

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»



Декан факультета Небольсин В.А.
«31» августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

«Химия наноматериалов и полимерные наносистемы»

Направление подготовки 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

Профиль Компоненты микро- и наносистемной техники

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2018

Автор программы

 /В.А. Небольсин/

Заведующий кафедрой
химии и химической
технологии материалов
Руководитель ОПОП

 /О.Б. Рудаков/
 /О.В. Стогней/

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Формирование у студентов компетенций, заключающихся в способности использовать фундаментальные понятия, принципы и методы химии наноматериалов, а также знания о полимерных наносистемах и нанотехнологиях в профессиональной деятельности.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Овладение теоретическими знаниями по основным фундаментальным понятиям, принципам и методам химии наноматериалов и полимерных наносистем, позволяющим применять их для решения современных и перспективных профессиональных задач, по классификации металлов, сплавов, пассивных и активных диэлектрических и магнитных материалов, полупроводников и их соединений, композиционных материалов по их физико-химическим свойствам и назначению, по и физико-химическим моделям процессов нанотехнологии и методам нанодиагностики:

Квантовые представления в нанохимии. Дисперсные системы.

Наночастицы и наноматериалы как объекты нанохимии.

Химические и физические свойства наноматериалов.

Диспергационные и конденсационные методы получения наноматериалов.

Методы исследования наноразмерных систем в химии наноматериалов.

Химические аспекты использования наноматериалов в практической деятельности.

Полимерные наноматериалы. Полимерные органические и неорганические наносистемы. Полимерные нанотехнологии.

Химия наноматериалов и охрана окружающей среды. Перспективы развития химии наноматериалов .

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Химия наноматериалов и полимерные наносистемы» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений, блока Б.1 учебного плана.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

ПК-5– Способен учитывать и прогнозировать влияние размерного фактора на параметры наногетероструктурных объектов и изделий

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-5	знать основные размерные эффекты в наноматериалах, и полимерных наносистемах влияющие на их реакционную способность
	уметь учитывать и прогнозировать влияние размерного фактора на физико-химические параметры наногетероструктурных объектов и изделий
	владеть навыками теоретической и экспериментальной оценки физико-химических параметров наноматериалов с учетом влияния размерного фактора

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Химия наноматериалов и полимерные наносистемы» составляет 4 зачетные единицы.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		7			
Аудиторные занятия (всего)	72	72			
В том числе:					
Лекции	36	36			
Практические занятия (ПЗ)	18	18			
Лабораторные работы (ЛР)	18	18			
Самостоятельная работа	72	72			
Курсовой проект	-	-			
Контрольная работа					
Вид промежуточной аттестации – зачет с оценкой	+	+			
Общая трудоемкость	час	144	144		
	зач. ед.	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	Пракз ан.	Лаб. зан.	СРС	Все го, час
1	Введение в химию наноматериалов и полимерных наносистем	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. Наноразмерные эффекты. Высокмолекулярные вещества. Полимерные наноматериалы неорганического и органического происхождения. Классификация полимеров. Молекулярные характеристики полимеров и их влияние на характеристики производных полимерных материалов. Полимерные макромолекулы, методы их получения.	2	1	-	3	6
2	Квантовые представления в химии наноматериалов и полимерных наносистем	Квантовые 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 нанообъектах. Классификация нанообъектов по геометрическому признаку (мерности): 0-мерные (квантовые точки), 1-мерные (квантовые нити, нанопроволоки, нанотрубки,	2	1	-	3	6

		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	Дисперсные наносистемы и наноразмерные эффекты	<p>Определение дисперсных систем. Особенности высокодисперсных систем (наносистем). Количественные характеристики дисперсных систем: размер частиц, дисперсность (D), удельная поверхность (S_{уд}). 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.</p> <p>Влияние дисперсности на реакционную способность веществ. Влияние дисперсности на растворимость вещества. Влияние дисперсности реагентов на равновесие химической реакции. Влияние размерного фактора на свойства наноматериалов: температуру плавления, параметры кристаллической решетки, теплоемкость, ширину запрещенной зоны. Связь между температурой плавления наночастицы и ее размером. Формула В. Томсона. Изменение температуры плавления частиц с изменением их радиуса. Параметры кристаллической решетки. Изменение межатомных расстояний и параметров кристаллической решетки при переходе от массивных кристаллов к наночастицам. Причины сокращения параметров решетки наночастиц. Теплоемкость. Зависимость молярной теплоемкости от среднего радиуса частицы r и температуры Дебая.</p> <p>Адсорбция и капиллярные явления в высокодисперсных системах. Адсорбция на границе раствор – пар. Причины и механизм адсорбции. Изотерма адсорбции Гиббса. Поверхностно-активные вещества (ПАВ), Уравнения Генри, Фрейндлиха, Ленгмюра. Адсорбция на границе твердое тело – газ. Адсорбция газов. Адсорбция жидкости. Адсорбция ионов. Адсорбция на микропористых телах.</p> <p>Электрокинетические явления в высокодисперсных системах. Двойной электрический слой (ДЭС). Адсорбционный слой Гельмгольца, диффузный слой Гуи. Дзета-потенциал. Электрофорез. Уравнение Гельмгольца-Смолуховского. Электроосмос. Седиментация. Потенциал седиментации и потенциал протекания. Эффект Дорна. Уравнение Эйнштейна. Очистка коллоидных систем. Методы седиментации и ультрацентрифугирования.</p> <p>Адгезия и работа адгезии. Уравнение Дюпре. Адгезионная прочность. Механизмы процессов адгезии: механическая адгезия, молекулярный (адсорбционный) механизм, электрическая теория адгезии, диффузионный механизм, уравнение Дюпре - Юнга. Свойства некоторых</p>	12	6	-	18	36

		<p>микрорегетерогенных систем. Эмульсии, их классификация и свойства, эмульгаторы. Пены, пенообразователи и пеногасители. Аэрозоли, их классификация, методы разрушения аэрозолей. Гели, золь-гель переходы, студни.</p> <p>Виды и свойства наногетерогенных дисперсных материалов. Золи и суспензии. Эмульсии. Пены. Капиллярно-пористые тела. Аэрозоли. Нанопорошки. Нанопористые материалы. Высокомолекулярные соединения. Гели и студни. Белки. Проблема устойчивости дисперсных систем. Термодинамические основы и факторы устойчивости. Агрегативная устойчивость и структурно-механические свойства. Глобулярные кристаллы монодисперсных полимеров и лиотропные жидкие кристаллы как естественные наноструктурированные образования высокомолекулярных соединений. Самоорганизация в полимерных системах. Конформация макромолекул. Фазовые и физическисостояния полимеров (стеклообразное, эластическое вязкотекучее). Кристаллические полимеры ламеллярного и фибриллярного типа; морфологические формы кристаллических полимеров, как типичные наноструктурные образования</p>					
4	Наночастицы как объекты химии наноматериалов и полимерных наносистем	<p>Классификация наночастиц: единичные атомы, многоатомные кластеры и молекулы, наноклапты и нанокристаллы. Частицы из атомов инертных газов, металлические наночастицы, фуллерены, углеродные нанотрубки, графен, ионные кластеры, фрактальные кластеры, молекулярные кластеры, супрамолекулярные структуры наночастиц. Определение понятия наноматериал. Типы наноматериалов. Нанокристаллические порошки. Нановолокна, их размеры. Моно- и поликристаллические волокна нанометровых поперечных размеров; наноструктурированные волокна (нанотрубки, нанопроволки). Нитевидные кристаллы (монокристаллические волокна – усы). Углеродные нанотрубки (НТ) как одна из наиболее интересных разновидностей нановолокон, их характеристики. Классификация одностенных нанотрубок. Нанопленки как пример двумерных нанообъектов, их характеристика. Нульмерные нанообъекты – квантовые точки, их характеристика. Компактированные наноматериалы. Особые свойства наноматериалов.</p>	2	1	-	3	6
5	Химические и физические свойства наноматериалов и полимерных наносистем, определяемых размерным фактором	<p>Высокая химическая активность наноматериалов. Главные причины повышенной реакционной активности наночастиц и наноматериалов. Размерные эффекты в химических процессах. Граничный размер частиц, при котором происходит изменение кинетических закономерностей процесса с участием наночастиц. Понижение температуры протекания химических реакций. Возможность протекания реакций между веществами с частицами в нанометровом диапазоне, неосуществимых при использовании крупнокристаллических материалов. Нанокристаллические полимерные наносистемы. Процессы окисления в наносредах. Температурные диапазоны устойчивости к окислению на воздухе нанопорошков различных</p>	4	2	-	6	12

		<p>металлов. Причины существования пороговой температуры окисления металлов на воздухе. Кинетические параметры окисления нанопорошков различных металлов на воздухе. Явления самовозгорания и пирофорности наносред. Температура самонагрева Тс. Расчетные и экспериментальные температуры саморазогривания нанопорошков различных металлов. Каталитическая активность наноматериалов. Примеры реакций с участием нанокатализаторов. Мезоморфные состояния высокомолекулярных тел (жидкие и пластические кристаллы). Аморфные полимерные наносистемы.</p> <p>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. Полимерные наносистемы на основе нанодисперсного углерода. Фуллерены, детонационные наноалмазы и углеродные нанотрубки как аллотропные формы углерода. Коллоидный графит. Способы синтеза фуллеренов и углеродных нанотрубок.</p>					
6	Диспергационные и конденсационные методы получения наноматериалов	<p>Основные химические способы получения наночастиц и наноматериалов: диспергационные методы и конденсационные методы. Диспергационные методы. Получение углеродных наночастиц – фуллеренов и нанотрубок. Электродуговое распыление графита, Электровзрывной метод, лазерное испарение графита. Термическое разложение углеводородов. Получение наночастиц металлов. Метод лазерного испарения металла, нагревание металла при помощи плазмы, термическое разложение соединений металлов. Получение наночастиц оксидов. Ударно-волновой или детонационный синтез. Механохимический синтез. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС). Получения наночастиц в газовой фазе.</p> <p>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 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.</p> <p>Криохимический синтез наночастиц. Синтез наночастиц при низких (77 К) и</p>	6	3	8	17	34

		сверхнизких (4-10К) температурах. Метод матричной изоляции. Химические последовательно-параллельные конкурирующие реакции, лежащие в основе метода матричной изоляции. Факторы, влияющие на формирование наночастиц в процессе криоконденсации : скорость достижения атомами охлаждаемой поверхности, скорость потери атомами избыточной энергии через взаимодействие с конденсатом и скорость удаления кластеров из области повышенной концентрации атомов. Получение наночастиц металлов путем соконденсации. Ячейки Кнудсена. Криореакторы, их устройство. Криореактор, используемый для конденсации при температуре кипения жидкого азота (77 К) и более высоких температурах. Получение нанокпель гелия. Примеры криохимических синтезов наночастиц.					
7	Методы исследования наноразмерных систем в химии наноматериалов	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.	2	1	4	7	14
8	Химические аспекты использования наноматериалов в практической деятельности в связи с действием размерного фактора	Применение наноматериалов в промышленности: конструкционные материалы с повышенными механическими свойствами; высокопрочные резьбовые 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. Интенсификация процесса спекания промышленных порошков путем добавления в качестве активаторов спекания нанопорошков алюминия, никеля, железа. Нанопорошки как компоненты в гидродинамических	2	1	6	9	18

		<p>пластификаторах, компоненты припоев, промежуточных слоев в различных вариантах технологий сварки. 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. Нанознергетика. 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. Доставка лекарственных препаратов и генов внутрь клеток. Использование нанотехнологий и наноматериалов для улучшения хирургического и стоматологического инструментария</p>					
9	Химия наноматериалов и охрана окружающей среды	<p>Использование наноматериалов для защиты окружающей среды. Наноматериалы в каталитических процессах. Переработка промышленных отходов. Средства защиты. Свето- и теплопоглощающие материалы, поглотители электромагнитного излучения, средства радиационной и биологической безопасности. Экологические проблемы при производстве и применении наноматериалов. Замена производств, связанных с большим объемом отходов, на «зеленые» технологии. Рационализация производственных процессов для снижения расходов материалов и энергии. Способы защиты наноматериалов от внешних воздействий. Защита наноматериалов с помощью инертных сред. Способы пассивации наноматериалов. Оксидирование поверхности, использование оксида углерода, отжиг в чистом водороде. Использование водорастворимых полимеров настоящее время для защитных покрытий. Микрокапсулирование. Некоторые аспекты транспортировки наноматериалов. Классификация наноматериалов как опасных грузов – веществ, образующих взрывоопасные смеси; легковоспламеняющихся твердых веществ; самовозгорающихся веществ; веществ, выделяющих воспламеняющиеся газы при взаимодействии с водой. Малоопасные вещества.</p>	2	1	-	3	6
10	Перспективы развития химии наноматериалов и полимерных наносистем	<p>Возможности химии наноматериалов в настоящем и будущем в различных областях науки и техники, химии, материаловедении, авиации и космонавтике. Электроника, компьютерные технологии, робототехника в настоящем и будущем. Развитие микроскопии и средств визуализации нанообъектов. Социальные последствия внедрения нанотехнологий. Возможные опасности промышленной нанореволюции. Наноиндустрия в России и за рубежом.</p>	2	1	-	3	6
Итого			36	18	18	72	144

5.2 Перечень лабораторных работ

№ п/п	Наименование лабораторной работы	Объем часов
1	Синтез углеродных нанотрубок каталитическим пиролизом ацетилена	4
2	Изучение релаксации напряжения резины и определение структурных характеристик по релаксации напрядения	4
3	Изучение влияния дисперсности веществ на их химическую активность	4
4	Электронно-зондовая микроскопия нанопористого оксида алюминия	4
Итого часов		16

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

Освоение дисциплины предусматривает выполнение контрольной работы.

Примерная тематика контрольной работы:

1	Какие материалы называются наноматериалами?
2	Отличительные особенности наноструктур.
3	Физические причины, обуславливающие особенности проявления свойств наноструктур.
4	Факторы, обеспечивающие высокую химическую активность наночастиц
5	Примеры элементов структуры с наноразмерами, обеспечивающие особенности свойств изделий.
6	Причины возникновения размерных эффектов в наноматериалах.
7	Особенности адсорбционных, адгезионных и капиллярных свойств нанодисперсных систем.
8	Движущая сила и условия процесса зарождения твердой фазы наночастицы.
9	Повышение давления насыщенного пара с уменьшением размера наночастицы.
10	Реализация гомогенного зародышеобразования наночастиц.
11	Особенности и условия гетерогенного зародышеобразования. Переход гомогенного зародышеобразования в гетерогенное.
12	Последствия высокой неравновесности процесса образования новой твердой фазы.
13	Условия сохранения наноструктуры в неравновесных процессах.
14	Увеличение растворимости наночастиц с уменьшением их размера.
15	Повышение химического потенциала с уменьшением размера нанобъекта.
16	Типы структур, реализуемые в наносистемах.
17	Структурно-неоднородные наночастицы с когерентными границами раздела.
18	Причины многообразия структурных элементов наночастиц.
19	Теоретические предпосылки структурной неоднородности наносостояния.
20	Влияние размера кристаллической наночастицы на период решетки.
21	Вклад линейной энергии в свободную энергию наночастицы.
22	Конденсационные и диспергационные методы получения наночастиц.
23	Схема получения нанопорошков оксидов металлов золь-гель способом.
24	Получение нитевидных нанокристаллов полупроводников газофазной эпитаксией.
25	Способ получения керамических наночастиц методом осаждения.
26	Особенности изменения свойств частиц наноматериалов под влиянием дисперсности.
27	Смещение линий фазовых равновесий на диаграммах состояния наноразмерных материалов.
28	Сущность и сфера применения химического синтеза полимеров.
29	Способы синтеза углеродных нанотрубок.
30	Влияние наноматериалов на окружающую среду.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

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	Показатели оценивания	Критерии оценивания	
			Аттестован	Не аттестован
ПК-5	Знать основные размерные эффекты в наноматериалах и полимерных наносистемах влияющие на их реакцию способность	Знать следующие основные размерные эффекты в наноматериалах и полимерных наносистемах влияющие на их реакцию способность: понижение температуры плавления и поверхностного натяжения, конверсия кристаллической структуры, повышение давления насыщенного пара, изменение периода решетки, смещение линий фазовых равновесий на диаграммах состояния	Дает правильные ответы на вопросы тестов.	Не дает правильные ответы на вопросы тестов.
	Уметь учитывать и прогнозировать влияние размерного фактора на физико-химические параметры наногетероструктурных объектов и изделий	Умеет решать задачи, связанные с расчетами размерных эффектов	При решении задач учитывает влияние размерного фактора на физико-химические параметры наногетероструктурных объектов и изделий.	При решении задач не учитывает влияние размерного фактора на физико-химические параметры наногетероструктурных объектов и изделий.

	Владеть навыками теоретической и экспериментальной оценки физических и химических параметров наноматериалов с учетом влияния размерного фактора	Владеет навыками решения задач и проведения экспериментов по оценке физических и химических параметров наноматериалов в с учетом влияния размерного фактора	Решает задачи и проводит эксперименты по оценке физических и химических параметров наноматериалов с учетом влияния размерного фактора	Не решает задачи и не проводит эксперименты по оценке физических и химических параметров наноматериалов с учетом влияния размерного фактора
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 7 семестре по системе:

«зачтено» с оценкой;

«не зачтено».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Показатели оценивания	Критерии оценивания			
			Зачтено			Не зачтено
			Удовлетворительно	Хорошо	Отлично	Неудовлетворительно
ПК-5	Знать основные размерные эффекты в наноматериалах и полимерных наносистемах влияющие	Знать следующие основные размерные эффекты в наноматериалах и полимерных	Даны правильные ответы	Даны правильные ответы	Даны правильные ответы на	Не даны правильные ответы на вопросы

на их реакционную способность	наносистемах влияющие на их реакционную способность: понижение температуры плавления и поверхностного натяжения, конверсия кристаллической структуры, повышение давления насыщенного пара, изменение периода решетки, смещение линий фазовых равновесий на диаграммах состояния	на вопросы билетов к зачету с оценкой. Из 10 вопросов в от 5 до 6 правильных ответов	на вопросы билетов к зачету с оценкой. Из 10 вопросов от 7 до 8 правильных ответов	вопросы билетов к зачету с оценкой. Из 10 вопросов от 9 до 10 правильных ответов	билетов к зачету с оценкой. Из 10 вопросов менее 5 правильных ответов
Уметь учитывать и прогнозировать влияние размерного фактора на физико-химические параметры наногетероструктурных объектов и изделий	Умеет решать задачи, связанные с расчетами размерных эффектов	Правильно решены 3 расчетные задачи из предложенных на выбор пяти заданий	Правильно решены 4 расчетные задачи из предложенных на выбор пяти заданий	Правильно решены 5 расчетные задачи из предложенных на выбор пяти заданий	Правильно решены менее 3 расчетные задачи из предложенных на выбор пяти заданий или были допущены грубые ошибки в терминологии, обозначениях, формулах, написании уравнений реакций.
Владеть навыками теоретической и экспериментальной оценки физики и химических параметров наноматериалов с учетом влияния размерного фактора	Владеет навыками решения задач и проведения экспериментов по оценке физических и химических параметров наноматериалов с учетом влияния размерного фактора	Сданы отчеты по всем лабораторным работам с нарушением графика сдачи и (или) исправлением ошибок	Сданы отчеты по всем лабораторным работам с незначительным нарушением графика сдачи и (или) исправлением незначительных ошибок	Сданы отчеты по всем лабораторным работам с выполнением графика сдачи и без ошибок	Отчеты по лабораторным работам не сданы, либо сданы частично

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

Задания для тестирования (ПК-5):

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

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

2. Во сколько раз увеличится свободная поверхностная энергия капле́ль 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.

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. 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 .

7. Если бы в наномире 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.

8. 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.

9. 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.

10. 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 и полюсов источника поля
- б) Водяные капли выстраиваются в линию и образуют мосты.
- в) С каплями видимых изменений не произойдет.

11. 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.

12. Температура фазового перехода твердое тело→жидкость макроскопического образца Au равна $1064\text{ }^{\circ}\text{C}$. Температура плавления наночастиц Au с характерным размером 2 нм равна:

- а) более $1100\text{ }^{\circ}\text{C}$
- б) равна $920\text{ }^{\circ}\text{C}$

- в) менее 400 °С
- г) равна 1064 °С.

13. 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.

14. 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.

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

а) и наночастица, и кластер - это разные названия одной наноразмерной изотропной (квазинульмерной (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.

16. К особым физико-химическим свойствам наноматериалов не относится

- а) высокая удельная поверхность,
- б) повышенная каталитическая активность,
- в) высокая растворимость,
- г) высокая отражающая способность,
- д) высокая реакционная способность.

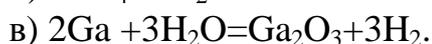
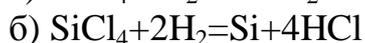
17. Можно ли считать, что с точки зрения термодинамики переход от массивного вещества к нанокристаллическому является фазовым переходом первого рода?

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.

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



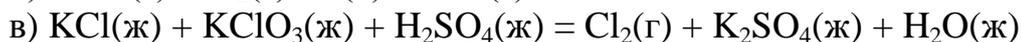
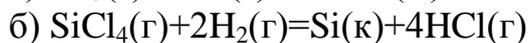
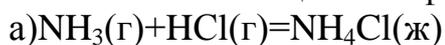
19. Для нитевидных нанокристаллов Si существенное (более чем в три раза) увеличение ширины запрещенной зоны с 1,1 эВ до 3,5 эВ происходит при:

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.

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



21. 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.

22. 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.

23. 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.

24. Причинами, по которым определяются перспективы развития химия 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.

25. Какое из неравенств справедливо для высокомолекулярных наноструктурированных полимеров:

$$T_c < T_{кр} < T_{тек} ; T_{кр} < T_c < T_{тек} ; T_c < T_{тек} < T_{кр} ?$$

26. Какое химическое строение имеют макромолекулы поливинилхлорида ...-CH₂-CHCl-CHCl-CH₂-CHCl-CH₂-CHCl-CH₂-.....

- а) и регулярное, и нерегулярное
- б) регулярное,
- в) нерегулярное

27. Можно ли считать ламели и фибриллы наноструктурными образованиями кристаллических полимеров ?

- а) да,
- б) нет,
- в) зависит от условий получения полимеров .

28. Продукт полимеризации этилена (полиэтилен) имеет формулу:

- а) (CH₄)_n,
- б) (-CH=CH-)_n,
- в) (-CH₂- CH₂-)_n,
- г) (-CH₂=CH₂-)_n? .

29. Подчиняются ли растворы наноструктурных полимеров законам Рауля и Вант – Гоффа?

- а) да,
- б) нет,
- в) подчиняются, но только сильно разбавленные растворы полимеров.

30. Зависимость удельной характеристики (или интенсивного параметра) вещества от размера его частиц называется

- а) эффектом кристаллической структуры,
- б) фазовым эффектом,
- в) размерным эффектом

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

(не предусмотрено учебным планом)

7.2.3. Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

(не предусмотрено учебным планом)

7.2.4 Примерный перечень вопросов и задач для подготовки к зачету с оценкой

1. Наноматериалы. Критерии определения наноматериалов: критический размер и функциональные свойства.

2. Основные способы получения наночастиц и наноматериалов: диспергационные методы и конденсационные методы.

3. Вычислите молекулярную массу M макромолекулы олигомера стирола

$[\text{CH}_2=\text{CH}-(\text{CH}_2)_3-\text{CH}=\text{CH}_2]_n$ при степени олигомеризации $n=100$?

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 нанообъектов.

7. Энергетические и геометрические характеристики поверхности наноматериалов: удельная поверхность раздела фаз, избыточная поверхностная энергия, кривизна поверхности.

8. Классификация наночастиц: единичные атомы, многоатомные кластеры и молекулы, наноклапты и нанокристаллы. Классификация нанообъектов по геометрическому признаку (мерности): 0-, 1-, 2-, 3-мерные.

9. Определите внутреннее давление полусферических капель Au-катализатора на вершине нитевидного кристалла диаметром 100 нм. Межфазное поверхностное натяжение жидкости равно 900 мДж/м^2 ?

10. Термодинамические аспекты повышенной реакционной активности наночастиц и наноматериалов.

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

12. Температура фазового перехода твердое тело→жидкость макроскопического образца меди равна 1083 °С. Чему равна температура плавления сферических наночастиц Cu размером 10 нм?

13. 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.

14. Аэрозоли, их классификация, методы разрушения аэрозолей. Гели, золь-гель переходы, студни.

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

16. Отличия принципов нанотермодинамики от классической термодинамики

17. Качественная аналогия конформации макромолекул полимера и агрегатного состояния неполимерного вещества.

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

19. Получение углеродных наночастиц – фуллеренов и нанотрубок. Электродуговое распыление графита.

20. Поверхностные явления в наноматериалах как результат самопроизвольных процессов уменьшения поверхности раздела фаз и поверхностной энергии.

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

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

23. Строение и структура полимеров. Элементарные звенья. Регулярность.

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

25. Агрегативная устойчивость наночастиц и ее термодинамические основы.

26. Смещение линий фазовых равновесий двойных диаграмм состояния с уменьшением размера наночастиц.

27. 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.

28. Химические особенности компактированных наноматериалов.

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

30. Определите осмотическое давление при 293 К водного раствора желатина, имеющего массовую концентрацию 2,5 кг/м³? Молекулярная масса желатина равна 104600, а коэффициент $b=0,6$.

31. Капиллярно-пористые наноматериалы и твердые пены.

32. Конформация линейной макромолекулы полимера: статистический клубок, глобула, транс-зигзаг, спираль, складчатая конформация, структура полипептида Коллоидная химия высокомолекулярных соединений.

33. Чему будет равна работа адгезии для самопроизвольного диспергирования одного вещества в другом, если работа когезии диспергируемого вещества равна 120 кДж/м²?

34. Кристаллические полимеры ламелярного и фибриллярного типа.

35. Термодинамические аспекты поверхностных явлений в наноматериалах

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

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

38. 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.

39. Вычислите работу образования кристаллической нанопроволоки Si из газовой фазы диаметром 50 нм и длиной 500 нм. Свободная поверхностная энергия $\sigma_s = 1,25$ 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.

40. 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.

41. Эффект появления линейной энергии при контакте наноразмерной капли жидкости и твердого тела.

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6 Методика оценивания при проведении промежуточной аттестации

Зачет с оценкой для проверки знаний проводится по билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов из примерного перечня **вопросов и задач для подготовки к зачету с оценкой**.

. Каждый правильный ответ на вопрос оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 10.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 5 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 5 до 6 баллов.
3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 7 до 8 баллов.
4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 9 до 10 баллов.

Зачет с оценкой для проверки умений проводится по билетам, каждый из которых содержит 5 задач из примерного перечня **вопросов и задач для подготовки к зачету с оценкой.**

. Каждая правильно решенная задача оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 5.

5. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 3 баллов.
6. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал 3 балла.
7. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал 4 балла.
8. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 5 баллов.

Зачет с оценкой для проверки 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 (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Введение в химию наноматериалов и полимерных наносистем	ПК-5	Тесты, устный опрос, решение задач, сдача отчета по лабораторным работам, зачет с оценкой
2	Квантовые представления в химии наноматериалов и полимерных наносистем	ПК-5	Тесты, устный опрос, решение задач, сдача отчета по лабораторным работам, зачет с оценкой

3	Дисперсные наносистемы и наноразмерные эффекты	ПК-5	Тесты, устный опрос, решение задач, сдача отчета по лабораторным работам, зачет с оценкой
4	Наночастицы как объекты химии наноматериалов	ПК-5	Тесты, устный опрос, решение задач, сдача отчета по лабораторным работам, зачет с оценкой
5	Химические и физические свойства наноматериалов, определяемых размерным фактором	ПК-5	Тесты, устный опрос, решение задач, сдача отчета по лабораторным работам, зачет с оценкой
6	Диспергационные и конденсационные методы получения наноматериалов	ПК-5	Тесты, устный опрос, решение задач, сдача отчета по лабораторным работам, зачет с оценкой
7		ПК-5	Тесты, устный опрос, решение задач, сдача отчета по лабораторным работам, зачет с оценкой
8	Методы исследования наноразмерных систем в химии наноматериалов	ПК-5	Тесты, устный опрос, решение задач, сдача отчета по лабораторным работам, зачет с оценкой
9	Химические аспекты использования	ПК-5	Тесты, устный опрос, решение

	наноматериалов в практической деятельности в связи с действием размерного фактора		задач, сдача отчета по лабораторным работам, зачет с оценкой
10	Химия наноматериалов и охрана окружающей среды	ПК-5	Тесты, устный опрос, решение задач, сдача отчета по лабораторным работам, зачет с оценкой
11	Перспективы развития химии наноматериалов и полимерных наносистем	ПК-5	Тесты, устный опрос, решение задач, сдача отчета по лабораторным работам, зачет с оценкой

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 билетов с тест-заданиями и с задачами на бумажном носителе. Время тестирования 45 мин. Затем осуществляется проверка теста и решенных задач экзаменатором и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

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. : Бином. 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 (модулю), 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 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). Лабораторные занятия в ауд. 303/1, 027/1, 031/1, 023/1.

9.1. Таблицы: «Периодическая система элементов Д.И. Менделеева», «Растворимости», «Ряд напряжений металлов»

9.2 Аппарат Киппа

9.3 Весы технические

9.4 Весы аналитические АДВ - 200

9.5 Штативы, мерная посуда (мерные колбы, бюретки, пипетки и т. п.), реактивы

9.6 Установка для измерения изменения температуры с точностью 0,01

0 9.7 Насос Комовского и установка для измерения давления насыщенного пара при разных температурах

9.8 Печь муфельная

9.9 Холодильник ОРСК

9.10 Печь муфельная

9.11 Потенциометр Р-363-2

9.12 Компьютер в комплекте: ASUS P7H55-M-7шт.

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

Дисциплина "Химия наноматериалов и полимерные наносистемы" концептуально и по содержанию связана с рядом дисциплин по направлению подготовки "Нанотехнологии и микросистемная техника". Для изучения дисциплины необходимо иметь соответствующую подготовку по математике, физике и химии в рамках вузовских курсов.

Основными формами изучения данной дисциплины являются лекции, лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов.

Каждому обучающемуся необходимо основательно закреплять полученные знания и вырабатывать навыки самостоятельной учебной работы. С этой целью слушателям рекомендуется выполнение практических занятий, контрольных работ, устных опросов и тестов.

В качестве методической помощи студентам при подготовке к промежуточной аттестации рекомендуется перечень вопросов для промежуточного контроля. Промежуточный контроль – зачет.

На лекциях необходимо вести подробный конспект. Слушатели не должны стесняться задавать преподавателю вопросы, касающиеся понимания конкретных проблем.

Демонстрационный материал (раздаточный материал, презентации, и т. д.) предназначены для облегчения визуального запоминания и понимания содержания лекции. Необходимо тренировать зрительную память, связывая визуальную информацию с содержанием и логикой лекции. В процессе чтения лекции следует делать заметки на полях раздаточного материала с пояснениями содержания лекции или иллюстраций. В начале первой лекции лектор дает список рекомендуемой литературы и адреса сайтов, где можно использовать электронные версии лекционного материала. Рекомендуется использовать в качестве дополнительной литературы электронные версии издательства «Лань» электронно-библиотечная система (ЭБС), а также другие электронные зарубежные публикации и справочники.

Лабораторные работы выполняются в соответствии с графиком, после проведения экспериментальной части работ и оформления отчета обучающийся должен защитить работу посредством сдачи теоретической части, отвечая на контрольные вопросы преподавателя.

При подготовке обучающегося к вопросам тем лабораторных работ достаточным уровнем подготовки будет ознакомление с материалом соответствующих разделов учебных пособий и практических руководств,

рекомендованных в списке литературы по дисциплине.

В процессе изучения дисциплины лабораторные занятия являются одним из показательных этапов оценки знаний студентов, поэтому важна роль подготовки к данному виду занятий. Качественная теоретическая база знаний обучающегося обеспечивает формирование представлений о связях вопросов лабораторных работ с другими видами занятий и другими дисциплинами. Лабораторные занятия призваны укреплять и расширять теоретические знания и навыки слушателя, для этого тема занятий и вопросы к ней должны быть тесно связаны с объектами будущей профессиональной деятельности студента. При подготовке к лабораторным занятиям студент имеет право пользоваться доступными источниками информации. Основными методами работы с литературой является ее чтение. Обучающиеся обязаны ознакомиться с содержанием учебных пособий и практических руководств, рекомендованных в списке основной литературы. Дополнить свои знания и обогатить их поможет список дополнительной и методической литературы.

При подготовке обучающегося к вопросам тем практических занятий достаточным уровнем подготовки будет ознакомление с материалом соответствующих разделов учебников, учебных пособий и практических руководств, рекомендованных в списке литературы по дисциплине.

Самостоятельная работа слушателей заключается в:

- изучении учебной, дополнительной и методической литературы, а также оригинальных статей по вопросам физической химии материалов и процессов электронной техники;
- подготовке к практическим занятиям;
- подготовке к промежуточной аттестации по дисциплине.

Основными формами обучения данного цикла являются лекции, практические занятия и лабораторные работы, а так же самостоятельная работа слушателей.

Каждому слушателю необходимо закреплять полученные знания и вырабатывать навыки самостоятельной учебной работы. С этой целью слушателям рекомендуется выполнение контрольных работ, устных опросов и тестов.

При подготовке к промежуточной аттестации рекомендуется перечень вопросов для промежуточного контроля.

На лекциях необходимо вести конспект. Студенты могут задавать преподавателю вопросы, связанные с пониманием конкретных проблем.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
---------------------	-----------------------

Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, 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.
Практические занятия	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, решение задач по алгоритму.
Лабораторные занятия	Ознакомление с ходом выполнения лабораторной работы, проведение эксперимента, оформление отчета, защита работы посредством сдачи теоретической части, отвечая на контрольные вопросы преподавателя.
Подготовка к зачету с оценкой	При подготовке к зачету с оценкой необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и выполнение лабораторных и практических занятий.