

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 14.04.2026 16:07:16  
Уникальный программный ключ:  
04c19ed18bfb98f7b6cb77a486b9a9788b8723737



МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Рабочая программа дисциплины "Особенности строения вещества (научный семинар)" по направлению  
подготовки (специальности) 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия" направленности (профилю)  
Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 1

## **Рабочая программа дисциплины (модуля)\***

**Строение вещества**

**Направление подготовки (специальность)**

**04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия**

**Направленность (профиль)**

**Фундаментальная и прикладная химия**

**Присваиваемая квалификация (степень)**

**Химик. Преподаватель химии.**

**Форма обучения**

**очная**

**Год(ы) набора**

\*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

**Челябинск 2026 г.**



## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля)
5. Структура и содержание дисциплины (модуля)
6. Фонд оценочных средств
  - 6.1. Перечень видов оценочных средств
  - 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации
  - 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации
  - 6.4. Критерии оценивания
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
  - 7.1. Рекомендуемая литература
  - 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
  - 7.3. Перечень информационных технологий
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Специальные условия освоения дисциплины обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья



### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины состоит в формировании у обучающихся системных фундаментальных представлений о строении вещества на микро- и наноуровне, природе межмолекулярных взаимодействий, термодинамике поверхностных явлений и механизмах образования дисперсных систем, а также развитие способности применять полученные знания для анализа и прогнозирования свойств материалов в зависимости от их структуры и размера, включая наноструктурированные системы. Результаты изучения дисциплины направлены на достижение индикатора ОПК-4-3. Имеет практический опыт решения физических и математических задач применительно к различным областям профессиональной деятельности.

Для достижения поставленных целей требуется решение следующих задач:

- изучить современные модели строения атомов, молекул и конденсированных фаз;
- освоить термодинамические основы поверхностных явлений и их роль в формировании наночастиц;
- рассмотреть фундаментальные механизмы нуклеации, роста и стабилизации частиц в дисперсных системах.
- ознакомиться с основными методами синтеза наноматериалов (золь-гель, коллоидный синтез, электрохимические методы)
- установить взаимосвязь «строение – размер – свойства» для различных классов веществ (металлы, полупроводники, диэлектрики).

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.О.1.11

#### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Органическая химия

Математика

Кристаллохимия

Общая и неорганическая химия

#### 2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Курс «Строение вещества» окончательно систематизирует и закрепляет наиболее общие представления о строении химических соединений.

Особенности строения вещества (научный семинар)

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**ОПК-4: Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач**

#### Знать:

теоретические основы термодинамики поверхности, механизмы гомогенной и гетерогенной нуклеации, классификацию наноструктур по размерности, природу размерных эффектов, основные методы синтеза наноматериалов и теорию устойчивости дисперсных систем (ДЛФО) для понимания фундаментальных принципов формирования и эволюции наночастиц.

#### Уметь:

анализировать и объяснять влияние размера, формы и поверхностной энергии на физико-химические свойства веществ, интерпретировать механизмы роста и стабилизации частиц на основе термодинамических моделей, а также прогнозировать устойчивость дисперсных систем с использованием теоретических подходов.

#### Владеть:

терминологией и понятийным аппаратом химии наноматериалов и физики поверхности, способностью критически анализировать литературные данные о строении и свойствах наноструктурированных систем, а также навыками теоретической оценки параметров нуклеации и устойчивости коллоидных систем.



**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1 Знать:</b>	
3.1.1	современные модели строения атомов, молекул и конденсированных фаз, классификацию наноструктур по размерности и природу размерных эффектов;
3.1.2	термодинамические основы поверхностных явлений, механизмы гомогенной и гетерогенной нуклеации и факторы, определяющие рост и стабилизацию наночастиц;
<b>3.2 Уметь:</b>	
3.2.1	применять термодинамические подходы для объяснения механизмов образования, роста и агрегации частиц в дисперсных системах;
3.2.2	анализировать взаимосвязь «строение – размер – свойство» для различных классов веществ на основе теоретических моделей;
<b>3.3 Владеть:</b>	
3.3.1	терминологией и основными понятиями химии наноматериалов и физики поверхности;
3.3.2	навыками критического анализа научной информации о методах получения и свойствах наночастиц;
3.3.3	способностью прогнозировать влияние размера и формы частиц на физико-химические свойства веществ на основе теоретических закономерностей.

**4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Общая трудоемкость	З ЗЕТ
Часов по учебному плану : 108 в том числе : аудиторные занятия : 34 самостоятельная работа : 16,7 часов на контроль : 54 контактная работа: 37,3 ИКР: 3,3	Виды контроля в семестрах: экзамены 8

**5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	<b>Раздел 1. Введение</b>			
1.1	Наночастицы. Размерный эффект. 0D, 1D, 2D, 3D-наноструктуры. /Лек/	8	1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
	<b>Раздел 2. Основы термодинамики поверхностных явлений</b>			
2.1	Методы получения наноматериалов. Способы синтеза высокодисперсных химических соединений. Р-Т-х диаграммы. Вклад поверхности. Термодинамика поверхности. /Лек/	8	1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
	<b>Раздел 3. Устойчивость дисперсных систем</b>			
3.1	Дисперсные системы. Устойчивость лиофобных дисперсных систем. Теория ДЛФО. /Лек/	8	1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.2	Типы взаимодействия между частицами. Энергия взаимодействия фаз. Составляющие расклинивающего давления. Стабилизация частиц дисперсной фазы. /Ср/	8	0,1	Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
	<b>Раздел 4. Золь-гель технология</b>			
4.1	Золи и гели. Классификация. Стадии золь-гель процесса. /Лек/	8	1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5



4.2	Темплатный синтез. /Ср/	8	0,1	Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
4.3	Синтез в нанореакторах, микро- и миниэмульсиях, в пленках Ленгмюра-Блоджетт /ИКР/	8	0,4	
<b>Раздел 5. Коллоидный синтез нанокристаллов полупроводников</b>				
5.1	Квантовые точки. Методы получения квантовых точек. /Лек/	8	1	Л1.1 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
5.2	Рост анизотропных кристаллов. /Ср/	8	0,1	Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
5.3	Синтез квантовых точек со структурой ядро/оболочка /ИКР/	8	0,1	
<b>Раздел 6. Квантовохимическое описание молекул.</b>				
6.1	Квантовохимическое описание молекул. /Лек/	8	9	Л1.1 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
6.2	Особенности квантовомеханического описания микромира /Ср/	8	0,1	Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
6.3	Особенности квантовомеханического описания микромира /ИКР/	8	0,1	
<b>Раздел 7. Гидротермальный синтез</b>				
7.1	Виды гидротермального синтеза. Роль воды. /Лек/	8	4	Л1.1 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
7.2	Влияние параметров гидротермальной обработки на свойства продуктов синтеза /Ср/	8	0,1	Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
7.3	Роль воды в гидротермальном синтезе. Строение автоклава. /ИКР/	8	0,1	
<b>Раздел 8. Химическое осаждение из пара</b>				
8.1	Основы метода CVD /Лек/	8	4	Л1.1 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
8.2	Кинетика формирования продукта и стадии процесса /Ср/	8	0,1	Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
8.3	Усиленный плазмой CVD /ИКР/	8	0,1	
<b>Раздел 9. Методы вакуумной конденсации</b>				
9.1	Газовая фаза в условиях синтеза веществ в высокодисперсном состоянии /Лек/	8	4	Л1.1 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
9.2	Основы метода синтеза высокодисперсного вещества в газовой фазе /Ср/	8	5,4	Л1.1 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
9.3	Термическое испарение в вакууме /ИКР/	8	0,9	
<b>Раздел 10. Криотехнология</b>				
10.1	Криохимическая технология /Лек/	8	4	Л1.1 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
10.2	Приготовление исходных растворов, диспергирование, криокристаллизация /Ср/	8	5,4	Л1.1 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5



10.3	Сублимационная сушка, криоэкстракция, криоосаждение /ИКР/	8	0,1	
	<b>Раздел 11. Синтез нитевидных кристаллов по механизму «пар-жидкость-кристалл»</b>			
11.1	Основы механизма пар-жидкость-кристалл /Лек/	8	4	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
11.2	Термодинамика роста нитевидных кристаллов /Ср/	8	5,3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
11.3	Техническая реализация роста по механизму ПЖК /ИКР/	8	1,5	
	<b>Раздел 12. Экзамен</b>			
12.1	Экзамен /Экзамен/	8	54	

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

Вопросы к коллоквиуму  
Вопросы к экзамену

### 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Вопросы к коллоквиуму №1:

1. Определение наночастицы. Условность границ наноразмерного диапазона (1–100 нм).
2. Размерный эффект: определение и примеры проявления (окраска золей металлов, изменение ширины запрещённой зоны полупроводников).
3. Эволюция электронной структуры при переходе от атома к макроскопическому кристаллу (схема: атом → кластер → наночастица → микрочастица).
4. Классификация наноструктур по размерности (0D, 1D, 2D, 3D): определения и примеры.
5. Плотность состояний и форма энергетического спектра для частиц разной размерности (непрерывный, ступенчатый, дискретный).
6. Нульмерные наноструктуры: квантовые точки, кластеры в матрицах, стабилизация в дендримерах и цеолитах.
7. Одномерные наноструктуры: нанонити, наностержни, наноленты, нанотрубки. Способы получения.
8. Двумерные наноструктуры: графен, плёнки Ленгмюра-Блоджетт, тонкоплёночные гетероструктуры.
9. Трёхмерные наноструктуры: построение из 0D, 1D и 2D элементов, полые сферы.
10. Классификация наноматериалов по химической природе: металлы, полупроводники, оксиды, халькогениды, пниктиды, карбиды, композиты.
11. Мотивация для создания наноматериалов: миниатюризация, увеличение поверхности, квантово-размерные эффекты, катализ, сенсорика.
12. Вклад поверхности в свойства наночастиц: доля поверхностных атомов в зависимости от размера (расчёт для частиц 1–20 нм).
13. Методы исследования наноматериалов: спектроскопия комбинационного рассеяния, ИК-спектроскопия, рентгеновская дифракция, синхротронные методы.
14. Особенности химии наноматериалов: значимость слабых нековалентных взаимодействий, роль ПАВ, силы Ван-дер-Ваальса.
15. Лабильность наносистем: стремление к уменьшению поверхностной энергии, агрегация частиц.
16. Подходы к синтезу наноматериалов: снизу-вверх и сверху-вниз (определения, примеры методов).
17. Физические и химические методы получения наноматериалов: общая характеристика и классификация.
18. Параметры синтеза и их влияние на характеристики материала (температура, давление, состав питающей среды).
19. Термодинамические системы: изолированные, закрытые, открытые. Критерии самопроизвольного протекания процессов.
20. Энергия Гиббса и её изменение в ходе химической реакции. Уравнение  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ .
21. Химическое равновесие: условие равновесия ( $\Delta G=0$ ), константа равновесия, связь с активностями компонентов.



Вопросы к коллоквиуму №2

22. Химический потенциал: определение, физический смысл как движущей силы процессов.
23. Гетерогенные системы. Условия равновесия фаз (равенство температур, давлений, химических потенциалов).
24. Фазовые диаграммы однокомпонентных систем (P–T диаграмма: поля существования фаз, тройная точка).
25. Фазовые диаграммы двухкомпонентных систем (P–T–x диаграмма, сечения при постоянном давлении).
26. Правило фаз Гиббса:  $C = K - \Phi + 2 - \alpha$ . Примеры использования.
27. Вклад поверхности в термодинамику гетерогенных систем. Планетарная модель Гиббса.
28. Избыточные термодинамические функции поверхности ( $G\sigma$ ,  $S\sigma$ ,  $n\sigma$ ).
29. Коэффициент поверхностного натяжения  $\gamma$ : определение, физический смысл, единицы измерения.
30. Зависимость поверхностного натяжения от температуры и природы вещества.
31. Анизотропия поверхностного натяжения для твёрдых тел. Правило Кюри-Вульфа.
32. оверхностная сегрегация в двухкомпонентных системах (пример твёрдого раствора Ag–Au): обогащение поверхности компонентом с меньшим  $\gamma$ .
33. Способы создания пересыщения: для пара ( $\Delta P$ ), для раствора ( $\Delta C$ ), для расплава ( $\Delta T$ ).
34. Гомогенная нуклеация: определение, условия возникновения зародышей новой фазы.
35. Изменение энергии Гиббса при образовании зародыша: объёмная и поверхностная составляющие (разные знаки вкладов).
36. График зависимости  $\Delta G$  от радиуса зародыша. Критический радиус и критическая энергия.
37. Влияние пересыщения  $S$  на критический радиус и энергию активации нуклеации (уравнение для  $rg_{crit}$ ).
38. Критический радиус зародыша.
39. Диаграмма Ла Мера: стадии образования и роста зародышей (нарастание концентрации, нуклеация, диффузионный рост).
40. Условия получения узкого распределения частиц по размерам (максимальное пересыщение, минимальная длительность стадии нуклеации).
41. Оствальдовское созревание: механизм, движущая сила (разность химических потенциалов для частиц разного размера)

Вопросы к коллоквиуму №3

1. Механизм Франка–Ван-дер-Мерве (послойный рост): условия реализации (малое  $\Delta\sigma$ , высокая адгезия).
2. Золь-гель технология: определение, основные стадии процесса (приготовление раствора, образование золя, гелеобразование, сушка, кристаллизация).
3. Стадия 1–2 золь-гель процесса: приготовление истинных растворов и образование золя.
4. Стадия 3–4 золь-гель процесса: гомогенное зародышеобразование и поликонденсация
5. Стадия 5–7 золь-гель процесса: гелеобразование (коагуляция), сушка (ксерогель, аэрогель), кристаллизация.
6. Темплатный синтез: использование матриц (цеолиты, мембраны) для контроля размера и формы частиц.
7. Синтез в нанореакторах: обращённые мицеллы, микроэмульсии, плёнки Ленгмюра-Блоджетт.
8. Коллоидный синтез квантовых точек (материалы АПВVI): получение нанокристаллов полупроводников.
9. Кинетический и диффузионный режимы роста. Фокусировка размеров.
10. Рост анизотропных кристаллов: факторы, определяющие форму (стержни, тетраподы).
11. Синтез квантовых точек со структурой ядро/оболочка: цели и методы.
12. Методы синтеза и модификации квантовых точек нанокремния.
13. Дисперсные системы: место между макроскопическими гетерогенными системами и молекулярными растворами.
14. Лиофильные и лиофобные дисперсные системы: термодинамическая устойчивость, условия образования.
15. Устойчивость лиофобных дисперсных систем: факторы, приводящие к агрегации.
16. Теория ДЛФО (Дерягина–Ландау–Фервея–Овербека): основные положения.
17. Типы взаимодействия между частицами: силы притяжения (Ван-дер-Ваальса) и отталкивания (электростатического).
18. Составляющие расклинивающего давления: молекулярная, ионно-электростатическая, структурная.
19. Потенциальные кривые взаимодействия частиц: дальний и ближний минимумы, энергетический барьер.
20. Гидрофильное и гидрофобное взаимодействие: влияние на устойчивость.
21. Стабилизация частиц дисперсной фазы: структурно-механический барьер (адсорбционные слои ПАВ, полимеров).
22. Коагуляция и пептизация: обратимые и необратимые процессы агрегации.
23. Электрокинетический потенциал (дзета-потенциал) и его роль в устойчивости коллоидов.



### 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

Вопросы экзамену:

1. Определение наночастицы. Условность границ наноразмерного диапазона (1–100 нм).
2. Размерный эффект: определение и примеры проявления (окраска зоней металлов, изменение ширины запрещённой зоны полупроводников).
3. Эволюция электронной структуры при переходе от атома к макроскопическому кристаллу (схема: атом → кластер → наночастица → микрочастица).
4. Классификация наноструктур по размерности (0D, 1D, 2D, 3D): определения и примеры.
5. Плотность состояний и форма энергетического спектра для частиц разной размерности (непрерывный, ступенчатый, дискретный).
6. Нульмерные наноструктуры: квантовые точки, кластеры в матрицах, стабилизация в дендримерах и цеолитах.
7. Одномерные наноструктуры: нанонити, наностержни, наноленты, нанотрубки. Способы получения.
8. Двумерные наноструктуры: графен, плёнки Ленгмюра-Блоджетт, тонкоплёночные гетероструктуры.
9. Трёхмерные наноструктуры: построение из 0D, 1D и 2D элементов, полые сферы.
10. Классификация наноматериалов по химической природе: металлы, полупроводники, оксиды, халькогениды, нитриды, карбиды, композиты.
11. Мотивация для создания наноматериалов: миниатюризация, увеличение поверхности, квантово-размерные эффекты, катализ, сенсорака.
12. Вклад поверхности в свойства наночастиц: доля поверхностных атомов в зависимости от размера (расчёт для частиц 1–20 нм).
13. Методы исследования наноматериалов: спектроскопия комбинационного рассеяния, ИК-спектроскопия, рентгеновская дифракция, синхротронные методы.
14. Особенности химии наноматериалов: значимость слабых нековалентных взаимодействий, роль ПАВ, силы Ван-дер-Ваальса.
15. Лабильность наносистем: стремление к уменьшению поверхностной энергии, агрегация частиц.
16. Подходы к синтезу наноматериалов: снизу-вверх и сверху-вниз (определения, примеры методов).
17. Физические и химические методы получения наноматериалов: общая характеристика и классификация.
18. Параметры синтеза и их влияние на характеристики материала (температура, давление, состав питающей среды).
19. Термодинамические системы: изолированные, закрытые, открытые. Критерии самопроизвольного протекания процессов.
20. Энергия Гиббса и её изменение в ходе химической реакции. Уравнение  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ .
21. Химическое равновесие: условие равновесия ( $\Delta G=0$ ), константа равновесия, связь с активностями компонентов.
22. Химический потенциал: определение, физический смысл как движущей силы процессов.
23. Гетерогенные системы. Условия равновесия фаз (равенство температур, давлений, химических потенциалов).
24. Фазовые диаграммы однокомпонентных систем (P–T диаграмма: поля существования фаз, тройная точка).
25. Фазовые диаграммы двухкомпонентных систем (P–T–x диаграммы, сечения при постоянном давлении).
26. Правило фаз Гиббса:  $C = K - \Phi + 2 - \alpha$ . Примеры использования.
27. Вклад поверхности в термодинамику гетерогенных систем. Планетарная модель Гиббса.
28. Избыточные термодинамические функции поверхности ( $G\sigma$ ,  $S\sigma$ ,  $n\sigma$ ).
29. Коэффициент поверхностного натяжения  $\gamma$ : определение, физический смысл, единицы измерения.
30. Зависимость поверхностного натяжения от температуры и природы вещества.
31. Анизотропия поверхностного натяжения для твёрдых тел. Правило Кюри-Вульфа.
32. Поверхностная сегрегация в двухкомпонентных системах (пример твёрдого раствора Ag–Au): обогащение поверхности компонентом с меньшим  $\gamma$ .
33. Способы создания пересыщения: для пара ( $\Delta P$ ), для раствора ( $\Delta C$ ), для расплава ( $\Delta T$ ).
34. Гомогенная нуклеация: определение, условия возникновения зародышей новой фазы.
35. Изменение энергии Гиббса при образовании зародыша: объёмная и поверхностная составляющие (разные знаки вкладов).
36. График зависимости  $\Delta G$  от радиуса зародыша. Критический радиус и критическая энергия.
37. Влияние пересыщения  $S$  на критический радиус и энергию активации нуклеации (уравнение для  $r_{crit}$ ).
38. Критический радиус зародыша.
39. Диаграмма Ла Мера: стадии образования и роста зародышей (нарастание концентрации, нуклеация, диффузионный рост).
40. Условия получения узкого распределения частиц по размерам (максимальное пересыщение, минимальная длительность стадии нуклеации).
41. Оствальдовское созревание: механизм, движущая сила (разность химических потенциалов для частиц разного размера)



42. Механизм Франка–Ван-дер-Мерве (послойный рост): условия реализации (малое  $\Delta\sigma$ , высокая адгезия).
  43. Золь-гель технология: определение, основные стадии процесса (приготовление раствора, образование золя, гелеобразование, сушка, кристаллизация).
  44. Стадия 1–2 золь-гель процесса: приготвление истинных растворов и образование золя.
  45. Стадия 3–4 золь-гель процесса: гомогенное зародышеобразование и поликонденсация
  46. Стадия 5–7 золь-гель процесса: гелеобразование (коагуляция), сушка (ксерогель, аэрогель), кристаллизация.
  47. Темплатный синтез: использование матриц (цеолиты, мембраны) для контроля размера и формы частиц.
  48. Синтез в нанореакторах: обращённые мицеллы, микроэмульсии, плёнки Ленгмюра-Блоджетт.
  49. Коллоидный синтез квантовых точек (материалы АПВVI): получение нанокристаллов полупроводников.
  50. Кинетический и диффузионный режимы роста. Фокусировка размеров.
  51. Рост анизотропных кристаллов: факторы, определяющие форму (стержни, тетраподы).
  52. Синтез квантовых точек со структурой ядро/оболочка: цели и методы.
  53. Методы синтеза и модификации квантовых точек нанокремния.
  54. Дисперсные системы: место между макроскопическими гетерогенными системами и молекулярными растворами.
  55. Лиофильные и лиофобные дисперсные системы: термодинамическая устойчивость, условия образования.
  56. Устойчивость лиофобных дисперсных систем: факторы, приводящие к агрегации.
  57. Теория ДЛФО (Дерягина–Ландау–Фервея–Овербека): основные положения.
  58. Типы взаимодействия между частицами: силы притяжения (Ван-дер-Ваальса) и отталкивания (электростатического).
  59. Составляющие расклинивающего давления: молекулярная, ионно-электростатическая, структурная.
  60. Потенциальные кривые взаимодействия частиц: дальний и ближний минимумы, энергетический барьер.
  61. Гидрофильное и гидрофобное взаимодействие: влияние на устойчивость.
  62. Стабилизация частиц дисперсной фазы: структурно-механический барьер (адсорбционные слои ПАВ, полимеров).
  63. Коагуляция и пептизация: обратимые и необратимые процессы агрегации.
- Электрокинетический потенциал (дзета-потенциал) и его роль в устойчивости коллоидов.

#### 6.4. Критерии оценивания

Выставление оценок на экзамене осуществляется на основе принципов объективности, справедливости, всестороннего анализа уровня знаний студента. При оценке ответа учитываются: правильность ответа на вопросы билета; логика изложения материала вопроса; умение увязывать теоретические и практические аспекты вопроса; правильность, содержание и полнота ответа на дополнительные вопросы; культура устной речи.

Оценка ответов производится по стобалльной шкале и выставляется согласно критериям, приведенным ниже.

Оценка «5» (отлично) – Полно раскрыто содержание материала билета: исчерпывающие и аргументированные ответы на вопросы в билете. Материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, не требует дополнительных пояснений, точно используется терминология. Демонстрируются глубокие знания дисциплин специальности. Даны обоснованные ответы на дополнительные вопросы преподавателя.

Оценка «4» (хорошо) – Ответы на поставленные вопросы в билете излагаются систематизировано и последовательно. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер, в изложении допущены небольшие неточности, не искажающие содержание ответа. Материал излагается уверенно, в основном правильно даны все определения и понятия. При ответе на дополнительные вопросы преподавателя полные ответы даны только при помощи наводящих вопросов.

Оценка «3» (удовлетворительно) – Неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса. Имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после наводящих вопросов. Демонстрируются поверхностные знания дисциплин специальности; имеются затруднения с выводами. При ответе на дополнительные вопросы преподавателя ответы даются только при помощи наводящих вопросов.

Оценка «2» (неудовлетворительно) – Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине, не раскрыто его основное содержание. Допущены грубые ошибки в определениях и понятиях, при использовании терминологии, которые не исправлены после наводящих вопросов. Демонстрирует не знание и непонимание существа экзаменационных вопросов. Не даны ответы на дополнительные или наводящие вопросы преподавателя.



## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л1.1	Аникина В. И., Сапарова А. С.	Основы кристаллографии и дефекты кристаллического строения: практикум ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=229366">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=229366</a> )	Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2011	ЭБС

#### 7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л2.1	Калашников Н. П., Котырло Т. В., Спирин Г. Г., Кожевников Н. М.	Практикум по решению задач по общему курсу физики. Основы квантовой физики. Строение вещества. Атомная и ядерная физика: учебное пособие для вузов	Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2014	
Л2.2	Симкин Б. Я., Клецкий М. Е., Глуховцев М. Н.	Задачи по теории строения молекул: учебное пособие для студентов вузов	Ростов-на-Дону : Феникс, 1997	
Л2.3	Минкин В. И., Симкин Б. Я., Миняев Р. М.	Теория строения молекул: электронные оболочки : учебное пособие для университетов	Москва: Высшая школа, 1979	

### 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Лань [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Лань. – URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/359948">https://e.lanbook.com/book/359948</a>
Э2	Лань [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Лань. – URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/333158">https://e.lanbook.com/book/333158</a>
Э3	Лань [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Лань. – URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/4501">https://e.lanbook.com/book/4501</a>
Э4	Лань [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Лань. – URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/107401">https://e.lanbook.com/book/107401</a>
Э5	Лань [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Лань. – URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/4486">https://e.lanbook.com/book/4486</a>

### 7.3 Перечень информационных технологий

#### 7.3.1 Программное обеспечение

Adobe Reader

WinDjView

#### 7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (<https://elibrary.ru/defaultx.asp?>) eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL: <https://elibrary.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.
2. Национальная электронная библиотека (НЭБ) (<https://rusneb.ru/>) Национальная электронная библиотека (НЭБ) : объединенный электронный каталог фондов российских библиотек : сайт. – URL: <http://нэб.рф>. – Режим доступа: из читальных залов библиотеки ЧелГУ. – Текст : электронный.
3. Президентская библиотека (<https://www.prlib.ru/>) Президентская библиотека : электронная национальная библиотека : сайт / ФГБУ Президентская библиотека имени Б. Н. Ельцина. – СанктПетербург, 2009 – . – URL: <https://www.prlib.ru/>. – Текст : электронный.
4. Web of Science (<https://apps.webofknowledge.com>) Web of Science : мультидисциплинарная реферативная база данных / компания Thomson Reuters. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.



5. Scopus (<https://www.scopus.com>) Scopus : реферативная база данных / Elsevier BV. – URL: <http://www.scopus.com/>. – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.

6. Электронный каталог научной библиотеки ЧелГУ [Электронный ресурс] : база данных / Челяб. гос. ун-т. – Челябинск, 1992.

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для реализации дисциплины используются учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий (демонстрационный набор атомов, таблица Менделеева, таблица растворимости, электрохимический ряд напряжения металлов)

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа.

Количество посадочных мест – 50, учебная мебель, мультимедийный Проектор EPSONEB-X41, экран с электроприводом Lumen, активная акустическая система Microlabsolo-6с, ПК INTEL E 2140 ФОРМОЗА МОНИТОР TFT 17" Acer 1716 Fs (700;1.5ms, 1280x1024), компьютер для работ с деловыми и аналитическими программами Монитор TFT17"LGL1718S.

Учебно-наглядные пособия:

Мультимедийная презентация, таблица Менделеева.

Программное обеспечение:

MSWindowsXPPProfessionalSP2 для ВУЗов. Лицензии бессрочные. Гос. Контракт № 300 от 08.10.2008 г., MSOffice 2007. Лицензии бессрочные. Лицензия № 44664774 от 09.04.2008г., ПО «Антивирус Касперского» Лицензионный договор № 1013/К-2773 от 11.12.2017г.

2. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа.

Основное оборудование:

Количество посадочных мест – 50, учебная мебель, мультимедийный Проектор EPSONEB-X41, экран с электроприводом Lumen, активная акустическая система Microlabsolo-6с, ПК INTEL E 2140 ФОРМОЗА МОНИТОР TFT 17" Acer 1716 Fs (700;1.5ms, 1280x1024), компьютер для работ с деловыми и аналитическими программами Монитор TFT17"LGL1718S.

Учебно-наглядные пособия:

Мультимедийная презентация, таблица Менделеева.

Программное обеспечение:

MSWindowsXPPProfessionalSP2 для ВУЗов. Лицензии бессрочные. Гос. Контракт № 300 от 08.10.2008 г., MSOffice 2007. Лицензии бессрочные. Лицензия № 44664774 от 09.04.2008г., ПО «Антивирус Касперского» Лицензионный договор № 1013/К-2773 от 11.12.2017г.

2. помещение для самостоятельной работы:

2.1 Читальный зал № 1.

Основное оборудование:

Количество посадочных мест – 50, 5 персональных компьютеров с подключением в сеть «Интернет», неограниченный доступ к ЭБС и БД, учебная мебель, кондиционер.

Программное обеспечение:



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Рабочая программа дисциплины "Особенности строения вещества (научный семинар)" по направлению подготовки (специальности) 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия" направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 12

Microsoft Windows 10 Pro. (Лицензии бессрочные. Договор № АЭ-223/28/18), Microsoft Office 2016 Pro (Лицензии бессрочные. Договор № АЭ-223/28/18), Консультант Плюс (Соглашение о сотрудничестве № 31 от 20.05.2003 с региональным информационным центром общероссийской сети распространения правовой информации), ПО «Антивирус Касперского» (Лицензионный договор № 1013/К-2773 от 11.12.2017 г.).

2.2 Информационно-библиографический отдел.

Основное оборудование:

Количество посадочных мест – 24, учебная мебель, 7 персональных компьютеров с подключением в сеть «Интернет», неограниченный доступ к ЭБС и БД.

Программное обеспечение:

Microsoft Windows Professional 7 Russian Academic OPEN No Level (СВТ(ОАОЦЕНТР) 18.02.10. Номер лицензии 46536280), Microsoft Windows Professional 7 Russian Academic OPEN No Level (Договор № АЭ-61/10), Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level (Договор № АЭ-23/12, номер лицензии 60411804), Консультант Плюс (Соглашение о сотрудничестве № 31 от 20.05.2003 с региональным информационным центром общероссийской сети распространения правовой информации) НЭБ (Договор № 101/НЭБ/2810 от 20.02.2018), ПО «Антивирус Касперского» (Лицензионный договор № 1013/К-2773 от 11.12.2017 г.)

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

Дисциплина «строение вещества» призвана формировать у студентов системы фундаментальных знаний о химических и электрохимических методах формирования наночастиц, понимание термодинамических и кинетических закономерностей образования высокодисперсных систем, развитие естественно-научного мировоззрения и создание теоретической базы для получения наноматериалов с заданными свойствами.

В формировании у студентов знаний, умений и навыков существенное значение имеет теоретическое обучение, основная цель которого дать обучаемым знания, которые позволили бы им осуществить практическое обучение, т.е. обеспечить базу для получения практических умений и навыков.

Особое значение имеет наличие навыков и умений самостоятельно получать знания из различных источников информации, систематизировать и анализировать полученную информацию. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через подготовку к лабораторным, семинарским, практическим занятиям. При этом самостоятельная работа студента играет важную роль в ходе всего учебного процесса. При изучении дисциплины основной долей отводимого на самостоятельную работу времени занимает работа с конспектом лекций, учебниками, учебными пособиями и методическими указаниями. А потому, студентам необходимо оптимально использовать времена, отведенное на самостоятельную работу.

Целесообразно посвящать до получаса в день изучению конспекта лекции в тот же день после лекции и за день перед лекцией. Теоретический материал изучать в течение недели до 2 часов, а готовиться к практическому занятию по дисциплине до 1.5 часов.

Для лучшего и полного усвоения материала учебной дисциплины рекомендуется использовать методические указания и материалы по учебной дисциплине, тексты лекций, а также электронные ресурсы, имеющиеся в системе ЭБС, доступ к которым обеспечен в читальных залах университета. Теоретический материал курса становится более понятным, если дополнительно студентом изучаются книги, учебники по данной учебной дисциплине. Полезно использовать несколько учебников, рекомендованных преподавателем.

При изучении дисциплины настоятельно рекомендуется «не заучивать» материал, а добиться максимального понимания изучаемой темы дисциплины. При изучении теоретического материала необходимо многократно писать на черновике формулы, реакции и графики до полного их запоминания.

В случае применения при обучении дисциплины электронного обучения, дистанционных образовательных технологий общение обучающихся и преподавателя осуществляется в режиме реального времени (онлайн-лекции (вебинары), чаты, видео-конференции и др.) или отложенного времени (система дистанционного обучения Moodle, MS Office 365, форумы, электронная почта и др.). Большую часть времени обучающиеся самостоятельно работают с учебно-методическими материалами. Студенты имеют возможность консультироваться с преподавателем по всем вопросам, возникающим в ходе самостоятельной работы посредством электронной почты, социальных сетей и т.п.

Доступ обучающегося к учебным ресурсам в режиме отложенного времени, самостоятельной работы осуществляется через сеть Интернет в удобном для него месте, времени и темпе».



При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение, дистанционные образовательные технологии предусматривают возможность приема-передачи информации в доступных для них формах. Реализация дисциплины с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (далее – ЭО, ДОТ) осуществляется на основании «Положения о реализации основных и дополнительных образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Челябинский государственный университет», «Положения о порядке зачета обучающимися по основным профессиональным образовательным программам высшего образования в ФГБОУ ВО «ЧелГУ» результатов освоения в организациях, осуществляющих образовательную деятельность, учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практик, дополнительных образовательных программ» посредством электронной информационно-образовательной среды ФГБОУ ВО «ЧелГУ». В исключительных случаях (форс-мажор и т.п.) при реализации образовательной деятельности с применением ЭО, ДОТ могут применять компоненты, не входящие в перечень электронной информационно-образовательной среды.

#### **10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием специальных технических средств и информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося (мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения и с нарушением слуха, ассистивные информационные технологии).

При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации, речевые синтезаторы, экранные лупы).

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья. В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается соответствующее количество мест для обучающихся с учетом нарушений их здоровья.

Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется доступ к печатным источникам, имеющимся в научной библиотеке ЧелГУ, с помощью специальных технических средств; доступ с помощью специальных технических и программных средств к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах.

Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и особенностям восприятия информации.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий.

При проведении промежуточной аттестации по дисциплине обучающимся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается по их заявлению предоставление в доступной форме в зависимости от их индивидуальных особенностей инструкции о порядке проведения промежуточной аттестации, оценочных средств и возможности ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно шрифтом Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование предоставленных ЧелГУ или собственных технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на задания, процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

