

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета  В.И. Рязских
«31» августа 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Химия наноматериалов»

Направление подготовки 27.04.01 СТАНДАРТИЗАЦИЯ И МЕТРОЛОГИЯ

Профиль Метрология наноструктур и нанотехнологий

Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2018

Автор программы  / В.А. Небольсин /

Заведующий кафедрой
химии  / В.А. Небольсин /

Руководитель ОПОП  / В.А. Небольсин /

Воронеж 2018

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Формирование у обучающихся компетенций, заключающихся в способности использовать известные методы, способы и научные результаты для решения новых проблем, ставить и решать прикладные исследовательские задачи, проводить научные эксперименты, оценивать результаты исследований, сравнивать новые экспериментальные данные с принятыми моделями для проверки их адекватности и при необходимости предлагать новые решения.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Овладение теоретическими знаниями методов синтеза и определения химических и физико-химических свойств наноструктурированных и наноматериалов, методов решения конкретных задач в области химии наноматериалов.

Освоение умений выбирать и обосновывать методы химии наноматериалов, качественного и количественного анализа наноструктурированных и наноматериалов, использовать методы химии наноматериалов, качественного и количественного анализа наноструктурированных и наноматериалов при постановке и решении прикладных исследовательских задач, проведении научных экспериментов, оценивании результатов исследований.

Приобретение навыков владения методами синтеза неорганических и простейших органических наноструктурных материалов для решения новых проблем, решения прикладных исследовательских задач в области химии наноматериалов, проведении научных экспериментов, оценивании результатов исследований.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Химия наноматериалов» относится к дисциплинам вариативной части (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Химия наноматериалов» направлен на формирование следующих компетенций:

ПВК-3 - способность использовать известные методы, способы и научные результаты для решения новых проблем.

ПВК-9 - способность ставить и решать прикладные исследовательские задачи, проводить научные эксперименты, оценивать результаты исследований, сравнивать новые экспериментальные данные с принятыми моделями для проверки их адекватности и при необходимости предлагать новые решения.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПВК-3	знать методы синтеза и определения химических и

	<p>физико-химических свойств наноструктурированных и наноматериалов</p> <p>уметь выбирать и обосновывать методы химии наноматериалов, качественного и количественного анализа наноструктурированных и наноматериалов</p> <p>владеть методами синтеза неорганических и простейших органических наноструктурных материалов для решения новых проблем</p>
ПВК-9	<p>знать методы решения конкретных задач в области химии наноматериалов</p> <p>уметь использовать методы химии наноматериалов, качественного и количественного анализа наноструктурированных и наноматериалов при постановке и решении прикладных исследовательских задач, проведении научных экспериментов, оценивании результатов исследований</p> <p>владеть навыками решения прикладных исследовательских задач в области химии наноматериалов, проведении научных экспериментов, оценивании результатов исследований</p>

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Химия наноматериалов» составляет 8 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		3	4
Аудиторные занятия (всего)	70	46	24
В том числе:			
Лекции	22	10	12
Практические занятия (ПЗ)	48	36	12
Самостоятельная работа	182	98	84
Курсовая работа	+		+
Часы на контроль	36	-	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет	+	+	+
Общая трудоемкость:			
академические часы	288	144	144
зач.ед.	8	4	4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение
трудоемкости по видам занятий
очная форма обучения**

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Введение в химию наноматериалов. Дисперсные наносистемы	<p>Базовые термины и понятия. Положение нанообъектов на шкале размеров. Наноматериалы. Критерии определения наноматериалов: критический размер и функциональные свойства. Определение понятий: наночастица, наноструктура. нанонаука, нанохимия, нанотехнология. Химия наноматериалов и нанотехнологии – область знаний, где объединяются усилия физиков, химиков, биологов, врачей, инженеров–электронщиков, математиков и специалистов самых разных специальностей. Наноразмерные эффекты. Нанотермодинамика. Особенности высокодисперсных систем (наносистем). Количественные характеристики дисперсных систем: размер частиц, дисперсность (Д), удельная поверхность (Sуд). Классификация дисперсных систем. Энергетические и геометрические характеристики поверхности: поверхностная энергия, кривизна поверхности. Термодинамические основы поверхностных явлений. Поверхностные явления как результат самопроизвольных процессов уменьшения поверхности раздела фаз и поверхностной энергии. Особенности искривленной поверхности раздела фаз. Влияние дисперсности на реакционную способность веществ.</p>	4	8	30	42
2	Квантовые представления в химии наноматериалов	<p>Корпускулярно-волновой дуализм нанообъектов. Связь длины волны де Бройля с импульсом частицы. Квантовые</p>	4	8	30	42

		и наноразмерные эффекты в наноструктурах с размерами, сопоставимыми с длиной волны де Бройля, длиной свободного пробега электронов, длиной фазовой когерентности носителей заряда, радиусом экранирования Дебая и др. Особенности химической связи в нанобъектах. Классификация нанобъектов по геометрическому признаку (мерности): 0-мерные (квантовые точки), 1-мерные (квантовые нити, нанопроволоки, нанотрубки, линейные полимеры), 2-мерные (нанопленки, квантовые ямы, сверхрешетки, биомембраны) и 3-мерные (фуллерены, астралены, мицеллы, биорганические полимеры). Плотность состояний электронов в наноструктурах различной мерности.				
3	Химические и физические свойства наноматериалов	Возможность протекания реакций между веществами с частицами в нанометровом диапазоне, неосуществимых при использовании крупнокристаллических материалов. Процессы окисления в наносредах. Температурные диапазоны устойчивости к окислению на воздухе нанопорошков различных металлов. Причины существования пороговой температуры окисления металлов на воздухе. Кинетические параметры окисления нанопорошков различных металлов на воздухе. Явления самовозгорания и пирофорности наносред. Температура самонагревания Тс. Расчетные и экспериментальные температуры саморазогрева нанопорошков различных металлов. Каталитическая активность наноматериалов. Примеры реакций с участием	4	8	30	42

		<p>нанокатализаторов. Функция распределения частиц по размерам и их типы. Нижний предельный размер наночастиц. Зависимость растворимости наночастиц от их размера. Растворимость твердой фазы в жидких наночастицах. Основные физические свойства изолированных частиц наноматериалов: Механические, магнитные и оптические. Микроструктура компактных нанокристаллических материалов.</p>				
4	<p>Диспергационные и конденсационные методы получения наноматериалов</p>	<p>Получения наночастиц в газовой фазе. Конденсационные методы получения наночастиц. Физические и химические конденсационные методы. Технология получения нано-частиц в газовой фазе. Основные технологические процессы при получении наночастиц осаждением в газовой фазе. Получение нанопорошков в процессе «испарение – конденсация». Химические способы осаждения. Газофазный синтез металлических нанопорошков. Получение наночастиц с помощью топохимических реакций. Получение наночастиц при сверхзвуковом истечении газов из сопла. Отделение твердой фазы от газа (фильтрование, центробежное осаждение, электроосаждение). Термическое разложение и восстановление. Получение высокодисперсных металлических порошков восстановлением соединений металлов (гидрооксидов, хлоридов, нитратов, карбонатов).Получение наночастиц в жидкой фазе. Технология получения наночастиц в жидкой фазе. Осаждение в растворах и расплавах. Способы осаждения твердой фазы. Осаждение в растворах. Осаждение в расплавах. Осаждение при сверхкритических условиях. Золь-гель метод и его основные технологические процессы. Электрохимический метод</p>	4	8	30	42

		<p>получения наночастиц и его разновидности. Получение наночастиц с использованием плазмы. Электроэрозионный метод. Биохимические методы получения наноматериалов. Получение на-ночастиц металлов. Химическое восстановление, электрохимическое восстановление. Получение наночастиц металлов в мицеллах, эмульсиях, дендримерах. Получение керамических наноматериалов.</p>				
5	Методы исследования наноразмерных систем в химии наноматериалов	<p>Оптический микроскоп его устройство и разрешающая способность. Связь предельного разрешения микроскопа с длиной волны освещающего объект света. Ультрафиолетовая микроскопия (280-300 нм). Электронная оптика. Электронный микроскоп. Растровый электронный микроскоп (РЭМ). Схема работы растрового электронного микроскопа. Сканирующая зондовая микроскопия. Сканирующий туннельный микроскоп (СТМ). Схема работы СТМ. Два варианта конструкции СТМ в зависимости от режима сканирования образцов: режима постоянной высоты и режима постоянного тока. Основной недостаток СТМ. Атомно-силовой микроскоп (АСМ), принцип действия АСМ и его возможности. Кантилеверы и их типы. Наноиндентор и принцип его работы. Процесс наноиндентирования. Сканирующие зондовые лаборатории.. Методы исследования наноразмерных систем в химии наноматериалов. Методы измерений в химии наноструктурированных и наноматериалов. Качественный и количественный анализ в химии наноструктурированных и наноматериалов. Определение элементного состава образцов наноматериалов. Проблемы использования методов газовой и жидкостной хроматографии.</p>	4	8	30	42
6	Химические аспекты использования	<p>Применение наноматериалов в промышленности:</p>	2	8	32	42

<p>наноматериалов практической деятельности</p>	<p>в конструкционные материалы с повышенными механическими свойствами; высокопрочные резбовые изделия и легкие изделия сложной формы из титана; конструкционные и жаростойкие материалы из наноструктурных легированных нитридных керамик для изготовления двигателей внутреннего сгорания, газовых турбин, режущих пластин; огнеупорная керамика из наноматериалов для металлургического производства; наноалмазы и нанопорошки как многофункциональные присадки в абразивные суспензии и пасты для притирочно-доводочных работ и процессов электромагнитной абразивной обработки металлов; сухие смазочные материалы, твердосмазочные покрытия, карандаши твердой смазки, штамповочные смазки. Присадки нанопорошков в смазочно-охлаждающих технологических жидкостях для обработки металлов резанием. Использование нанопорошков металлов наноразмерного алмаза в композиционных материалах, содержащих пластмассы (резину, керамику) для улучшения их характеристик: повышение износостойкости, снижение коэффициента трения, увеличение предельных нагрузок. Использование наноматериалов для создания защитных, декоративных и износостойких композиционных покрытий. Наноэнергетика. Применение наноматериалов в водородной энергетике. Топливные элементы и устройства для хранения энергии. Применение нанотехнологий и наноматериалов в биологии и медицине. Подходы к получению искусственных наноструктур на основе биомолекул (использование ДНК в качестве темпланта для синтеза). Создание биосовместимых поверхностей контакта, имплантатов и искусственных органов. Разработка и анализ лекарственных препаратов. Доставка лекарственных препаратов и генов</p>				
---	--	--	--	--	--

		внутри клеток. Использование нанотехнологий и наноматериалов для улучшения хирургического и стоматологического инструментария.				
Итого			22	48	182	252

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 4 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы: «Изменение термодинамических свойств наночастиц золота под влиянием дисперсности»

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- построить расчетную зависимость энергии Гиббса наночастиц от величины их обратного радиуса,
- произвести расчет величины свободной поверхностной энергии в зависимости от дисперсности наночастиц,
- произвести расчет минимального давления кислорода, необходимого для окисления наночастиц, от их радиуса.

Курсовая работа включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПВК-3	знать методы синтеза и определения химических и физико-химических свойств наноструктурированных и наноматериалов	Степень осознанности, понимания изученного	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	уметь выбирать и обосновывать методы химии наноматериалов, качественного и количественного анализа наноструктурированных и наноматериалов	Осознанность выполнения действия (умения).	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методами синтеза неорганических и простейших органических наноструктурных материалов для решения новых проблем	Правильность выполнения лабораторных операций.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПВК-9	знать методы решения конкретных задач в области химии наноматериалов	Степень осознанности, понимания изученного	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь использовать методы химии наноматериалов, качественного и количественного анализа наноструктурированных и наноматериалов при постановке и решении прикладных исследовательских задач, проведении научных экспериментов, оценивании результатов исследований	Осознанность выполнения действия (умения).	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками решения прикладных исследовательских	Правильность выполнения измерений и	Выполнение работ в срок, предусмотрен	Невыполнение работ в срок,

	задач в области химии наноматериалов, проведении научных экспериментов, оценивании результатов исследований	записи результатов с учетом погрешности измерений	ный в рабочих программах	предусмотренный в рабочих программах
--	---	---	--------------------------	--------------------------------------

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 3, 4 семестре для очной формы обучения по двух/четырёхбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПВК-3	знать методы синтеза и определения химических и физико-химических свойств наноструктурированных и наноматериалов	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь выбирать и обосновывать методы химии наноматериалов, качественного и количественного анализа наноструктурированных и наноматериалов	Решение стандартных практических задач	Продемонстрировать и верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть методами синтеза неорганических и простейших органических наноструктурных материалов для решения новых проблем	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрировать и верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПВК-9	знать методы решения конкретных задач в области химии наноматериалов	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь использовать методы химии	Решение стандартных	Продемонстрировать и верный	Задачи не решены

	наноматериалов, качественного и количественного анализа наноструктурированных и наноматериалов при постановке и решении прикладных исследовательских задач, проведении научных экспериментов, оценивании результатов исследований	практических задач	ход решения в большинстве задач	
	владеть навыками решения прикладных исследовательских задач в области химии наноматериалов, проведении научных экспериментов, оценивании результатов исследований	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

или
«отлично»;
«хорошо»;
«удовлетворительно»;
«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии и оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПВК-3	знать методы синтеза и определения химических и физико-химических свойств наноструктурированных и наноматериалов	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

	уметь выбирать и обосновывать методы химии наноматериалов, качественного и количественного анализа наноструктурированных и наноматериалов	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть методами синтеза неорганических и простейших органических наноструктурных материалов для решения новых проблем	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-9	знать методы решения конкретных задач в области химии наноматериалов	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь использовать методы химии наноматериалов, качественного и количественного анализа наноструктурированных и наноматериалов при постановке и решении прикладных	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

исследовательских задач, проведении научных экспериментов, оценивании результатов исследований					
владеть навыками решения прикладных исследовательских задач в области химии наноматериалов, проведении научных экспериментов, оценивании результатов исследований	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Префикс «нано» означает (в метрах): (ПК-3)

- а) 10^{-3} ,
- б) 10^{-6} ,
- в) 10^{-9} ,
- г) 10^{-10} .

2. Во сколько раз увеличится свободная поверхностная энергия капле жидкого золота со средним диаметром 40 нм по сравнению с ее недисперсным массивным состоянием с площадью поверхности 6 см²? Плотность жидкого золота $17 \cdot 10^3$ кг/м³.

3. Чем определяется перспектива применения многостенных углеродных нанотрубок в качестве активных материалов суперконденсатора:

- а) возможностью понизить эквивалентное последовательное сопротивление,
- б) возможностью увеличить удельную емкость электродов суперконденсатора,
- в) низкой себестоимостью производства нанотрубок.

4. С ростом температуры сродство углеродных материалов к кислороду и прочность окислов:

- а) увеличиваются,
- б) уменьшаются,
- в) не изменяются,
- г) увеличиваются, если стандартное изменение изобарно-изотермического потенциала при образовании соединений положительно, и уменьшаются, если стандартное изменение изобарно-изотермического потенциала - отрицательно.

5. Какие структуры называются наноразмерными?

- а) структуры, в которых размеры объекта сравнимы с длиной волны солнечного света,
- б) структуры, в которых размеры объекта хотя бы по одной из координат менее 100 нм,
- в) структуры, в которых размеры объекта сравнимы с длиной волны де-Бройля носителей заряда.

6. Можно ли без ухудшения энерго-мощностных характеристик суперконденсатора заменить углерод, используемый в качестве активного материала электродов, на наноструктурированный кремний:

- а) можно,
- б) нельзя, поскольку углерод более технологичен, чем кремний,
- в) нельзя, так как дебаевская длина экранирования кремния больше, чем аналогичная величина углерода.

7. Зависит ли емкость двойного электрического слоя, сформированного на высокоразвитой поверхности углерод-углеродного электродного наноматериала электрохимического конденсатора, от концентрации электропроводящего наполнителя :

- а) зависит,
- б) не зависит,
- в) зависит только при высоких концентрациях.

8. Что произойдет с капельками воды, находящимися во взвешенном состоянии в трансформаторном масле, если масло поместить в постоянное электрическое поле?

- а) Капли переместятся в направлении к одному из полюсов источника поля
- б) Водяные капли выстраиваются в линию и образуют мосты.
- в) С каплями видимых изменений не произойдет.

9. Является ли углеродная нанотрубка с замкнутыми концами, состоящими из фуллереновых полусфер, неплоской сферически замкнутой макромолекулой, т.е. полимерной структурой?

- а) Да, является.

б) Нет, не является.

10. Чем можно объяснить смещение линий фазовых равновесий на диаграммах состояния двойных систем в сторону легкоплавкого компонента с увеличением дисперсности двухфазных наноразмерных частиц?

а) повышением величины избыточного лапласовского давления при увеличении кривизны поверхности частицы

б) увеличением реакционной способности вещества с увеличением его дисперсности

в) с увеличением дисперсности двухфазных наноразмерных частиц линии фазовых равновесий на диаграммах состояния не смещаются.

11. Потеря кристаллической структуры и появление аморфной с уменьшением размера наночастиц некоторых элементов (Fe, Cr, Cd, Se) обусловлена:

а) меньшей свободной поверхностной энергией аморфной структуры

б) понижением температуры плавления кристаллического вещества до точки перехода к аморфному состоянию.

12. В чем заключается различие между наночастицей и кластером вещества?

а) и наночастица, и кластер - это разные названия наноразмерной изотропной (квазиульмерной (0D)) части макроскопической фазы без различия между ними.

б) частицы, в которых проявляются наноразмерные эффекты (кристаллическая структура и свойства существенно зависят от их размера) называются наночастицами, а кластеры - это частицы малых, но не обязательно наноскопических, размеров.

в) кластеры - это агрегаты из нескольких атомов, ионов и молекул со слабыми не валентными связями, а наночастицы - это структуры с прочными валентными химическими связями.

13. Можно ли считать, что с точки зрения термодинамики переход от массивного вещества к нанокристаллическому является фазовым переходом первого рода?

а) да, можно, т.к. существует некоторый критический размер частиц, ниже которого проявляются свойства, характерные для нанокристаллов.

б) нет, нельзя, т.к. размерные эффекты на всех свойствах проявляются постепенно и постепенно нарастают с уменьшением размера наночастиц.

в) на данный вопрос нет однозначного ответа, т.к. все без исключения экспериментальные исследования на наноматериалах выполнены со значительной дисперсией размеров, а дисперсия размеров размывает фазовый переход, если таковой имеется.

14. Для нитевидных нанокристаллов Si существенное (более чем в три раза) увеличение ширины запрещенной зоны с 1,1 эВ до 3,5 эВ происходит при:

- а) увеличении диаметра с 7,0 нм до 1,3 нм
- б) уменьшении диаметра со 100,0 нм до 7,0 нм
- в) уменьшении диаметра с 7,0 нм до 1,3 нм.

15. Изменение химического потенциала при образовании наночастиц конденсацией характеризует перенос определенного числа молей вещества из одной фазы в другую. Это число молей равно:

- а) мольному объему вещества, деленному на объем наночастицы
- б) площади поверхности наночастицы, деленной на объем наночастицы
- в) объему наночастицы, деленному на мольный объем вещества.

16. Каким из указанных способов нельзя синтезировать нанокристаллические полупроводниковые материалы:

- а) химическое осаждение на подложку
- б) осаждение из коллоидных растворов
- в) лазерная абляция
- г) вытягиванием из расплава.

17. Высокие перспективы развития химии наноматериалов определяются (выбрать неправильный ответ):

- а) востребованностью применения наноматериалов в различных отраслях науки и техники
- б) развитием технической экспериментальной базы для работы с нанообъектами
- в) необходимостью решения проблем в экологической и военной сферах
- г) особыми свойствами материалов в наноразмерном диапазоне.

18. Причинами, по которым определяются перспективы развития химии наноматериалов (выбрать неправильный ответ):

- а) появление принципиально новых инструментальных способов идентификации
- б) возможность реализации размерных эффектов
- в) хорошая воспроизводимость физико-химических свойств индивидуальных частиц
- г) перспектива широкого внедрения наноматериалов в различных отраслях науки и техники.

19. Какой путь поступления наночастиц в организм человека оценивается как имеющий наиболее высокий риск:

- а) адсорбция через кожу

- б) через желудочно-кишечный тракт
- в) через органы дыхания (ингаляция).

20. Вредное воздействие на человека легче прогнозировать для:

- а) нерастворимых и малорастворимых наночастиц
- б) растворимых наночастиц
- в) растворимых, малорастворимых и нерастворимых наночастиц .

21. Отсутствие токсикологических данных о наноматериалах должно приводить:

- а) к остановке нанотехнологических исследований
- б) к необходимости оценки соотношения предполагаемой пользы и вероятного вреда при решении каждой определенной задачи и при конкретных условиях.

22. При оценке безопасности наноматериалов, в первую очередь, следует учитывать их воздействие на:

- а) важнейшие биологические характеристики, как проницаемость биомембран, генотоксичность, активность окислительно-восстановительных процессов
- б) характеристики физико-химических свойств: химический и фазовый состав, распределение по размерам, форма наночастиц
- в) развитие окислительного стресса и повреждение ДНК.

23. КМАР (СМАР) – это группа наноматериалов, которые

- а) в форме макрочастиц того же вещества уже классифицированы как канцерогены, мутагены либо вызывающие астму или как репродуктивные токсины
- б) фундаментально отличаются от известных материалов традиционной дисперсности того же химического состава
- в) имеют волокнистую структуру и для них цитотоксичность более выражена, чем у асбеста.

24. Токсичность наночастиц в сравнении с токсичностью макроскопических материалов тех же веществ:

- а) усиливается
- б) ослабевает
- в) не изменяется.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Оцените число атомов в сферической наночастице золота диаметром 3 нм. Радиус атома золота составляет 0,144 нм:

- а) 10^2 ;
- б) 10^3 ;
- в) 10^4 ;
- г) 10^5 .

2. Если бы в наном мире в футбол играли фуллереном, то с какого расстояния пробивался бы пенальти? (длина окружности футбольного мяча – 70 см, диаметр молекулы фуллерена – 0,7 нм).

- а) 340 нм;
- б) 11 м;
- в) 3,4 мм;
- г) 34 нм.

3. Чему равно внутреннее давление капле жидкости диаметром 35 нм. Межфазное поверхностное натяжение жидкости равно 55 мДж/м².

4. Чему равно приращение энергии Гиббса капле жидкости диаметром 10 нм. Межфазное поверхностное натяжение жидкости равно 55 мДж/м². Объем, занимаемый одним молекул жидкости, равен 0,2 м³/моль.

5. Определите линейную $\alpha(L)$, поверхностную $\alpha(S)$ и объемную $\alpha(V)$ степени диспергирования технического углерода с размерами частиц 20 мкм, если после диспергирования размер частиц станет равным 200 нм.

6. Определите химическую реакцию с участием которой невозможно образование наночастиц новой фазы конденсационным методом:

- а) $\text{NH}_3(\text{г}) + \text{HCl}(\text{г}) = \text{NH}_4\text{Cl}(\text{ж})$
- б) $\text{SiCl}_4(\text{г}) + 2\text{H}_2(\text{г}) = \text{Si}(\text{к}) + 4\text{HCl}(\text{г})$
- в) $\text{KCl}(\text{ж}) + \text{KClO}_3(\text{ж}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{ж}) = \text{Cl}_2(\text{г}) + \text{K}_2\text{SO}_4(\text{ж}) + \text{H}_2\text{O}(\text{ж})$

7. Вычислите работу образования кристаллической нанопроволоки Si из газовой фазы диаметром 50 нм и длиной 500 нм. Свободная поверхностная энергия Si $\alpha_s = 1,25$ Дж/м². Удельный объем, занимаемый одним атомом Si, $\Omega = 2 \cdot 10^{-29}$ м³. Изменение химического потенциала Si при переходе из газовой фазы в твердую равно $\Delta\mu = 2 \cdot 10^{-20}$ Дж.

8. В каком химическом процессе можно получить нанокристаллические частицы осаждением из коллоидного раствора:

- а) $\text{TiCl}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{TiO}_2 + 4\text{HCl}$
- б) $\text{SiCl}_4 + 2\text{H}_2 = \text{Si} + 4\text{HCl}$
- в) $2\text{Ga} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{Ga}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2$.

9. Температура фазового перехода твердое тело → жидкость макроскопического образца Au равна 1064 °С. Температура плавления наночастиц Au с характерным размером 2 нм равна:

- а) более 1100 °С
- б) равна 920 °С
- в) менее 400 °С
- г) равна 1064 °С.

10. Во сколько раз увеличится свободная поверхностная энергия капле жидкого золота со средним диаметром 40 нм по сравнению с ее недисперсным массивным состоянием с площадью поверхности 6 см²? Плотность жидкого

золота $17 \cdot 10^3$ кг/м³.

- а) в 300 раз,
- б) в 3000 раз,
- в) в 3 млн. раз,
- г) в 3 млрд. раз.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач (не предусмотрено учебным планом)

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Перечислить и охарактеризовать основные классы наноразмерных систем.
2. Нанотрубки и их свойства. Использование нанотрубок в качестве элементной базы микроэлектроники.
3. Углеродные наноструктуры. Фуллерен.
4. Порошковые наноматериалы. Основные методы получения и направления практического использования.
5. Наноматериалы на основе блок-сополимеров. Возможности практического использования.
6. Наноструктурированные материалы. Основные методы получения и направления практического использования.
7. Биологические и полимерные наноматериалы.
8. Пористые наноструктуры. Методы получения и возможности практического использования.
9. Квантовые точки, квантовые проволоки и квантовые колодцы. Основные принципы приготовления квантовых наноструктур.
10. Химия наноматериалов как одно из направлений применения нанотехнологий.
11. Применение наноматериалов в медицине и биологии: хирургический и стоматологический инструментарий, диагностика, искусственные органы и ткани.
12. Применение наноструктур в химии и химической технологии. Катализ на наночастицах.
13. Газодиффузионное разделение газовых смесей с использованием пористых наноматериалов – «молекулярных сит».
17. Методы термического разложения и восстановления при получении нанопорошков.
18. Нанокompозитные материалы. Классификация нанокompозитов (по химической природе матрицы, по форме и характеру наполнителей из наночастиц и др.).
19. Нанокompозиты. Общие методы получения нанокompозитов, возможности практического использования.
20. Поверхностные явления в наноматериалах.
21. Получение компактированных нанопорошков.
22. Основные технологические принципы получения наночастиц: «сверху–вниз» и «снизу–вверх». Механизмы самоорганизации.

23. Физические методы синтеза нанопорошков (метод электровзрыва, механическое и ультразвуковое диспергирование).
24. Химические методы синтеза нанопорошков.
25. Методы получения структурированных наноматериалов. Интенсивная пластическая деформация.
26. Методы получения структурированных наноматериалов. Химическое осаждение из газовой фазы, физическое осаждение из газовой фазы, ионно-лучевая имплантация.
27. Электронная микроскопия как метод исследования наноматериалов. Возможности и ограничения метода.
28. Темплатный синтез наноматериалов и наноструктур. Подходы, основанные на принципе самосборки.
29. Пленочные технологии получения наноматериалов (химическое осаждение из газовой фазы физическое осаждение из газовой фазы, электроосаждение, ионно-лучевая эпитаксия, золь-гель осаждение).
30. Методы получения наноматериалов, которые классифицируются как диспергационные методы («сверху-вниз»).
31. Особенности искривленной поверхности раздела фаз.
33. Структурные и фазовые превращения в наноматериалах.
34. Механизм образования нитевидных нанокристаллов пар-жидкость-кристалл.
35. Двойной электрический слой и электрокинетические явления.
36. Дополнительные возможности метода зондовой микроскопии: атомные манипуляции и нанолитография.
37. Методы определения удельной поверхности порошков.
38. Термодинамика повышения реакционной способности наноразмерных изолированных частиц.
39. Получение нанопористых оксидных пленок методами электрохимического оксидирования.
40. Получение нанопроволок методом лазерной абляции.
41. Особые свойства вещества в нанометровом диапазоне размеров. Размерные физико-химические эффекты в наносистемах: истинные, тривиальные. Причины их возникновения.
42. Термодинамика поверхности. Термодинамические функции поверхности. Поверхностная энергия и поверхностное натяжение.
43. Особые свойства поверхности. Поверхность в зонной модели. Искривление зон.
44. Основы химии наносистем; уравнения и характеристики условий термодинамической стабильности межфазных границ в наносистемах; особенности поверхностных процессов в наноструктурах.
45. Структурные переходы в наноматериалах. Термодинамическое объяснение возможности стабилизации неравновесных структур для веществ в наноразмерном состоянии.
46. Влияние размера частиц вещества на параметры кристаллической решетки. Возможные объяснения данного явления.

47. Зависимость температуры фазовых переходов от размера частиц вещества
48. Фазовый размерный эффект в наноматериалах.
49. Молекулярно-лучевая эпитаксия.
50. Зависимость величины ионной проводимости от дисперсности материала.
51. Нанокompозитный эффект в электропроводности. Эвтектики, как микрогетерогенные связно-дисперсные наносистемы.
52. Адсорбция типа "твердое–твердое". Адгезионная теория контактного плавления.
53. Проблемы устойчивости наночастиц и их ассоциатов; факторы, обуславливающие стабильность. Способы стабилизации наночастиц.
54. Причины низкой устойчивости веществ в аэрозольном состоянии.
55. Особенности адсорбции на поверхности наночастиц.
56. Особенности зонной структуры металлов и полупроводников в нанокристаллическом состоянии.
57. Определение дисперсности наноматериалов. Гранулометрический состав наноматериалов. Функции распределения частиц по размерам в дисперсных системах. Удельная поверхность и методы ее определения.
58. Какие методы синтеза нанопорошков и консолидированных наноматериалов могут быть отнесены к диспергационным методам? Какие – к методам конденсационным?
59. Особые свойства вещества в нанометровом диапазоне размеров. Размерные эффекты в наносистемах. Их влияние на физические и химические свойства веществ.
60. Дайте определения терминов: наночастица, наносистема, нанокompозит, нанонаука, нанотехнология.
61. Зондовая микроскопия. Использование сканирующего туннельного микроскопа (СТМ) и сканирующего атомно-силового микроскопа для изучения структурных свойств порошковых материалов.
62. Пористые наноструктуры. Методы получения и возможности практического использования.
63. Что такое квантовые наноструктуры? Приведите примеры структур с разной размерностью.
64. Порошковые наноматериалы. Основные методы получения и направления практического использования.
65. Какую информацию о нановеществе можно получить, используя метод рентгеновской дифракции?
66. Использование наноматериалов для защиты окружающей среды. Примеры каталитических покрытий, каталитических нейтрализаторов, наносорбентов.
67. Электрохимический метод получения наночастиц. Разновидности способа электролитического осаждения.
68. Влияние размера частиц вещества на параметры кристаллической решетки. Возможные объяснения данного явления.
69. Методы получения наноматериалов. Химическое осаждение из жидкой фазы, электроосаждение. Примеры.

70. Причины низкой устойчивости наночастиц в жидкофазном состоянии.
71. Термодинамические условия и факторы устойчивости нанодисперсных систем.
72. Кинетика коагуляции.
73. Седиментационная устойчивость наночастиц.
74. Особенности агрегативной устойчивости лиофобных дисперсных наносистем.
75. Мерность наноматериалов (0D, 1D, 2D, 3D) с точки зрения правила фаз Гиббса.
76. Проблемы химии наноматериалов. Перспективы развития данной фундаментальной области знаний.
77. Для контроля каких параметров наноструктурированных и наноматериалов используются методы спектроскопии.
78. Пены и их устойчивость.
79. Полупроводниковые наноматериалы. Особенности зонной структуры металлов и полупроводников в нанокристаллическом состоянии.
80. Применение наноматериалов в промышленности.
81. Капиллярные явления. Смачивание и растекание, краевой угол, смачивания, формула Юнга. Теплота смачивания. Капиллярная конденсация.
82. Супрамолекулярные структуры. Структуры с переходными металлами. Дендритные молекулы. Супрамолекулярные дендримеры. Возможности практического использования.
83. Дисперсионные методы получения металлических нанопорошков.
84. Нановолокна, их размеры (нанотрубки). Нитевидные кристаллы (усы). Углеродные нанотрубки (НТ), их характеристики
85. Дисперсионные методы синтеза нанопорошков (метод электровзрыва, механическое и ультразвуковое диспергирование).
86. Применение наноматериалов в процессах переработки и обезвреживания промышленных отходов. Примеры.
87. Углеродные нанотрубки (НТ) их характеристики. Классификация одностенных нанотрубок. Применение нанотрубок в катализе.
88. Получение и разрушение эмульсий.
89. Технология получения наночастиц в жидкой фазе. Осаждение в растворах и расплавах. Основные фазы технологии получения нанопорошков осаждением в водных и неводных растворах. Примеры.
90. Самоорганизация наноразмерных структур в природе и технике.
91. Получение наночастиц металлов в мицеллах, эмульсиях, дендримерах.. Примеры синтезов.
92. Применение нанодисперсного углерода в электродах суперконденсаторов .
93. Микроскопические методы исследования нанообъектов. Типы микроскопов и их возможности.
94. Газово-адсорбционный метод определения удельной поверхности порошков
95. Зависимость температуры фазовых переходов от размера частиц вещества

96. Способы регулирования степени дисперсности нанопорошков металлов.
97. Какие два основных технологических подхода используются для получения наноразмерных структур? Примеры обоих подходов для получения металлических нанопорошков.
98. Золи и суспензии.
99. В чём сущность метода газовой адсорбции? Какую информацию о свойствах частиц нанопорошка он дает?
100. Какие методы синтеза углеродных наночастиц Вам известны? Опишите их.
101. Методы получения наноматериалов. Химическое осаждение из жидкой фазы, электроосаждение. Примеры.
102. Причины низкой устойчивости веществ в нанокристаллическом состоянии. Технологии стабилизации формы и размеров нанокристаллитов.
103. Возможности использования нанотехнологий для создания топливных элементов и устройств для хранения энергии.
104. Использование наноматериалов для защиты окружающей среды.
105. Проблема безопасной работы с нанопорошками.
106. Получение нанодисперсных систем методами химической конденсации.
107. Нанокompозитные материалы. Классификация нанокompозитов (по химической природе матрицы, по форме и характеру наполнителей из наночастиц и др.).
108. Сканирующая зондовая микроскопия, как метод исследования наноматериалов.
109. Криохимический синтез наночастиц.
110. Квантовые размерные эффекты в наночастицах.
111. Полупроводниковые наноматериалы. Особенности зонной структуры металлов и полупроводников в нанокристаллическом состоянии.
112. Применение наноматериалов в промышленности.
113. Капиллярные явления. Смачивание и растекание, краевой угол, смачивания, формула Юнга. Теплота смачивания. Капиллярная конденсация.
114. Супрамолекулярные структуры.
115. Дисперсионные методы получения металлических нанопорошков.
116. Нановолокна, их размеры (нанотрубки). Нитевидные кристаллы (усы). Углеродные нанотрубки (НТ), их характеристики.
117. Классификация одностенных нанотрубок. Примеры двумерных и нульмерных нанообъектов, их характеристика.
118. Методы получения наноматериалов, которые классифицируются как конденсационные методы («снизу-вверх»).
119. Применение наноструктур в химии и химической технологии. Катализ на наночастицах.
120. Классификация наночастиц и наноматериалов. Углеродные наночастицы.
121. Сканирующая зондовая микроскопия, как метод исследования наноматериалов.
122. Применение наноматериалов в катализе. Примеры.

123. Адсорбция из растворов электролитов. Строение коллоидной частицы. Коагуляция зольей, порог коагуляции. Коагулирующее действие ионов. Взаимная коагуляция зольей. Старение зольей и пептизация.
124. Нанокерамики. Получение, свойства и применение. Нанокопозиты
125. Использование метода дифракции рентгеновских лучей для исследования нанобъектов. Возможности и ограничения метода.
126. Размерные эффекты в наносистемах. Особые свойства вещества в нанометровом диапазоне размеров. Причины их возникновения.
127. Возможности метода зондовой микроскопии для исследования нанобъектов.
128. Нанoeлектроника как одно из направлений применения нанотехнологий.
129. Пленочные технологии получения наноматериалов (химическое осаждение из газовой фазы, физическое осаждение из газовой фазы), электроосаждение, золь-гель осаждение.
130. Причины изменения физических свойств (температуры плавления, параметров кристаллической решетки, теплоемкости, температуры Дебая) наноматериалов по сравнению с макросистемами.

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Наноматериалы. Критерии определения наноматериалов: критический размер и функциональные свойства.
2. Основные способы получения наночастиц и наноматериалов: диспергационные методы и конденсационные методы.
3. Как изменяется сродство углеродных материалов к кислороду и прочность окислов с ростом температуры?
4. Квантовые точки, проволоки и плоскости. Квантовые размерные эффекты.
5. Капиллярные явления. Смачивание и растекание, краевой угол, формула Юнга для наноразмерных частиц.
6. Перечислите возможности метода зондовой микроскопии для исследования нанобъектов.
7. Энергетические и геометрические характеристики поверхности наноматериалов: удельная поверхность раздела фаз, избыточная поверхностная энергия, кривизна поверхности.
 2. Классификация наночастиц: единичные атомы, многоатомные кластеры и молекулы, наноклапты и нанокристаллы. Классификация нанобъектов по геометрическому признаку (мерности): 0-, 1-, 2-, 3-мерные.
8. Определите внутреннее давление полусферических капель Au-катализатора на вершине нитевидного кристалла диаметром 100 нм. Межфазное поверхностное натяжение жидкости равно 900 мДж/м^2 ?
9. Термодинамические аспекты повышенной реакционной активности наночастиц и наноматериалов.

10. Способы химического парового осаждения наночастиц. Газофазный синтез металлических нанопорошков.

11. Полное накопление в разных анатомических отделах дыхательного тракта человека возникает при вдыхании частиц с аэродинамическим диаметром: а) менее 1 мкм, б) менее 500 нм, в) менее 300 нм, г) менее 100 нм

12. Влияние размерного фактора на свойства наночастиц: температуру фазового перехода твердое-жидкое ($T_{пл}$), параметры кристаллической решетки, теплоёмкость. Связь между температурой плавления наночастицы и ее размером.

13. Аэрозоли, их классификация, токсикологические свойства, методы разрушения аэрозолей. Гели, золь-гель переходы, студни.

14. Вычислите молекулярную массу M макромолекулы полистирола $[CH_2=CH-(CH_2)_3-CH=CH_2]_n$ при степени полимеризации $n=500$?

15. Отличие принципов нанотермодинамики от классической термодинамики.

16. Химическое и электрохимическое восстановление. Получение наночастиц металлов в мицеллах, эмульсиях, дендримерах.

17. Чему равно внутреннее давление и приращение энергии Гиббса для капель жидкой фазы вещества диаметром 35 нм? Межфазное поверхностное натяжение вещества 55 мДж/м², мольный объем вещества 0,19 м³/моль.

18. Получение и токсикологические свойства углеродных наночастиц – фуллеренов и нанотрубок. Электродуговое распыление графита.

19. Поверхностные явления как результат самопроизвольных процессов уменьшения поверхности раздела фаз и поверхностной энергии.

20. Можно ли наночастицы, которые являются, с одной стороны, наноразмерной частью макрообъекта, а с другой – обладают принципиально иными физико-химическими и электронными свойствами, считать “нанофазами”? Ответ обоснуйте.

21. Электрокинетические явления в высокодисперсных системах. Двойной электрический слой (ДЭС).

22. Адсорбция и капиллярные явления в высокодисперсных системах. Цитотоксичность волокнистых материалов

23. Вычислите число атомов в сферической наночастице калия диаметром 3 нм. Радиус атома калия составляет 0,236 нм.

24. Агрегативная устойчивость наночастиц и ее термодинамические основы. Накопление вредных нановеществ в органах и тканях человека

25. Смещение линий фазовых равновесий диаграмм состояния двойных систем наночастиц.

26. Во сколько раз возрастает удельная поверхность частиц активированного угля диаметром 65 мкм за счет пор, если его удельная поверхность равна $3,2 \cdot 10^5$ м²/кг, а плотность угля $0,47 \cdot 10^3$ мг/м³.

27. Химические особенности компактированных наноматериалов.

28. Золи и суспензии и их производные (гели и пасты).

29. Определите осмотическое давление при 293 К водного раствора желатина, имеющего массовую концентрацию 2,5 кг/м³? Молекулярная масса

желатина равна 104600, а коэффициент $b=0,6$.

30. Воздействие инженерных наночастиц на здоровье человека.

31. Коллоидная химия высокомолекулярных соединений.

32. Чему будет равна работа адгезии для самопроизвольного диспергирования одного вещества в другом, если работа когезии диспергируемого вещества равна 120 кмДж/м^2 ?

33. Получение металлических пленок наноразмерных толщин.

34. Термодинамические аспекты поверхностных явлений в наноматериалах

35. Определите площадь границы раздела фаз 1 л пены, если ее кратность составляет 100, а пузырьки имеют диаметр 250 мкм ?

36. Капиллярно-пористые наноматериалы и твердые пены.

37. Безопасность наночастиц и наноматериалов для окружающей и производственной среды.

38. Температура фазового перехода твердое тело → жидкость макроскопического образца меди равна $1083 \text{ }^\circ\text{C}$. Чему равна температура плавления сферических наночастиц Cu размером 10 нм?

7.2.6 Методика оценивания при проведении промежуточной аттестации

Зачет проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 10.

1. «Не зачтено» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.
2. «Зачтено» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов.

Экзамен для проверки знаний и умений проводится по экзаменационным билетам, каждый из которых содержит 3 вопроса из примерного перечня вопросов и задач для подготовки к экзамену.

3. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент ответил неправильно на все вопросы экзаменационного билета.
4. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент ответил правильно только на 1 вопрос экзаменационного билета.
5. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент ответил правильно только на 2 вопроса экзаменационного билета.
6. Оценка «Отлично» ставится, если студент ответил правильно на все 3 вопроса экзаменационного билета.

Проверка навыков проводится по сданным отчетам лабораторных работ. Оценка «Удовлетворительно» ставится, если сданы отчеты по всем лабораторным работам с нарушением графика сдачи и (или) исправлением

ошибок., оценка «Хорошо» - если сданы отчеты по всем лабораторным работам с выполнением графика сдачи и без ошибок, оценка «Отлично» - если отчеты сданы в соответствии с графиком и без ошибок., оценка «Неудовлетворительно» - если отчеты по лабораторным работам не сданы, либо сданы частично.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Введение в химию наноматериалов. Дисперсные наносистемы	ПВК-3, ПВК-9	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
2	Квантовые представления в химии наноматериалов	ПВК-3, ПВК-9	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
3	Химические и физические свойства наноматериалов	ПВК-3, ПВК-9	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
4	Диспергационные и конденсационные методы получения наноматериалов	ПВК-3, ПВК-9	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
5	Методы исследования наноразмерных систем в химии наноматериалов	ПВК-3, ПВК-9	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
6	Химические аспекты использования наноматериалов в	ПВК-3, ПВК-9	Тест, контрольная работа, защита

	практической деятельности		лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
--	---------------------------	--	---

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Раков Э.Г. Неорганические наноматериалы: учебное пособие. – М.: БИНОМ, 2014. – 477 с.

2. Аскадский А.А., Хохлов А.Р. Введение в физико-химию полимеров. – Научный мир, 2009. 384 с.

3. Рыжонков, Д.И. / Д. И. Рыжонков, В. В. Лёвина, Э. Л. Дзидзигури. Наноматериалы : Учеб. пособие - 2-е изд. - М. : Бинум. Лаборатория знаний, 2012. - 365 с. : ил . - 4. Сотникова, О.А. Теплоснабжение: учеб. пособие: рек. УМО РФ. – М.: АСВ, 2005 - 288 с.

4. О. Н. Болдырева, В. А. Небольсин. Основные понятия современной химии: Учеб. пособие - Воронеж : ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2013. - 249 с. - 174-76.

5. Сергеев Г. Б. Нанохимия : учебное пособие / М.: КДУ, 2007. - 336 с.

6. Верещагина Я.А., Физическая химия наноматериалов . 2016 г. Электронный ресурс
http://dSPACE.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/108104/Ucheb_posobie_FHNM_

elektronnoe.pdf?sequence=1

7. Сайт о нанотехнологиях в России <http://www.nanonewsnet.ru/>

8. Российский электронный наножурнал <http://www.nanojournal.ru/>

9. Журнал «Российские нанотехнологии» <http://www.nanorf.ru/>

10. Учебники, учебные пособия, методические указания в виде электронных версий и презентаций в сети кафедры химии и химической технологии материалов <http://eios.vorstu.ru/>, ЭБС Лайн и др.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Microsoft Word, Microsoft Excel, Internet Explorer, Сайт о нанотехнологиях в России (<http://www.nanonewsnet.ru/>)

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для проведения лекционных занятий необходима специализированная лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным проектором, наличие в аудитории экрана, доски, ноутбука (ауд. 327/1).

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Химия наноматериалов» читаются лекции, проводятся практические занятия, выполняется курсовая работа.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета физико-химических и термодинамических характеристик наноматериалов. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова,

	<p>термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.</p>
<p>Практическое занятие</p>	<p>Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.</p>
<p>Самостоятельная работа</p>	<p>Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:</p> <ul style="list-style-type: none"> - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
<p>Подготовка к промежуточной аттестации</p>	<p>Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.</p>