



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП

  
С.Г. Красицкая  
«18» сентября 2018 г.

«УТВЕРЖДАЮ»  
Врио заведующего кафедрой физической и  
аналитической химии

  
Л.И. Соколова  
«18» сентября 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (РПУД)**

Коллоидно-химические основы нанотехнологии

**Направление подготовки 04.04.01 Химия**

профиль «Фундаментальные химические исследования веществ и процессов»

**Форма подготовки очная**

курс 2 семестр 3  
лекции 8 час.  
практические занятия     час.  
лабораторные работы 72 час.  
в том числе с использованием МАО лек. 8 /пр.     /лаб. 18 час.  
в том числе в электронной форме лек.     /пр.     /лаб.     час.  
всего часов аудиторной нагрузки 80 час.  
в том числе с использованием МАО 26 час.  
в том числе в электронной форме     час.  
самостоятельная работа 166 час.  
в том числе на подготовку к экзамену 36 час.  
курсовая работа / курсовой проект     семестр  
зачет     семестр  
экзамен 3 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора ДВФУ № 12-13-592 от 04.04.2016.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физической и аналитической химии протокол № 17 от «20 июня» 2018 г.

Врио заведующего кафедрой физической и аналитической химии к.х.н., профессор Соколова Л.И.  
Составитель: к.х.н., доцент Постнова И.В.

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## ABSTRACT

Master's degree in 04.04.01 Chemistry.

Master's Program "Basic chemical researches of substances and processes".

Course title: Colloid chemical bases of nanotechnology

Variable part of Block 1, 7 credits.

Instructor: Irina Postnova, Assistant professor.

At the beginning of the course a student should be able to have the following preliminary competences:

- ability to use the acquired knowledge of theoretical bases of fundamental chemistry during professional activities;
- possession of skills in chemical experiment, the main synthetic and analytical methods of production and investigation of chemical substances and reactions;
- ability to use the basic laws of natural sciences in professional activities;
- ability to perform common operations of the proposed methods;
- knowledge of fundamental chemical concepts;
- ability to apply basic laws of natural science and the laws of development of the chemical sciences in the analysis of the results;
- possession of methods for the safe handling of chemical materials, taking into account their physical and chemical properties.

Learning outcomes: After studying of the discipline the students are formed the following general professional (GPC) and specific professional competences (SPC).

**GPC-2.** usage of modern computer technologies in planning studies, receiving and processing results of scientific experiments, collecting, processing, storage, presentation and transmission of scientific information.

**SPC-2.** possession of theory and practical skills in the chosen field of chemistry.

### **Course description:**

The purpose of mastering the discipline is to study the nature of the formation of surface properties of solids, including nanoscale, methods for modifying the surface and the foundations for the creation of new materials whose functional properties are determined by their surface.

### **Main course literature:**

1. Ролдугин, В. И. Физикохимия поверхности / В. И. Ролдугин. – Долгопрудный: Интеллект, 2011. – 565 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:663897&theme=FEFU>
2. Зимон, А. Д. Коллоидная химия наночастиц / А. Д. Зимон, А. Н. Павлов. – М.: Научный мир, 2012. – 218 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:779842&theme=FEFU>
3. Сигов, А. С. Получение и исследование наноструктур. Лабораторный практикум по нанотехнологиям / А. С. Сигов, А. А. Евдокимов, Е. Д. Мишина, В. О. Вальднер и др. – М.: БИНОМ, 2011. – 146 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:299178&theme=FEFU>
4. Сумм, Б. Д. Коллоидная химия / Б. Д. Сумм. – 4-е изд. – М.: Академия, 2013. – 239 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:792401&theme=FEFU>
5. А. Ю. Гросберг Полимеры и биополимеры с точки зрения физики / А. Ю. Гросберг, А. Р. Хохлов. – Долгопрудный: Интеллект, 2010. – 303 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:663857&theme=FEFU>

Form of final knowledge control: *pass-fail exam*

## **Аннотация к рабочей программе дисциплины «Коллоидно-химические основы нанотехнологии»**

Рабочая программа учебной дисциплины «Коллоидно-химические основы нанотехнологии» разработана для магистрантов 2 курса по направлению 04.04.01 «Химия» по профилю «Фундаментальные химические исследования веществ и процессов».

При разработке рабочей программы учебной дисциплины использованы Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 04.04.01 – Химические науки, образовательный стандарт, самостоятельно установленный ДВФУ по направлению подготовки 04.04.01 – Химия, утвержденный приказом ректора ДВФУ от 04.04.2016 № 12-13-592, учебный план подготовки по образовательной программе.

Дисциплина «Коллоидно-химические основы нанотехнологии» относится к вариативной части учебного плана разделу «дисциплины по выбору» Б1.В.ДВ.04.04. Трудоемкость дисциплины 7 зачетных единиц (252 час.). Дисциплина включает 14 час. лекций, 72 час. лабораторных работ и 166 час. самостоятельной работы, из которых 36 часов отводится на подготовку к экзамену. Реализуется дисциплина в 3 семестре. Форма промежуточной аттестации: экзамен (3 семестр).

### **Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является изучение природы формирования поверхностных свойств твердых тел, в том числе наноразмерных, способов модифицирования поверхности и основ создания новых материалов, функциональные свойства которых определяются их поверхностью.

### **Задачи:**

1. рассмотреть особенности высокодисперсных систем, структуру, состав и функциональные свойства поверхности и наночастиц;

2. дать современные представления о термодинамики поверхности и дисперсных систем, обсудить особенности термодинамики и кинетики реакций на поверхности;

3. изучить методы получения наночастиц как «снизу-вверх» путем агрегации, так и методом диспергирования «сверху-вниз»;

4. изложить основные научные принципы и методы синтеза наноматериалов различных классов твердых тел из коллоидных растворов и газовой фазы.

5. рассмотреть основные методы экспериментального и теоретического исследования физико-химических, оптических, реологических свойств дисперсных систем, использование этих свойств в современных технологиях;

6. проанализировать основные принципы моделирования явлений, протекающих в дисперсных системах, предсказать способы управления этими явлениями.

Для успешного изучения дисциплины «Коллоидно-химические основы нанотехнологии» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способностью использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач;
- владением навыками химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций;
- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности;
- способностью выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам;
- владением системой фундаментальных химических понятий;

- способностью применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов;

- владением методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общепрофессиональные и профессиональные компетенции.

<b>Код и формулировка компетенции</b>	<b>Этапы формирования компетенции</b>	
владением современными компьютерными технологиями при планировании исследований, получении и обработке результатов научных экспериментов, сборе, обработке, хранении, представлении и передаче научной информации (ОПК-2)	Знает	основы методологии научных исследований, компьютерное моделирование химических процессов.
	Умеет	применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных.
	Владеет	методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии (ПК-2)	Знает	теоретические основы для глубокого понимания сложных физико-химических процессов, используемых в современных технологиях.
	Умеет	анализировать основные принципы явлений, протекающих в дисперсных системах.
	Владеет	основными химическими, физическими и техническими аспектами химического промышленного производства.

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины используются следующие методы активного/интерактивного обучения: проблемные лекции, исследовательские проекты.

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

**(8 час, в том числе с использованием МАО - 8 час.)**

**Раздел 1. Классификация и поверхностные свойства наночастиц (1,5 час.)**

**Тема 1. Классификация дисперсных систем (0,5 час.)**

**МАО - проблемная лекция (0,5 час.).**

Дисперсное состояние вещества. Классификация дисперсных систем по размерности, агрегатному состоянию и микроструктуре. Наноразмерные системы. Основные характеристики наночастиц и дисперсных систем. Размерный эффект.

### **Тема 2. Дисперсная фаза наночастиц (0,5 час.)**

#### **МАО - проблемная лекция (0,5 час.).**

Структура, форма и размер дисперсной фазы наночастиц. Разнообразие форм частиц данной фазы в зависимости от условий получения (давление, температура и т.д.). Изменение плотности наночастиц за счет пустот, пор и газовых полостей. Многокомпонентная и многофазная структура наночастиц. Особенности строения кристаллических и аморфных наночастиц. Монодисперсность и полидисперсность наночастиц.

### **Тема 3. Поверхностная энергия (0,5 час.)**

#### **МАО - проблемная лекция (0,5 час.).**

Дополнительный избыток поверхностной энергии наночастиц, обусловленный их размерами, условием образования. Свободная поверхностная энергия в виде энергии Гиббса, ее поверхностное и объемное слагаемые. Удельная свободная поверхностная энергия. Поверхностное натяжение. Зависимость поверхностного натяжения от размеров наночастиц.

### **Раздел 2. Поверхностные явления (1 час.)**

#### **Тема 1. Адсорбция (0,5 час.)**

#### **МАО - проблемная лекция (0,5 час.).**

Влияние избытка поверхностной энергии на адсорбцию. Повышенная адсорбционная активность наночастиц и значительно адсорбционная емкость. Увеличение скорости адсорбционного процесса. Зависимость адсорбционного потенциала от размера частиц. Изменение свойств поверхности наночастиц в результате адсорбции. Каталитическая активность наночастиц и связь ее с избытком поверхностной энергии.

#### **Тема 2. Адгезия (0,5 час.)**

#### **МАО - проблемная лекция (0,5 час.).**

Причины повышенной адгезии наночастиц. Влияние избытка поверхностной энергии на адгезионное взаимодействие. Адгезия наночапель и особенности смачивания ими. Уравнения Юнга для наночапель. Зависимость краевого угла от размера наночапель. Смачивание нитей наночаплями и тонкой упругой пленки. Кинетика растекания наночапель.

### **Раздел 3. Свойства наночастиц, как высокодисперсных систем (1,5 час.)**

#### **Тема 1. Особенности молекулярно – кинетических свойств наночастиц (0,5 час.)**

#### **МАО - проблемная лекция (0,5 час.).**



Диффузия. Особенность диффузии наночастиц. Осмос – причины и следствия. Осмотическое давление и его математическое выражение. Особенности осмоса наночастиц.

## **Тема 2. Электрокинетические свойства (0,5 час.)**

### **МАО - проблемная лекция (0,5 час.).**

Особенности структуры двойного электрического слоя (ДЭС) с учетом дискретности кристаллической поверхности наночастиц. Проявление электрокинетических явлений в наноразмерных капиллярах. Взаимное влияние на структуру ДЭС радиуса капилляров и размера наночастиц.

Электроповерхностные явления, электрокапиллярность. Электрокинетические явления (электрофорез, электроосмос). Электрокинетический потенциал.

Наноконпозиты.

## **Тема 3. Оптические свойства (0,5 час.)**

### **МАО - проблемная лекция (0,5 час.).**

Влияние дискретной кристаллической структуры наночастиц на рассеяние и поглощение света. Оптические свойства в зависимости от размера наночастиц. Отклонение от закона Бугера-Ламберта-Бера при пропускании света через слой наночастиц.

## **Раздел 4. Получение наночастиц (2 час.)**

### **Тема 1. Классификация способов получения наночастиц (1 час.)**

#### **МАО - проблемная лекция (1 час.).**

Классификации способов получения наночастиц: диспергированием и конденсацией путем разграничения физических и химических способов.

Особенности получения наночастиц диспергирование, то есть сверху – вниз, от ненаноразмерных тел к наночастицам. Ограниченные возможности диспергирования. Элементарные процессы и стадии механического диспергирования.

### **Тема 2. Получение наночастиц конденсацией (снизу - вверх) (0,5 час.)**

#### **МАО - проблемная лекция (0,5 час.).**

Особенности основных конденсационных способов: жидкостное восстановление, радиолиз, плазменное напыление. Стадии процесса получения наночастиц при помощи молекулярного наращивания. Кристаллизация из раствора. Особенности золь-гель перехода и элементарные акты этого процесса.

### **Тема 3. Методы анализа поверхности и наночастиц (0,5 час.)**

#### **МАО - проблемная лекция (0,5 час.).**

Особенности анализа высокодисперсных систем, локальность. Физико-химическая диагностика наночастиц. Принципы морфологической характеристики наночастиц методами электронной, туннельной и атомно-силовой микроскопии. Строение наночастиц различной природы (фазовые,

мицеллярные, везикулы). Определение состава и структуры отдельной наночастицы; электронная микроскопия высокого разрешения, электронно-зондовые методы анализа. Методы колебательной спектроскопии. Методы с использованием синхротронного излучения. Эллипсометрия.

#### **Раздел 5. Объемные свойства систем наночастиц (2 час.)**

##### **Тема 1. Устойчивость наночастиц (0,5 час.)**

###### **МАО - проблемная лекция (0,5 час.).**

Два вида устойчивости наночастиц – агрегативная и седиментационная. Возможно образование систем с фиксированным положением наночастиц в полимерной матрице. Особенности седиментационной и агрегативной устойчивости в жидкой среде. Расчет энергии межмолекулярного взаимодействия в зависимости от отношения между радиусом наночастиц и прослойки между ними. Расчет электростатической компоненты расклинивающего давления с учетом перекрытия двойных электрических слоев. Основные методы регулирования устойчивости. Принцип структурно-механической стабилизации (Ребиндер). Особенности устойчивости нанодисперсных систем.

##### **Тема 2. Структурно-механические свойства (0,5 час.)**

###### **МАО - проблемная лекция (0,5 час.).**

Структурно – механические свойства отдельных наночастиц (твердость, прочность и др.) и массы из наночастиц. Свободнодисперсные и связнодисперсные наносистемы. Причины значительного повышения упругих и прочностных свойств наночастиц по сравнению с обычными системами.

##### **Тема 3. Самопроизвольно образующиеся наносистемы (0,5 час.)**

###### **МАО - проблемная лекция (0,5 час.).**

Прямые и обратные мицеллы. Кинетика образования мицелл. Адсорбционные слои ПАВ на поверхности раздела фаз. Образование структурно – механического барьера в адсорбционных слоях ПАВ. Модифицирующее действие ПАВ – гидрофилизация и гидрофобизация.

##### **Тема 4. Прикладная химия наночастиц (0,5 час.)**

###### **МАО - проблемная лекция (0,5 час.).**

Наночастицы как ингредиенты функциональных материалов; нанокомпозиты и наноблочные конструкционные материалы. Магнитные материалы, ячейки памяти. Термоэлектрические преобразователи. Принципы использования наночастиц в медицине. Наночастицы как полютанты и мигранты в окружающей среде. Химия атмосферных наночастиц. Катализаторы и сорбенты на основе ультрадисперсных веществ: специфика их получения и функционирования.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

**(72 час, в том числе с использованием МАО - 18 час.)**

**Лабораторные работы (72 час.)**

**Занятия №№ 1 – 3. Синтез и исследование квантовых точек сульфида кадмия и цинка из коллоидных растворов (18 час.)**

**Метод:** Исследовательский. Работа по индивидуальному заданию.

**Занятия №№ 4 – 6. Получение и исследование наночастиц серебра и золота (18 час.)**

**Метод:** Исследовательский. Работа по индивидуальному заданию.

**Занятие №№ 7 – 9. Исследование мицеллообразования в растворах поверхностно-активных веществ (18 час), в том числе с использованием метода активного обучения – Метод исследовательский (18 час.).** Работа по индивидуальному заданию.

**Темы для презентаций:**

**Тема 1.** Классы поверхностно-активных веществ (2 час.).

**Тема 2.** Практическое использование поверхностно-активных веществ и полимеров в современной химической и пищевой промышленности, биотехнологии, косметике и фармакологии (4 час.).

**Тема 3.** Мицеллообразование в объеме растворов (4 час.).

Основные понятия и определения. Типы мицелл, структура, модели и теории мицеллообразования. Явление Крафта, точка Крафта, критическая температура мицеллообразования и точка помутнения. Смешанные мицеллы. Применение мицелл. Мицеллярный катализ, солюбилизация нерастворимых веществ. Самоорганизация в растворах.

**Тема 4.** Адсорбция на различных границах фаз (4 час.).

Основные понятия и определения. Фундаментальное уравнение Гиббса и изотермы адсорбции. Зависимость адсорбции от структуры поверхностно-активных веществ. Правило Траубе. Гидрофобный эффект. Особенности адсорбции на поверхности твердых тел.

**Тема 5.** Применение для диспергирования частиц (4 час.).

Монослои на поверхности водных растворов. Получение, изучение с помощью техники Лэнгмюра-Блоддже. Применение монослойной техники для создания функциональных материалов.

**Занятие № 10 – 12. Синтез нанокompозитных материалов золь-гель методом и их исследование (18 час.)**

**Метод:** Исследовательский. Работа по индивидуальному заданию.

### III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Коллоидно-химические основы нанотехнологии» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1.	Раздел 1. Классификация и поверхностные свойства наночастиц. Тема 1. Классификация дисперсных систем.	владением современным и компьютерными технологиями при планировании исследований, получении и обработке результатов научных экспериментов, сборе, обработке, хранении, представлении и передаче научной информации (ОПК-2)	<b>Знает:</b> основы методологии научных исследований, компьютерное моделирование химических процессов.	Собеседование перед выполнением лабораторных работ (УО-1).	Экзаменационные вопросы 1-4.
	Тема 2. Дисперсная фаза наночастиц. Тема 3. Поверхностная энергия.		<b>Умеет:</b> применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных.	Проверка отчетов по лабораторным работам №№ 1-6.	Экзаменационные вопросы 5-10.
	Раздел 2. Поверхностные явления. Тема 1. Адсорбция. Тема 2. Адгезия.		<b>Владеет:</b> методами математического анализа и моделирования, теоретическим и экспериментальным	Проверка отчетов по лабораторным работам №№ 1-6 (ПР-6). Сдача коллоквиума №№ 1, 2 (УО-2).	Экзаменационные вопросы 11-14.

	Тема 2. Электрокинетические свойства. Тема 3. Оптические свойства.		ьного исследования.		
2.	Раздел 4. Получение наночастиц. Тема 1. Классификация способов получения наночастиц. Тема 2. Получения наночастиц конденсацией (снизу - вверх). Тема 3. Методы анализа поверхности и наночастиц. Раздел 5. Объемные свойства систем наночастиц. Тема. 1. Устойчивость. Тема 2. Структурно-механические свойства. Тема 3. Самопроизвольно образующиеся наносистемы. Тема 4. Прикладная химия наночастиц.	владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии (ПК-2)	<b>Знает:</b> теоретические основы для глубокого понимания сложных физико-химических процессов, используемых в современных технологиях.	Собеседование перед выполнением лабораторных работ (УО-1).	Экзаменационные вопросы 15-18.
			<b>Умеет:</b> анализировать основные принципы явлений, протекающих в дисперсных системах.	Проверка отчетов по лабораторным работам №№ 7-12 (ПР-6), Собеседование (УО-1). Участие в групповой дискуссии (УО-4).	Экзаменационные вопросы 19-21.
			<b>Владеет:</b> основными химическими, физическими и техническими аспектами химического промышленного производства.	Проверка отчетов по лабораторным работам №№ 7-12 (ПР-6), Сдача коллоквиума №№ 1, 2 (УО-2).	Экзаменационные вопросы 22-25.

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. Ролдугин, В. И. Физикохимия поверхности / В. И. Ролдугин. – Долгопрудный: Интеллект, 2011. – 565 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:663897&theme=FEFU>
2. Зимон, А. Д. Коллоидная химия наночастиц / А. Д. Зимон, А. Н. Павлов. – М.: Научный мир, 2012. – 218 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:779842&theme=FEFU>
3. Сигов, А. С. Получение и исследование наноструктур. Лабораторный практикум по нанотехнологиям / А. С. Сигов, А. А. Евдокимов, Е. Д. Мишина, В. О. Вальднер и др. – М.: БИНОМ, 2011. – 146 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:299178&theme=FEFU>
4. Сумм, Б. Д. Коллоидная химия / Б. Д. Сумм. – 4-е изд. – М.: Академия, 2013. – 239 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:792401&theme=FEFU>
5. А. Ю. Гросберг Полимеры и биополимеры с точки зрения физики / А. Ю. Гросберг, А. Р. Хохлов. – Долгопрудный: Интеллект, 2010. – 303 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:663857&theme=FEFU>

### **Дополнительная литература**

6. Шрамм, Г. Основы практической реологии и реометрии. A practical approach to rheology and rheometry: пер. с англ. И. А. Лавыгина, под ред. В. Г. Куличихина / Г. Шрамм. – М.: КолосС, 2003. – 311 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:231965&theme=FEFU>
7. Вилламо, Х. Косметическая химия / Х. Вилламо. – М.: Мир, 1990. – 288 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:28744&theme=FEFU>
8. Гельфман, М. И. Практикум по коллоидной химии: учеб. пособие: изд. 1-е. / М. И. Гельфман. – СПб.: Лань, 2005. – 256 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:281930&theme=FEFU>

## Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://e.lanbook.com/>
2. <http://www.studentlibrary.ru/>
3. <http://znanium.com/>
4. <http://www.nelbook.ru/>
5. [http://lib.dvfu.ru:8080/search/query?term\\_1=nanoparticles&theme=FEFU](http://lib.dvfu.ru:8080/search/query?term_1=nanoparticles&theme=FEFU)
6. [http://lib.dvfu.ru:8080/search/query?term\\_1=colloidal+chemistry&theme=FEFU](http://lib.dvfu.ru:8080/search/query?term_1=colloidal+chemistry&theme=FEFU)

### VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 1. Подготовка к сдаче коллоквиумов

При подготовке к сдаче коллоквиумов воспользуйтесь материалами лекций и рекомендованной литературой.

#### 2. Подготовка к лабораторным работам

**Лабораторные работы №№ 1 – 3. Синтез и исследование квантовых точек сульфида кадмия и цинка из коллоидных растворов.**

##### Задание на дом :

Просмотреть материал лекций, монографии, научные статьи методическое пособие к лабораторным занятиям и подготовиться:

- К проведению синтеза наночастиц, предложенного преподавателем;
- Продумать способы их выделения и очистки;
- Проанализировать условия техники безопасности при проведении эксперимента. Подготовиться к ответу на вопросы: 1. Меры предосторожности при работе в лаборатории. 2. Способы оказания первой помощи.

**Лабораторные работы №№ 4 – 6. Получение и исследование наночастиц серебра и золота.**

##### Задание на дом:

Просмотреть материал лекций, монографии, научные статьи методическое пособие к лабораторным занятиям и подготовиться:

- К проведению синтеза наночастиц золота и серебра, предложенного преподавателем;
- Изучить методы их исследования;
- Проанализировать условия техники безопасности при проведении эксперимента. Подготовиться к ответу на вопросы: 1. Меры предосторожности при работе в лаборатории. 2. Способы оказания первой помощи.

**Лабораторная работа №№ 7 – 9. Исследование мицеллообразования в растворах поверхностно-активных веществ.**

##### Задание на дом:

Просмотреть материал лекций, монографии, научные статьи методическое пособие к лабораторным занятиям и подготовиться:

- К методам исследования мицеллообразования в растворах поверхностно-активных веществ, предложенных преподавателем;
- Изучить влияние концентрации поверхностно-активных веществ на фазовое поведение растворов;
- Проанализировать условия техники безопасности при проведении эксперимента. Подготовиться к ответу на вопросы: 1. Меры предосторожности при работе в лаборатории. 2. Способы оказания первой помощи.

**Лабораторная работа №№ 10 – 12. Синтез нанокompозитных материалов золь-гель методом и их исследование**

**Задание на дом:**

Просмотреть материал лекций, монографии, научные статьи методическое пособие к лабораторным занятиям и подготовиться:

- К методам синтеза нанокompозитных материалов, предложенных преподавателем;
- Изучить механизм золь-гель процесса;
- Проанализировать условия техники безопасности при проведении эксперимента. Подготовиться к ответу на вопросы: 1. Меры предосторожности при работе в лаборатории. 2. Способы оказания первой помощи.

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Учебная химическая лаборатория, снабженная вытяжной системой. Химическая посуда и химические реактивы, сушильные шкафы, муфельные печи. Оборудование Лаборатории молекулярного анализа для проведения физико-химических исследований поверхности материалов и наночастиц: ИК-спектрометр HEWLETT PACKARD Series 1110 MSD; дифрактометр Bruker - AXS "D8" Advanced; ЯМР - спектрометр высокого разрешения Avance 400 МГц (Bruker) и др.





МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Коллоидно-химические основы нанотехнологии»**  
**Направление подготовки 04.04.01 Химия**  
профиль «Фундаментальные химические исследования веществ и процессов»  
**Форма подготовки очная**

**Владивосток  
2018**

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1.	1-4 недели	Подготовка к выполнению лабораторных работ №№ 1 – 3, выполнение отчетов по ним. Подготовка к коллоквиуму 1	26 час.	Опрос перед началом занятия (УО-1). Принятие отчета о выполнении в ходе лабораторных работ экспериментального задания (ПР-6). Групповая дискуссия (УО-4).
2.	5-8 недели	Подготовка к выполнению лабораторных работ №№ 4 – 6, выполнение отчетов по ним. Подготовка к коллоквиуму 2.	26 час.	Опрос перед началом занятия (УО-1). Принятие отчета о выполнении в ходе лабораторных работ экспериментального задания (ПР-6). Тестовый контроль (ПР-1)
3.	9-12 недели	Подготовка к выполнению лабораторных работ №№ 7 – 9, выполнение отчетов по ним. Подготовка к коллоквиуму 3.	26 час.	Опрос перед началом занятия (УО-1). Принятие отчета о выполнении в ходе лабораторных работ экспериментального задания (ПР-6). Тестовый контроль (ПР-1)
4.	13-16 недели	Подготовка к выполнению лабораторных работ №№ 10 – 12, выполнение отчетов по ним. Подготовка к коллоквиуму 4.	26 час.	Опрос перед началом занятия (УО-1). Принятие отчета о выполнении в ходе лабораторных работ экспериментального задания (ПР-6). Групповая дискуссия (УО-4).
5.	17-18 недели	Подготовка к сообщению на научном семинаре. Подготовка к коллоквиуму 5. Подготовка к	32 час.	Опрос перед началом занятия (УО-1). Доклад (УО-3).

## **Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению**

Большая часть учебного материала должна быть проработана студентом самостоятельно, вне аудиторных занятий. Самостоятельная работа студентов является неотъемлемой составной частью процесса подготовки специалистов.

Под самостоятельной работой студента понимается часть учебной планируемой работы, которая выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, без его непосредственного участия. Самостоятельная работа направлена на усвоение системы научных и профессиональных знаний, формирование умений и навыков, приобретение опыта самостоятельной творческой деятельности.

Самостоятельная работа студентов включает в себя подготовку к лабораторным работам, описание проделанной экспериментальной работы с приведением расчетов, графиков, таблиц и выводов, подготовка к защите теории по работе, самоконтроль знаний по теме работы с помощью вопросов к каждой работе, подготовка к коллоквиумам и защиту курсовых.

### **1. Подготовка к сдаче коллоквиумов**

При подготовке к сдаче коллоквиумов воспользуйтесь материалами лекций и рекомендованной литературой.

### **2. Подготовка к лабораторным работам**

Для качественного выполнения лабораторных работ каждый студент должен заранее подготовиться к очередной работе. Подготовка складывается из изучения цели, задач и содержания лабораторной работы, повторения теоретического материала, относящегося к работе, и теоретическом ознакомления со свойствами химических веществ до выполнения работы. Результаты подготовки отражаются студентами в рабочих тетрадях, куда записываются перечень необходимых измерительных приборов и аппаратура, план выполнения лабораторной работы, расчетные формулы и зарисовываются схемы установок, таблицы для записи опытных и расчетных данных. Все записи в рабочих тетрадях как при подготовке к работе, так и в процессе выполнения ее должны вестись аккуратно.

В начале занятия преподаватель путем опроса и ознакомления с записями в рабочих тетрадях проверяет подготовленность каждого студента. Неподготовленные студенты к выполнению лабораторной работы не

допускаются.

### **Лабораторные работы №№ 1 – 3 Синтез и исследование квантовых точек сульфида кадмия и цинка из коллоидных растворов**

Просмотреть материал лекций, монографии, научные статьи методическое пособие к лабораторным занятиям и подготовиться:

- К проведению синтеза наночастиц, предложенного преподавателем;
- Продумать способы их выделения и очистки;
- Проанализировать условия техники безопасности при проведении эксперимента. Подготовиться к ответу на вопросы: 1. Меры предосторожности при работе в лаборатории. 2. Способы оказания первой помощи.

### **Лабораторные работы №№ 4 – 6 Получение и исследование наночастиц серебра и золота**

Просмотреть материал лекций, монографии, научные статьи методическое пособие к лабораторным занятиям и подготовиться:

- К проведению синтеза наночастиц золота и серебра, предложенного преподавателем;
- Изучить методы их исследования;
- Проанализировать условия техники безопасности при проведении эксперимента. Подготовиться к ответу на вопросы: 1. Меры предосторожности при работе в лаборатории. 2. Способы оказания первой помощи.

### **Лабораторная работа №№ 7 – 9. Исследование мицеллообразования в растворах поверхностно-активных веществ**

Просмотреть материал лекций, монографии, научные статьи методическое пособие к лабораторным занятиям и подготовиться:

- К методам исследования мицеллообразования в растворах поверхностно-активных веществ, предложенных преподавателем;
- Изучить влияние концентрации поверхностно-активных веществ на фазовое поведение растворов;
- Проанализировать условия техники безопасности при проведении эксперимента. Подготовиться к ответу на вопросы: 1. Меры предосторожности при работе в лаборатории. 2. Способы оказания первой помощи.

### **Лабораторная работа №№ 10 – 12. Синтез нанокомпозитных материалов золь-гель методом и их исследование**

Просмотреть материал лекций, монографии, научные статьи методическое пособие к лабораторным занятиям и подготовиться:

- К методам синтеза нанокомпозитных материалов, предложенных преподавателем;
- Изучить механизм золь-гель процесса;

- Проанализировать условия техники безопасности при проведении эксперимента. Подготовиться к ответу на вопросы: 1. Меры предосторожности при работе в лаборатории. 2. Способы оказания первой помощи.

### 3. Структура отчета по лабораторной работе

Отчеты по лабораторным работам представляются в электронной форме, подготовленные как текстовые документы в редакторе MSWord.

Отчет по работе должен быть обобщающим документом, включать всю информацию по выполнению заданий, в том числе, уравнения реакций, таблицы, методику проведения лабораторных опытов, список литературы, расчеты и т. д.

Структурно отчет по лабораторной работе, как текстовый документ, комплектуется по следующей схеме:

Требования к презентации:

- На первом слайде представляется тема выполненного исследования, фамилия, инициалы автора, фамилия, инициалы преподавателя.
- На втором слайде дается обоснование актуальности изучаемой темы.
- Третий слайд указывает цель и задачи работы.
- На 4-10 слайдах приводится содержание работы. Могут размещаться схемы, таблицы, графики, фотографии, снабженные необходимой для понимания краткой текстовой информацией.
- На последнем слайде приводятся выводы по выполненной работе.
- Количество слайдов, посвященных описанию работы и полученных результатов, может меняться и окончательно определяется автором в зависимости от имеющихся материалов.
- *Выводы* – обязательная компонента отчета, содержит обобщающие выводы по работе (какие задачи решены, оценка результатов, что освоено при выполнении работы);
- *Список литературы* – обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержит список источников, использованных при выполнении работы, включая электронные источники (список нумерованный, в соответствии с правилами описания библиографии).

Отчет по лабораторной работе относится к категории «*письменная работа*», оформляется *по правилам оформления письменных работ студентами ДВФУ*.

Необходимо обратить внимание на следующие аспекты в оформлении отчетов работ:

- набор текста;
- структурирование работы;
- оформление заголовков всех видов (рубрик-подрубрик-пунктов-подпунктов, рисунков, таблиц, приложений);
- оформление перечислений (списков с нумерацией или маркировкой);

- оформление таблиц;
- оформление иллюстраций (графики, рисунки, фотографии, схемы);
- набор и оформление математических выражений (формул);
- оформление списков литературы (библиографических описаний) и ссылок на источники, цитирования.

Набор текста осуществляется на компьютере, в соответствии со следующими требованиями:

- печать – на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (размер 210 на 297 мм.);
- интервал межстрочный – полуторный;
- шрифт – Times New Roman;
- размер шрифта - 14 пт., в том числе в заголовках (в таблицах допускается 10-12 пт.);
- выравнивание текста – «по ширине»;
- поля страницы - левое – 25-30 мм., правое – 10 мм., верхнее и нижнее – 20 мм.;
- нумерация страниц – в правом нижнем углу страницы (для страниц с книжной ориентацией), сквозная, от титульного листа до последней страницы, арабскими цифрами (первой страницей считается титульный лист, на котором номер не ставится, на следующей странице проставляется цифра «2» и т. д.).
- режим автоматического переноса слов, за исключением титульного листа и заголовков всех уровней (перенос слов для отдельного абзаца блокируется средствами MSWord с помощью команды «Формат» – абзац при выборе опции «запретить автоматический перенос слов»).

Если рисунок или таблица размещены на листе формата больше А4, их следует учитывать как одну страницу. Номер страницы в этих случаях допускается не проставлять.

Список литературы и все *приложения* включаются в общую в сквозную нумерацию страниц работы.

#### **4. Темы для самостоятельного изучения**

1. Методы анализа поверхности и наночастиц.
2. Физико-химическая диагностика наночастиц.
3. Принципы морфологической характеристики наночастиц методами электронной, автоионной, туннельной и атомно-силовой микроскопии.
4. Строение наночастиц различной природы (фазовые, мицеллярные, везикулы).
5. Катализаторы и сорбенты на основе ультрадисперсных веществ: специфика их получения и функционирования.

## **5. Критерии оценки выполнения самостоятельной работы**

Оценивание отчета по лабораторным работам проводится по критериям:

- Полнота и качество выполненных заданий;
- Теоретическое обоснование полученного результата;
- Качество оформления отчета, использование правил и стандартов оформления текстовых и электронных документов;
- Отсутствие фактических ошибок, связанных с пониманием темы.

### **Критерии оценки знаний умений и навыков при текущей проверке**

#### **I. Оценка устных ответов:**

##### **Отметка "Отлично"**

1. Дан полный и правильный ответ на основе изученных теорий.
2. Материал понят и изучен.
3. Материал изложен в определенной логической последовательности, литературным языком.
4. Ответ самостоятельный.

##### **Отметка "Хорошо"**

- 1, 2, 3, 4 – аналогично отметке "Отлично".
5. Допущены 2-3 незначительные ошибки, исправленные по требованию учителя, наблюдалась "шероховатость" в изложении материала.

##### **Отметка "Удовлетворительно"**

1. Учебный материал, в основном, изложен полно, но при этом допущены 1-2 существенные ошибки (например, неумение применять законы и теории к объяснению новых фактов).
2. Ответ неполный, хотя и соответствует требуемой глубине, построен несвязно.

##### **Отметка "Неудовлетворительно"**

1. Незнание или непонимание большей или наиболее существенной части учебного материала.
2. Допущены существенные ошибки, которые не исправляются после уточняющих вопросов, материал изложен несвязно.

#### **II. Оценка умения решать задачи:**

##### **Отметка "Отлично"**

1. В решении и объяснении нет ошибок.
2. Ход решения рациональный.
3. Если необходимо, решение произведено несколькими способами.
4. Допущены ошибки по невнимательности (оговорки, описки).

##### **Отметка "Хорошо"**

1. Существенных ошибок нет.
2. Допущены 1-2 несущественные ошибки или неполное объяснение, или использование 1 способа при заданных нескольких.

**Отметка "Удовлетворительно"**

1. Допущено не более одной существенной ошибки, записи неполны, неточности.
2. Решение выполнено с ошибками в математических расчетах.

**Отметка "Неудовлетворительно"**

1. Решение осуществлено только с помощью учителя.
2. Допущены существенные ошибки.
3. Решение и объяснение построены не верно.





МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**по дисциплине «Коллоидно-химические основы нанотехнологии»**  
**Направление подготовки 04.04.01 Химия**  
**«Фундаментальные химические исследования веществ и процессов»**  
**Форма подготовки очная**

**Владивосток**  
**2018**

# I. Паспорт оценочных средств по дисциплине «Коллоидно-химические основы нанотехнологии»

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
владением современными компьютерными технологиями при планировании исследований, получении и обработке результатов научных экспериментов, сборе, обработке, хранении, представлении и передаче научной информации (ОПК-2)	Знает	основы методологии научных исследований, компьютерное моделирование химических процессов.
	Умеет	применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных.
	Владеет	методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии (ПК-2)	Знает	теоретические основы для глубокого понимания сложных физико-химических процессов, используемых в современных технологиях.
	Умеет	анализировать основные принципы явлений, протекающих в дисперсных системах.
	Владеет	основными химическими, физическими и техническими аспектами химического промышленного производства.

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1.	Раздел 1. Классификация и поверхностные свойства наночастиц. Тема 1. Классификация дисперсных систем. Тема 2. Дисперсная фаза наночастиц. Тема 3. Поверхностная энергия.	владением современным и компьютерными технологиями при планировании исследований, получении и обработке результатов научных экспериментов	<b>Знает:</b> основы методологии научных исследований, компьютерное моделирование химических процессов.	Собеседование перед выполнением лабораторных работ (УО-1).	Экзаменационные вопросы 1-4.  Экзаменационные вопросы 5-10.
			<b>Умеет:</b> применять основные законы химии при обсуждении полученных	Проверка отчетов по лабораторным работам №№ 1-6.	

	<p>Раздел 2. Поверхностные явления. Тема 1. Адсорбция. Тема 2. Адгезия. Раздел 3. Свойства наночастиц, как высокодисперсных систем. Тема 1. Особенности молекулярно – кинетических свойств наночастиц. Тема 2. Электрокинетические свойства. Тема 3. Оптические свойства.</p>	<p>в, сборе, обработке, хранении, представлении и передаче научной информации (ОПК-2)</p>	<p>результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных.</p>		
			<p><b>Владеет:</b> методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.</p>	<p>Проверка отчетов по лабораторным работам №№ 1-6 (ПР-6). Сдача коллоквиума №№ 1, 2 (УО-2).</p>	<p>Экзаменационные вопросы 11-14.</p>
<p>2.</p>	<p>Раздел 4. Получение наночастиц. Тема 1. Классификация способов получения наночастиц. Тема 2. Получения наночастиц конденсацией (снизу - вверх). Тема 3. Методы анализа поверхности и наночастиц. Раздел 5. Объемные свойства систем наночастиц. Тема 1. Устойчивость. Тема 2. Структурно-механические свойства. Тема 3. Самопроизвольно образующиеся наносистемы. Тема 4. Прикладная химия наночастиц.</p>	<p>владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии (ПК-2)</p>	<p><b>Знает:</b> теоретические основы для глубокого понимания сложных физико-химических процессов, используемых в современных технологиях.</p>	<p>Собеседование перед выполнением лабораторных работ (УО-1).</p>	<p>Экзаменационные вопросы 15-18.</p>
			<p><b>Умеет:</b> анализировать основные принципы явлений, протекающих в дисперсных системах.</p>	<p>Проверка отчетов по лабораторным работам №№ 7-12 (ПР-6), Собеседование (УО-1). Участие в групповой дискуссии (УО-4).</p>	<p>Экзаменационные вопросы 19-21.</p>
			<p><b>Владеет:</b> основными химическими, физическими и техническими аспектами</p>	<p>Проверка отчетов по лабораторным работам №№ 7-12 (ПР-6), Сдача</p>	<p>Экзаменационные вопросы 22-25.</p>

		химического промышленного производства.	коллоквиума №№ 1, 2 (УО-2).	
--	--	---	-----------------------------	--

## II. Шкала оценивания уровня сформированности компетенций по дисциплине «Химия поверхности и наночастиц»

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
владением современными компьютерными технологиями при планировании исследований, получении и обработке результатов научных экспериментов, сборе, обработке, хранении, представлении и передаче научной информации (ОПК-2)	знает (пороговый уровень)	основы методологии научных исследований, компьютерное моделирование химических процессов.	Сформированность знаний по методологии планирования и моделирования химических процессов.	Способность планирования химических исследований; способность обсуждения полученных результатов и их интерпретирование; способность моделирование химических процессов.
	умеет (продвинутый)	применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных.	Сформированность умений применения теоретических знаний в экспериментальных исследованиях.	Способность синтезировать наночастицы разными методами; способность изучать свойства поверхности материалов с привлечением компьютерных технологий; способность обрабатывать экспериментальные данные и проводить графические построения с помощью компьютерных программ.
	владеет (высокий)	методами математического анализа и моделирования	Сформированность навыков математического анализа и	Владение методами математического анализа и

		я, теоретического и экспериментального исследования.	моделирования в научных исследованиях.	моделирования; способность планирования научных исследований; способность обрабатывать, анализировать и представлять научную информацию.
	знает (пороговый уровень)	основы теории фундаментальных разделов химии (прежде всего неорганической, аналитической, органической, физической, химии высокомолекулярных соединений, химической технологии).	Сформированность знаний универсального общения в устной и письменной формах.	Способность формулировать цели и ставить задачи для их достижения; способность к планомерному анализу полученной информации; способность использовать знания для общения по теме получения наночастиц и их физико-химических свойств.
	умеет (продвинутый)	определять цель и задачи исследования, планировать экспериментальное исследование, обсуждать результаты и делать выводы.	Сформированность методологического умения организации экспериментального исследования.	Способность определять цель и задачи исследования по изучению свойств поверхности и наночастиц; способность обсуждать экспериментальные результаты и делать выводы.
	владеет (высокий)	навыками написания научных работ.	Сформированность методологического навыка проведения экспериментального исследования.	Способность синтезировать и исследовать наночастицы; способность исследовать свойства поверхности материалов; способность

				анализировать и описывать результаты исследований.
владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии (ПК-2)	знает (пороговый уровень)	теоретические основы для глубокого понимания сложных физико-химических процессов, используемых в современных технологиях.	Сформированность практических знаний о современных технологиях.	Способность теоретически обосновывать суть физико-химических процессов в производстве дисперсных систем; способность понимания методов получения новых материалов с заданными свойствами.
	умеет (продвинутой)	анализировать основные принципы явлений, протекающих в дисперсных системах.	Сформированность умений анализировать процессы и явления в дисперсных системах.	Способность характеризовать свойства дисперсных систем; способность объяснять процессы, протекающие во времени в дисперсных системах; способность стабилизировать дисперсные системы.
	владеет (высокий)	основными химическими, физическими и техническими аспектами химического промышленного производства.	Сформированность навыков практической деятельности в химической сфере производства.	Способность проводить синтезы наноматериалов; способность изменять характеристики дисперсных систем с помощью их функционализации; способность проводить тестирование материалов с целью их

				практического использования.
--	--	--	--	------------------------------

## Примерный перечень оценочных средств (ОС)

### I. Устный опрос

**1. Собеседование (УО-1)** (Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.) - Вопросы по темам/разделам дисциплины.

**Вопросы собеседований при проверке готовности к лабораторным работам:**

#### **Тема 1: Меры предосторожности при работе в лаборатории**

1. Где необходимо производить все опыты с ядовитыми, неприятно пахнущими веществами, упаривание кислот и растворов?

2. Где необходимо производить опыты с легко воспламеняющимися веществами?

3. Какие правила необходимо соблюдать при работе с натрием и другими щелочными металлами?

4. При нагревании растворов в пробирке как следует ее держать?

5. Не наклонять лицо над нагреваемой жидкостью или выделяемыми веществами во избежание брызг на лицо.

6. Как определить запах пахучих веществ, в том числе и выделяющихся газов?

7. Какие правила необходимо соблюдать при работе с твердыми щелочами?

8. Какие правила необходимо соблюдать при разбавлении концентрированных кислот, особенно серной?

9. Какие правила необходимо соблюдать при работе с легко воспламеняющимися жидкостями?

10. Какие правила необходимо соблюдать при работе с остатками соединений ртути, других токсичных веществ, а также соединений редких и ценных металлов?

11. Какие правила необходимо соблюдать при работе со стеклянными приборами?

12. Какие правила необходимо соблюдать при работе со стеклянной посудой?

13. Какие правила необходимо соблюдать при работе на роторном испарителе?

14. Какие правила необходимо соблюдать при работе на центрифуге?

## **Тема 2. Оказание первой помощи в лаборатории**

1. Что необходимо делать при попадании на кожу (рук, лица и т.д.) концентрированных кислот (серной, азотной, уксусной и т.д.)?

2. Что необходимо делать при ожоге кожи растворами щелочей или кислот?

3. Что необходимо делать при попадании брызг кислоты или щелочи в глаза?

4. Что необходимо делать при ожоге горячими предметами (стекло, металлы и т.д.)?

5. Что необходимо делать при отравлении хлором, бромом, сероводородом, окисью углерода?

## **Вопросы собеседований при проверке теоретического материала**

### **Раздел 1. Классификация и поверхностные свойства наночастиц**

1. Высокодисперсные системы как объекты коллоидной химии. Наночастицы - представители высокодисперсных систем.

2. Новые качества наночастиц. Обоснование минимального и максимального размера наночастиц. Разнообразие и многообразие форм наночастиц. Трехмерные, двумерные и одномерные наночастицы.

3. Классификация наночастиц по агрегатному состоянию. Особенности кристаллических и аморфных наночастиц. Разнообразие структур и форм наночастиц. Структура и фазовое состояние наночастиц различных модификаций.

4. Причины повышенной удельной поверхности наночастиц. Полидисперсность наночастиц. Геометрическая неоднородность наночастиц. Распределение наночастиц по размерам: нормальное и логарифмическое нормальное.

5. Зависимость избыточной поверхностной энергии Гиббса от размера частиц.

6. Влияние экстремальных условий образования наночастиц на поверхностные явления. Избыточная поверхностная энергия как энергия дефектов кристаллических наночастиц.

7. Поверхностное натяжение  $\sigma$  и его зависимость от размера наночастиц. Формула Толмана для  $\sigma$  как функции размера наночастиц. Тоже по упрощенной формуле Русанова.

8. Способы определения поверхностного натяжения наночастиц. Связь между неравновесной и равновесной удельной свободной поверхностной энергией наночастиц.

9. Изменение удельной свободной поверхностной энергии с течением времени.



## **Раздел 2. Поверхностные явления**

1. Влияние избытка поверхностной энергии на процесс адсорбции наночастицами. Повышенная адсорбционная активность (емкость) наночастиц. Увеличение скорости адсорбционного процесса.
2. Зависимость адсорбционного потенциала от размера частиц. Применение наночастиц для очистки воды. Особенности применения наночастиц в качестве катализатора.
3. Причины повышенной адгезии наночастиц. Влияние избытка поверхностной энергии на адгезионное взаимодействие наночастиц. Определение адгезии наночастиц путем моделирования.
4. Расчетное значение силы адгезии наночастиц по теории Дерягина – Мюллера – Топорова (ДМТ). Связь силы адгезии с равновесной работой сил адгезии и поверхностном натяжении.
5. Уравнение Юнга для нанокапель. Зависимость краевого угла смачивания от размера нанокапель. Линейное натяжение нанокапель.
6. Смачивание нитей нанокаплями. Смачивание тонкой упругой пленки. Стадии растекания нанокапель. Качественные особенности диффузии наночастиц.

## **Раздел 3. Свойства наночастиц, как высокодисперсных систем**

1. Сопоставление диффузии наночастиц с ионной и молекулярной диффузией. Три вида диффузии в отношении кристаллических наночастиц.
2. Соотношение межкристаллической, поверхностной и межфазовой диффузии.
3. Соотношение коэффициента диффузии для трех ее различных видов кристаллических тел. Особенности структуры аморфных наночастиц.
4. Влияние свойств наночастиц на броуновское движение. Зависимость броуновского движения от свойств наночастиц, дисперсионной среды и их взаимного влияния.
5. Осмотическое давление, его математическое выражение для наночастиц. Осмос через мембраны с наноразмерными порами.
6. Структура двойного электрического слоя с учетом дискретности кристаллической поверхности наночастиц. Соизмеримость адсорбционной и особенно диффузной части двойного электрического слоя с размерами самих наночастиц. Разделение электронного поля на наночастиц, находящегося в виде золя.
7. Электролитические явления в наноразмерных капиллярах. Электроосмос в зависимости от соотношения размера частиц и радиуса нанокапель. Линейная скорость электроосмоса в наноразмерных капиллярах.

8. Влияние дискретной кристаллической структуры наночастиц на рассеяние и поглощение света. Оптические свойства в зависимости от размера наночастиц. Отклонение от закона Бугера – Ламберта – Бера при пропускании света через слой наночастиц.

#### **Раздел 4. Получение наночастиц**

1. Классификация способов получения наночастиц. Диспергирование и конденсационные способы получения наночастиц. Специфические способы получения наночастиц.

2. Элементарные процессы и стадии механического диспергирования. Физические и химические способы получения наночастиц. Варианты процесса диспергирования.

3. Образование наночастиц конденсационными способами. Жидкостное восстановление и радиолиз.

4. Стадия метода молекулярного наращивания. Получение наночастиц кристаллизацией из раствора. Особенности получения частиц путем золь – гель перехода.

5. Классификация методов определения размеров наночастиц. Принцип работы сканируемых зондовых приборов.

#### **Раздел 5. Объемные свойства систем наночастиц**

1. Особенности двух видов устойчивости наночастиц. Системы с фиксированным положением наночастиц.

2. Седиментационная устойчивость золя и аэрозоля. Отклонение от теории ДЛФО для наночастиц.

3. Расчет энергии межмолекулярного взаимодействия, в зависимости от отношения между радиусом наночастиц и прослойкой между ними. Зависимость энергии межмолекулярного взаимодействия от размеров наночастиц.

4. Особенности расклинивающего давления применено к наночастицам. Определение константы Гамакера.

5. Расчет электростатической компоненты расклинивающего давления для наночастиц. Связь электрической компоненты расклинивающего давления с величиной дзета-потенциала. Структурная компонента расклинивающего давления.

6. Условия коагуляции в зависимости от расстояния между наночастицами. Агрегативная устойчивость с учетом суммарного взаимодействия составляющих расклинивающего давления.

7. Коагуляция и нарушение агрегатной и седиментационной устойчивости наночастиц. Влияние растворителя и внешнего воздействия на коагуляцию наночастиц.

8. Механические свойства отдельных наночастиц (твердость, прочность и др.) и объектов из множества наночастиц.
9. Свободнодисперсные и связнодисперсные системы из наночастиц. Два типа структур связнодисперсных наночастиц – способные течь и обладающие прочностью.
10. Предел текучести связнодисперсных систем. Определение предела текучести кристаллических наночастиц по закону Холла – Петча. Предел текучести кристаллических наночастиц в зависимости от их микротвердости.
11. Особенности модуля Юнга и деформации для наночастиц. Упругие и прочностные свойства наночастиц.
12. Самопроизвольно образующиеся наночастицы. Прямые и обратные мицеллы.
13. Адсорбционный монослой ПАВ. Локальная концентрация и образование островковой наноразмерной структуры.
14. Уравнения для расчета энергии притяжения и энергии отталкивания сферических наночастиц.
15. Структурная составляющая расклинивающего давления.
16. Электростатическая составляющая расклинивающего давления. Ее зависимость от расстояния в области низких потенциалов.
17. Молекулярная составляющая расклинивающего давления. Ее расчет для модели плоских пластин и сферических наночастиц.

**2. Коллоквиум (УО-2)** (Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися.) - Вопросы по темам/разделам дисциплины.

### **Вопросы коллоквиумов**

#### **Раздел 1. Классификация и поверхностные свойства наночастиц**

##### **План коллоквиума № 1**

1. Наночастицы - представители высокодисперсных систем.
2. Разнообразие и многообразие форм наночастиц. Трехмерные, двухмерные и одномерные наночастицы.
3. Классификация наночастиц по агрегатному состоянию. Особенности кристаллических и аморфных наночастиц. Разнообразие структур и форм наночастиц. Структура и фазовое состояние наночастиц различных модификаций.
4. Причины повышенной удельной поверхности наночастиц. Полидисперсность наночастиц. Геометрическая неоднородность наночастиц. Распределение наночастиц по размерам: нормальное и логарифмическое нормальное.

5. Зависимость избыточной поверхностной энергии Гиббса от размера частиц.
6. Влияние экстремальных условий образования наночастиц на поверхностные явления. Избыточная поверхностная энергия как энергия дефектов кристаллических наночастиц.
7. Поверхностное натяжение  $\sigma$  и его зависимость от размера наночастиц. Формула Толмана для  $\sigma$  как функции размера наночастиц. Тоже по упрощенной формуле Русанова.
8. Способы определения поверхностного натяжения наночастиц. Связь между неравновесной и равновесной удельной свободной поверхностной энергией наночастиц.
9. Изменение удельной свободной поверхностной энергии с течением времени.

## **Раздел 2. Поверхностные явления**

### **План коллоквиума № 2**

1. Влияние избытка поверхностной энергии на процесс адсорбции наночастицами. Повышенная адсорбционная активность (емкость) наночастиц. Увеличение скорости адсорбционного процесса.
2. Зависимость адсорбционного потенциала от размера частиц. Применение наночастиц для очистки воды. Особенности применения наночастиц в качестве катализатора.
3. Причины повышенной адгезии наночастиц. Влияние избытка поверхностной энергии на адгезионное взаимодействие наночастиц. Определение адгезии наночастиц путем моделирования.
4. Расчетное значение силы адгезии наночастиц по теории Дерягина – Мюллера – Топорова (ДМТ). Связь силы адгезии с равновесной работой сил адгезии и поверхностном натяжении.
5. Уравнение Юнга для нанокапель. Зависимость краевого угла смачивания от размера нанокапель. Линейное натяжение нанокапель.
6. Смачивание нитей нанокаплями. Смачивание тонкой упругой пленки. Стадии растекания нанокапель. Качественные особенности диффузии наночастиц.

## **Раздел 3. Свойства наночастиц, как высокодисперсных систем**

### **План коллоквиума № 3**

1. Сопоставление диффузии наночастиц с ионной и молекулярной диффузией. Три вида диффузии в отношении кристаллических наночастиц.
2. Соотношение межкристаллической, поверхностной и межфазовой диффузии.

3. Соотношение коэффициента диффузии для трех ее различных видов кристаллических тел. Особенности структуры аморфных наночастиц.
4. Влияние свойств наночастиц на броуновское движение. Зависимость броуновского движения от свойств наночастиц, дисперсионной среды и их взаимного влияния.
5. Осмотическое давление, его математическое выражение для наночастиц. Осмос через мембраны с наноразмерными порами.
6. Структура двойного электрического слоя с учетом дискретности кристаллической поверхности наночастиц. Соизмеримость адсорбционной и особенно диффузной части двойного электрического слоя с размерами самих наночастиц. Разделение электронного поля на наночастиц, находящегося в виде золя.
7. Электролитические явления в наноразмерных капиллярах. Электроосмос в зависимости от соотношения размера частиц и радиуса нанокapель. Линейная скорость электроосмоса в наноразмерных капиллярах.
8. Влияние дискретной кристаллической структуры наночастиц на рассеяние и поглощение света. Оптические свойства в зависимости от размера наночастиц. Отклонение от закона Бугера – Ламберта – Бера при пропускании света через слой наночастиц.

#### **Раздел 4. Получение наночастиц**

##### **План коллоквиума № 4**

1. Классификация способов получения наночастиц. Диспергирование и конденсационные способы получения наночастиц. Специфические способы получения наночастиц.
2. Элементарные процессы и стадии механического диспергирования. Физические и химические способы получения наночастиц. Варианты процесса диспергирования.
3. Образование наночастиц конденсационными способами. Жидкостное восстановление и радиолиз.
4. Стадия метода молекулярного наращивания. Получение наночастиц кристаллизацией из раствора. Особенности получения частиц путем золь – гель перехода.
5. Классификация методов определения размеров наночастиц. Принцип работы сканируемых зондовых приборов.

#### **Раздел 5. Объемные свойства систем наночастиц**

##### **План коллоквиума № 5**

1. Особенности двух видов устойчивости наночастиц. Системы с фиксированным положением наночастиц.

2. Седиментационная устойчивость золя и аэрозоля. Отклонение от теории ДЛФО для наночастиц.
3. Расчет энергии межмолекулярного взаимодействия, в зависимости от отношения между радиусом наночастиц и прослойкой между ними. Зависимость энергии межмолекулярного взаимодействия от размеров наночастиц.
4. Особенности расклинивающего давления применено к наночастицам. Определение константы Гамакера.
5. Расчет электростатической компоненты расклинивающего давления для наночастиц. Связь электрической компоненты расклинивающего давления с величиной дзета-потенциала. Структурная компонента расклинивающего давления.
6. Условия коагуляции в зависимости от расстояния между наночастицами. Агрегативная устойчивость с учетом суммарного взаимодействия составляющих расклинивающего давления.
7. Коагуляция и нарушение агрегатной и седиментационной устойчивости наночастиц. Влияние растворителя и внешнего воздействия на коагуляцию наночастиц.
8. Механические свойства отдельных наночастиц (твердость, прочность и др.) и объектов из множества наночастиц.
9. Свободнодисперсные и связнодисперсные системы из наночастиц. Два типа структур связнодисперсных наночастиц – способные течь и обладающие прочностью.
10. Предел текучести связнодисперсных систем. Определение предела текучести кристаллических наночастиц по закону Холла – Петча. Предел текучести кристаллических наночастиц в зависимости от их микротвердости.
11. Особенности модуля Юнга и деформации для наночастиц. Упругие и прочностные свойства наночастиц.
12. Самопроизвольно образующиеся наночастицы. Прямые и обратные мицеллы.

**3. Доклад (УО-3)** Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной задачи.

**Темы докладов:**

1. Квантовые точки и их синтез.
2. Силикатные нанокompозитные материалы с регулируемой структурой, синтезируемые по золь-гель технологии на матрицах из биополимеров и мицеллах.

3. Формирование мезопористых силикатных материалов.
4. Формирование мезопористых силикатных материалов с включением оксидов металлов.
5. Магнитные жидкости и их применение.

**4. Групповая дискуссия (УО-4)** (Групповая дискуссия – рассмотрение, анализ различных позиций, точек зрения ученых на содержание той или иной проблемы, концепции выбора путей практической реализации стоящих перед обучающимися задач.) - Тема, вопросы для обсуждения. Задания для подготовки.

**Перечень дискуссионных тем для групповой дискуссии**

**Тема: Обсуждение результатов проведенного синтеза наночастиц на научном семинаре.**

**Метод:** Научная дискуссия. Групповое обсуждение результатов.

Примеры вопросов для обсуждения:

1. В чем суть метода получения квантовых точек из коллоидного раствора?
2. Для чего проводить стабилизацию наночастиц?
3. Можете ли вы предложить механизм процесса?
4. Предложите способы увеличения выхода продукта.

**5. Экзамен** (Средство промежуточного контроля) – Вопросы к экзамену.

**Вопросы к экзамену**

1. Классификация дисперсных систем.
2. Структура, форма и размер дисперсной фазы наночастиц.
3. Поверхностная энергия наночастиц.
4. Поверхностное натяжение. Зависимость поверхностного натяжения от размеров наночастиц.
5. Адсорбционная активность наночастиц.
6. Каталитическая активность наночастиц и связь ее с избытком поверхностной энергии.
7. Адгезия наночастиц. Адгезия наночапель и особенности смачивания ими.
8. Особенности молекулярно – кинетических свойств наночастиц.
9. Особенность диффузии наночастиц.
10. Особенности осмоса наночастиц.
11. Электрокинетические свойства наночастиц.
12. Оптические свойства наночастиц.
13. Классификация методов получения наночастиц.
14. Методы анализа поверхности и наночастиц.
15. Объемные свойства систем наночастиц.
16. Устойчивость наночастиц – агрегативная и седиментационная.
17. Принцип структурно-механической стабилизации.

18. Структурно – механические свойства наночастиц.
19. Самопроизвольно образующиеся наносистемы. Прямые и обратные мицеллы.
20. Адсорбционные слои ПАВ на поверхности раздела фаз. Образование структурно – механического барьера в адсорбционных слоях ПАВ.
21. Модифицирующее действие ПАВ – гидрофилизация и гидрофобизация.
22. Нанокompозиты и наноблочные конструкционные материалы.
23. Катализаторы и сорбенты на основе ультрадисперсных веществ: специфика их получения и функционирования.
24. Правила техники безопасности при работе в химической лаборатории.
25. Правила оказания первой помощи в химической лаборатории.

## **II. Письменные работы**

**1. Тест (ПР-1)** (Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося) - Фонд тестовых заданий.

### **Тестовые задания для текущей проверки**

**Тема: Самопроизвольно образующиеся наносистемы**

**Выберите правильные ответы:**

1. Поверхностно – активные вещества (ПАВ)
  - 1) понижают поверхностное натяжение
  - 2) повышают поверхностное натяжение
  - 3) не изменяют поверхностное натяжение
  - 4) адсорбируются на межфазной поверхности
2. Избыточная (гиббсовская) адсорбция ПАВ.  $\Gamma$  – гиббсовская адсорбция,  $A$  – абсолютная адсорбция.
  - 1)  $\Gamma < 0$
  - 2)  $\Gamma > 0$
  - 3)  $\Gamma = 0$
  - 4)  $\Gamma \approx A$
3. К анионным ПАВ относятся
  - 1) додецилсульфат натрия
  - 2) амиловый спирт
  - 3) мыла
  - 4) оксиэтилированные спирты
4. К катионным ПАВ относятся
  - 1) стеарат натрия
  - 2) белки
  - 3) додецилтриметиламмония хлорид
  - 4) оксиэтилированные алкилфенолы
5. Неионными ПАВ являются
  - 1) оксиэтилированные спирты
  - 2) соли жирных кислот



- 3) соли четвертичных аммонийных оснований  
 4) алкилсульфаты
6. Выберите правильное выражение критерия лиофильности Ребиндера – Щукина  $\sigma_{кр} = \dots$   
 ( $a$  – определяющий размер элемента дисперсной фазы;  $k$  – константа Больцмана;  $T$  – температура;  $\gamma$  – постоянный множитель.)

1)  $\gamma \frac{a^2}{kT}$

2)  $\gamma kT a^2$

3)  $\gamma \frac{kT}{a^2}$

7. Поверхностная активность ПАВ в воде при удлинении углеводородного радикала на одну  $-\text{CH}_2-$  группу
- 1) увеличивается
  - 2) уменьшается
  - 3) не меняется
8. Поверхностная активность ПАВ в гексане при удлинении углеводородного радикала на одну  $-\text{CH}_2-$  группу
- 1) увеличивается
  - 2) уменьшается
  - 3) не меняется
9. Критические концентрации мицеллообразования (ККМ) двух ближайших гомологов ПАВ в воде соотносятся как

$\frac{(ККМ)_{n+1}}{(ККМ)_n} > 1$

1)  $(ККМ)_n$

$\frac{(ККМ)_{n+1}}{(ККМ)_n} < 1$

2)  $(ККМ)_n$

$\frac{(ККМ)_{n+1}}{(ККМ)_n} = 1$

3)  $(ККМ)_n$

10. Критические концентрации мицеллообразования (ККМ) двух ближайших гомологов ПАВ в гексане соотносятся как

$\frac{(ККМ)_{n+1}}{(ККМ)_n} > 1$

1)  $(ККМ)_n$

$\frac{(ККМ)_{n+1}}{(ККМ)_n} < 1$

2)  $(ККМ)_n$

$\frac{(ККМ)_{n+1}}{(ККМ)_n} = 1$

3)  $(ККМ)_n$

11. Выберите правильное соотношение поверхностных активностей  $g$  для двух ближайших гомологов ПАВ в воде

- 1)  $\frac{(g)_{n+1}}{(g)_n} > 1$
- 2)  $\frac{(g)_{n+1}}{(g)_n} < 1$
- 3)  $\frac{(g)_{n+1}}{(g)_n} = 1$

12. Выберите правильное соотношение поверхностных активностей  $g$  для двух ближайших гомологов ПАВ в гексане

- 1)  $\frac{(g)_{n+1}}{(g)_n} > 1$
- 2)  $\frac{(g)_{n+1}}{(g)_n} < 1$
- 3)  $\frac{(g)_{n+1}}{(g)_n} = 1$

13. Солюбилизация – это

- 1) растворение ПАВ в воде
- 2) увеличение растворимости веществ в коллоидных растворах ПАВ по сравнению с чистым растворителем
- 3) снижение поверхностного натяжения раствора в присутствии ПАВ
- 4) растворение веществ в мицеллах ПАВ

14. Степень ассоциации ПАВ в мицеллярном растворе характеризуется

- 1) радиусом мицелл
- 2) плотностью мицелл
- 3) числом агрегации
- 4) мицеллярной массой

15. В прямых мицеллах ПАВ солюбилизируются

- 1) электролиты
- 2) углеводороды
- 3) жиры
- 4) водорастворимые красители
- 5) маслорастворимые красители

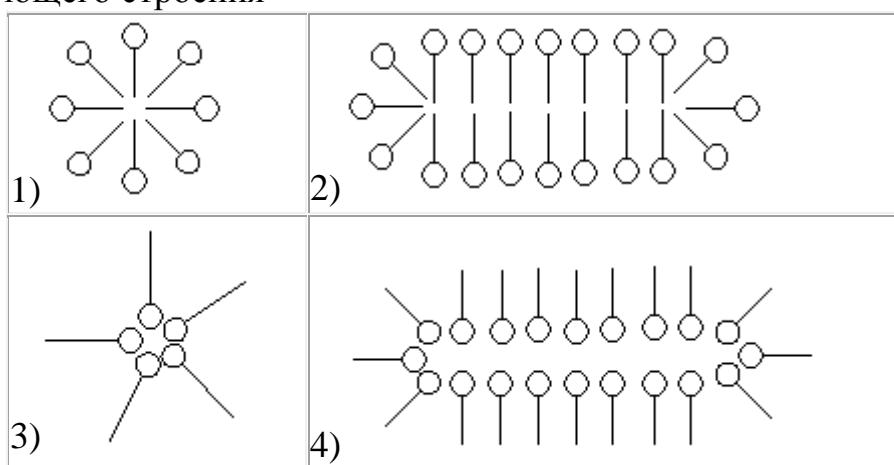
16. Прямые мицеллы ПАВ образуются в

- 1) воде
- 2) гексане
- 3) четыреххлористом углероде
- 4) этиловом спирте

17. Обратные мицеллы ПАВ образуются в

- 1) воде
- 2) гексане
- 3) четыреххлористом углероде

- 4) этиловом спирте
18. Мицеллы в водных растворах образуют
- 1) уксусная кислота
  - 2) олеат натрия
  - 3) бутанол – 1
  - 4) додецилсульфат натрия
19. Наиболее токсичны
- 1) катионные ПАВ
  - 2) анионные ПАВ
  - 3) неионные ПАВ
  - 4) амфолитные ПАВ
20. В воде при достижении ККМ<sub>1</sub> коллоидные ПАВ образуют мицеллы следующего строения



**2. Лабораторная работа (ПР-6).** (Средство для закрепления и практического освоения материала по определенному разделу).

**Вопросы к лабораторным работам**

1. Что такое наночастицы?
2. Способы получения наночастиц серебра и золота.
3. Для выявления каких растворов используют метод Тиндаля? Что это такое?
4. Отчего меняется окраска нанораствора золота и серебра?
5. На чем основан метод получения коллоидного золота и серебра?
6. Имеются ли отрицательное воздействие наночастиц золота и серебра на живые организмы?
7. Хотите ли в ближайшем будущем работать в области нанотехнологий?
8. Чем объясняется возникновение на поверхности наночастиц избыточной поверхностной энергии?
9. Какое явление называется поверхностным плазмонным резонансом?

10. Чем объясняется повышенная бактерицидная активность наночастиц серебра?
11. По какому механизму происходит восстановление наночастиц серебра с помощью цитрат-аниона?