ЭБС «Юрайт»)), электронно-библиотечная система ZNANIUM, электронная библиотечная система «Консультант студента».

#### **4.5. Оборудование и технические средства обучения**

Для реализации дисциплины (модуля) используются учебные аудитории для проведения учебных занятий, которые оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, и помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду РХТУ им. Д.И. Менделеева. Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

<b>Наименование учебных аудиторий для проведения учебных занятий и помещений для самостоятельной работы*</b>	<b>Оснащенность учебных аудиторий для проведения учебных занятий и помещений для самостоятельной работы оборудованием и техническими средствами обучения</b>
Учебные аудитории для проведения учебных занятий	Учебная аудитория укомплектована специализированной мебелью, отвечающей всем установленным нормам и требованиям, оборудованием и техническими средствами обучения (мобильное мультимедийное оборудование).
Помещение для самостоятельной работы	Помещение оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РХТУ им. Д.И. Менделеева и к ЭБС.

\* Номер конкретной аудитории указан в приказе об аудиторном фонде, расписании учебных занятий и расписании промежуточной аттестации.