

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

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета \_\_\_\_\_ В.А.Небольсин  
«21» декабря 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** 2022

Автор программы

\_\_\_\_\_  
 /В.А. Небольсин/

Заведующий кафедрой  
химии и химической  
технологии материалов

\_\_\_\_\_  
 /О.Б. Рудаков/

Руководитель ОПОП

\_\_\_\_\_  
 /О.В. Стогней/

Воронеж 2021

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины

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

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

Овладение теоретическими знаниями о принципах и методах химии наноматериалов и полимерных наносистем, позволяющих применять их для исследования, анализа и прогнозирования влияния различных факторов на параметры наногетероструктурных объектов и изделий.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Химия наноматериалов и полимерные наносистемы» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

ПК-5 - Способен исследовать, анализировать и прогнозировать влияние различных факторов на параметры наногетероструктурных объектов и изделий.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-5	знать закономерности влияния различных факторов на химические параметры наногетероструктурных объектов и изделий
	уметь исследовать, анализировать и прогнозировать влияние различных факторов на химические параметры наногетероструктурных объектов и изделий.
	владеть навыками исследования, анализа и прогнозирования влияния различных факторов на химические параметры наногетероструктурных объектов и изделий.

## 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Химия наноматериалов и полимерные наносистемы» составляет 4 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

**очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего	Семестры
---------------------	-------	----------

	часов	6
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	72	72
В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
<b>Самостоятельная работа</b>	72	72
Виды промежуточной аттестации - зачет с оценкой	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	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	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Теоретические основы химии наноматериалов и полимерных наносистем: основные понятия и законы химии наноматериалов и полимерных наносистем	Основные понятия и определения. Количественные характеристики дисперсных систем. Химические свойства наногетероструктурных материалов. Нанотермодинамика Хила. Самоорганизация в полимерных наносистемах. Конформация макромолекул. Фазовые и физические состояния полимеров (стеклообразное, эластическое, вязкотекучее).	6	2	4	12	24
2	Классификация и методы получения наноматериалов и полимерных наносистем	Классификация наночастиц по различным признакам (числу атомов, структуре, мерности и др.) и типы наноматериалов. Диспергационные методы и конденсационные методы получения. Криохимический синтез наночастиц. Полимеризация мономеров.	6	2	4	12	24
3	Поверхностные явления в наногетероструктурных материалах и катализ	Химия поверхностных явлений. Энергетические и геометрические характеристики поверхности. Термодинамика поверхности твердых тел. Адсорбция и капиллярные явления в высокодисперсных системах. Электрокинетические явления в высокодисперсных системах. Катализ наноматериалами.	6	2	4	12	24
4	Химические свойства наноматериалов. Коллоидные кластеры и наноструктуры	Высокая химическая активность наноматериалов. Понижение температуры плавления. Повышение растворимости. Уменьшение периода решетки. Золи. Мицеллы. Микроэмульсии. Пены. Капиллярно-пористые тела. Аэрозоли. Нанопорошки. Нанопористые материалы.	6	4	2	12	24

		Высокомолекулярные соединения. Организация коллоидных структур. Свойства коллоидных кластеров.						
5	Твердотельные нанокластеры и наногетероструктуры	Фуллерены, графен и углеродные нанотрубки: структура и химические свойства. Нанопорошки и тонкие пленки. Микроструктура компактированных нанокристаллических и наногетероструктурных материалов. Твердотельные химические реакции.	6	4	2	12	24	
6	Матричные и супрамолекулярные нанокластеры и наноструктуры. Биологические нанообъекты	Матричные нанокластеры. Супрамолекулярные структуры и газовые клатраты. Макромолекулярные наноструктуры. Кристаллические полимеры ламеллярного и фибриллярного типа. Биологические нанообъекты. Биополимеры.	6	4	2	12	24	
<b>Итого</b>			<b>36</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>72</b>	<b>144</b>	

## 5.2 Перечень лабораторных работ

1. Синтез углеродных нанотрубок каталитическим пиролизом ацетилена.
2. Изучение релаксации напряжения резины и определение структурных характеристик по релаксации напряжения.
3. Изучение влияния дисперсности веществ на их химическую активность.
4. Электронно-зондовая микроскопия нанопористого оксида алюминия.

## 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
ПК-5	знать закономерности влияния различных факторов на химические параметры наногетероструктурных объектов и изделий	Активная работа на практических и лабораторных занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь исследовать, анализировать и прогнозировать влияние различных факторов на химические параметры наногетероструктурных объектов и изделий	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками исследования, анализа и прогнозирования влияния различных факторов на химические параметры наногетероструктурных	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

объектов и изделий			
--------------------	--	--	--

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 6 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

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

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-5	знать закономерности влияния различных факторов на химические параметры наногетероструктурных объектов и изделий	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь исследовать, анализировать и прогнозировать влияние различных факторов на химические параметры наногетероструктурных объектов и изделий	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 навыками исследования, анализа и прогнозирования влияния различных факторов на химические параметры наногетероструктурных объектов и изделий	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 (типичные 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):
  - а)  $10^{-3}$ ,
  - б)  $10^{-6}$ ,
  - в)  $10^{-9}$ ,
  - г)  $10^{-10}$ . (в)
2. С уменьшением размера сродство углеродных наноматериалов 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. (а)

3. Какие гетероструктуры 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. (б)

4. 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. (г)

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

а) да,

б) нет,

в) зависит от условий получения полимеров. (а)

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)  $\text{KCl}(\text{ж}) + \text{KClO}_3(\text{ж}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{ж}) = \text{Cl}_2(\text{г}) + \text{K}_2\text{SO}_4(\text{ж}) + \text{H}_2\text{O}(\text{ж})$ . (в)

7. 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. (г)

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

а) эффектом кристаллической структуры,

б) фазовым эффектом,

в) размерным эффектом. (в)

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

а) снижением растворимости в наночастице при увеличении кривизны ее поверхности,

б) увеличением реакционной способности вещества с увеличением его дисперсности,

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

10. Относительное изменение периода решетки с уменьшением диаметра наночастицы обусловлено:

- увеличением лапласовского давления,
- повышением каталитической активности,
- нескомпенсированностью межатомных связей атомов поверхности,**
- высокой реакционной способностью. (в)

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

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

2. Во сколько раз увеличится свободная поверхностная энергия капель жидкого золота со средним диаметром 40 нм по сравнению с ее недисперсным массивным состоянием с площадью поверхности 6 см<sup>2</sup>? Плотность жидкого золота 17·10<sup>3</sup> кг/м<sup>3</sup>.

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

4. Какое из неравенств справедливо для высокомолекулярных наноструктурированных полимеров:  $T_c < T_{кр} < T_{тек}$ ;  $T_{кр} < T_c < T_{тек}$ ;  $T_c < T_{тек} < T_{кр}$  ?

5. Чем обусловлена потеря кристаллической структуры и появление аморфной с уменьшением размера наночастиц некоторых элементов (Fe, Cr, Cd, Se)?

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

7. Определите внутреннее давление полусферических капель Ni диаметром 500 нм. Межфазное поверхностное натяжение жидкости равно 1,5 Дж/м<sup>2</sup>.

8. Какое химическое строение имеют макромолекулы поливинилхлорида  $..-CH_2-CHCl-CHCl-CH_2-CHCl-CH_2-CHCl-CH_2-..$  (линейное).

9. 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).

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

### 7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

### 7.2.5 Примерный перечень заданий 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. 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.

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  $900 \text{ мДж/м}^2$ ?

10. Термодинамические аспекты повышенной реакционной активности наночастиц и наноматериалов.

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

12. Структура и химические свойства фуллерена, графена и углеродных нанотрубок.

13. Влияние размерного фактора на свойства наночастиц: температуру фазового перехода твердое-жидкое ( $T_{пл}$ ), параметры кристаллической решетки, теплоёмкость.

14. Гели, золь-гель переходы.

15. Факторы, влияющие на физическое состояние полимеров.

16. Отличия принципов нанотермодинамики от классической термодинамики

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

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.

25. Агрегативная устойчивость наночастиц и ее термодинамические

ОСНОВЫ.

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

27. Супрамолекулярные структуры и газовые клатраты.

28. Химические особенности компактированных наноматериалов.

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

30. Перечислите факторы, влияющие на химические параметры наногетероструктурных объектов и изделий.

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.

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 капель жидкости диаметром 35 нм. Межфазное поверхностное натяжение жидкости равно 55 мДж/м<sup>2</sup>.

38. Чему равно приращение энергии Гиббса капель жидкости диаметром 10 нм. Межфазное поверхностное натяжение жидкости равно 55 мДж/м<sup>2</sup>. Объем, занимаемый одним молекул жидкости, равен 0,2 м<sup>3</sup>/моль.

39. 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/м<sup>2</sup>. Удельный объем, занимаемый одним атомом Si,  $\Omega=2 \cdot 10^{-29}$  м<sup>3</sup>. Изменение химического потенциала Si при переходе из газовой фазы в твердую равно  $\Delta\mu=2 \cdot 10^{-20}$  Дж.

40. Чем обусловлена высокая химическая активность наногетероструктурных материалов.

### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Теоретические основы химии наноматериалов и полимерных наносистем: основные понятия и законы химии наноматериалов и полимерных наносистем	ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
2	Классификация и методы получения наноматериалов и полимерных наносистем	ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
3	Поверхностные явления в наногетероструктурных материалах и катализ	ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ

4	Химические свойства наноматериалов. Коллоидные кластеры и наноструктуры	ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
5	Твердотельные нанокластеры и наногетероструктуры	ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
6	Матричные и супрамолекулярные нанокластеры и наноструктуры. Биологические нанообъекты	ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ

### **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.

## **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. : Бинوم. Лаборатория знаний, 2012. - 365 с. : ил . - 4. Сотникова, О.А. Теплоснабжение: учеб. пособие: рек. УМО РФ. – М.: АСВ, 2005 - 288 с.
4. Болдырева О. Н., Небольсин В. А. 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/>
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/>

**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:**

Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса:

- приложение Microsoft Power Point;
- текстовый редактор Microsoft Office Word.

Перечень информационно-справочных систем:

- единая информационная образовательная среда университета «ЭИОС» ВГТУ»;
- электронная библиотечная система;
- научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Материально-техническая база для осуществления образовательного процесса по дисциплине, имеющаяся в распоряжении ВГТУ:

- для проведения занятий лекционного типа, практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, специализированная учебная аудитория 327/1, 303/1 с комплектом учебной мебели и оборудования;

- для самостоятельной работы обучающихся читальный зал и библиотечные каталоги научно-технической библиотеки ВГТУ;

- для выполнения лабораторных работ оборудование лабораторий 303/1, 027/1, 023/1, 031/1 включая сканирующий зондовый микроскоп Ntegra Прима, установку для синтеза УНТ «Thermoconcept», оптические микроскопы Альтами.

- мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор).

Перечень программных продуктов, используемых при проведении различных видов занятий – презентации в Power Point по темам курса.

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

По дисциплине «Химия наноматериалов и полимерные наносистемы» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы.

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 атомных характеристик и термодинамических параметров наногетероструктурных материалов и полимерных систем. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить 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.
Практическое занятие	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.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li> <li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li> <li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li> <li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li> <li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li> </ul>
Подготовка к промежуточной аттестации	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 с оценкой три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.