

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Химический институт им. А.М. Бутлерова



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор  
по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Минзарипов Р.Г.

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**  
Химия наноматериалов М2.ДВ.3

Направление подготовки: 020100.68 - Химия

Профиль подготовки: Нефтехимия и катализ

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Горбачук В.В.

**Рецензент(ы):**

Зиганшин М.А., Соломонов Б.Н.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Соломонов Б. Н.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Химического института им. А.М. Бутлерова:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No

Казань  
2013

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (профессор) Горбачук В.В. Кафедра физической химии Химический институт им. А.М. Бутлерова, Valery.Gorbachuk@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Освоение обучающимися современных представлений о коллоидной химии наноматериалов, методах их приготовления, основных физических методах исследования и практических приложениях

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М2.ДВ.3 Профессиональный" основной образовательной программы 020100.68 Химия и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

"Химия наноматериалов" является разделом физической и коллоидной химии, позволяющим студентам освоить теоретические и практические подходы применяемые в современных нанотехнологиях, базирующихся на свойствах дисперсных систем, получить общее представление о физических и физико-химических приборах и методах, применяемых в этой области. Дисциплина требует предварительного знания основ физической, коллоидной химии, а также физики в пределах базового курса

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

| Шифр компетенции                        | Расшифровка приобретаемой компетенции   |
|---|---|
| ПК-2<br>(профессиональные компетенции)  | способностью приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии   |
| ПК-5<br>(профессиональные компетенции)  | способностью критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности   |
| ОК-1                                    | способностью владеть культурой мышления, умение аргументировано и ясно строить устную и письменную речь   |
| ПК-1<br>(профессиональные компетенции)  | способностью демонстрации общенаучных базовых знаний естественных наук, математики и информатики, понимание основных фактов, концепций, принципов теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой         |
| ПК-3<br>(профессиональные компетенции)  | способностью понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат  |
| ПК-10<br>(профессиональные компетенции) | способностью применять в профессиональной деятельности современные языки программирования и языки баз данных, операционные системы, электронные библиотеки и пакеты программ, сетевые технологии                    |
| ПК-6<br>(профессиональные компетенции)  | способностью осуществлять целенаправленный поиск информации о новейших научных и технологических достижениях в сети Интернет и из других источников   |
| ПК-7<br>(профессиональные компетенции)  | способностью собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным, профессиональным, социальным и этическим проблемам |

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

теоретические основы современных нанотехнологий использующих свойства дисперсных систем

2. должен уметь:

использовать основные теоретические и практические подходы коллоидной химии для решения практических задач в области нанотехнологии

3. должен владеть:

теоретическими и практическими подходами коллоидной химии для решения практических задач в области нанотехнологии, использующей особые свойства дисперсных систем

Решать практические задачи с применением продуктов нанотехнологии, относящихся к коллоидным системам

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 3 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

| N  | Раздел<br>Дисциплины/<br>Модуля   | Семестр | Неделя<br>семестра | Виды и часы<br>аудиторной работы,<br>их трудоемкость<br>(в часах) |                         |                        | Текущие формы<br>контроля |
|----|---|---------|--------------------|---|-------------------------|------------------------|---------------------------|
|    |   |         |                    | Лекции  | Практические<br>занятия | Лабораторные<br>работы |                           |
| 1. | Тема 1. Базовые понятия химии наноматериалов. Положение химии наноматериалов в ряду других наук                                       | 3       | 1-2                | 0   | 2                       | 0                      | устный опрос              |
| 2. | Тема 2. Основные типы наноматериалов. Классификация по химическому и фазовому составу, происхождению (синтетическому, биологическому) | 3       | 3-4                | 0   | 2                       | 2                      | устный опрос              |

| N  | Раздел<br>Дисциплины/<br>Модуля  | Семестр | Неделя<br>семестра | Виды и часы<br>аудиторной работы,<br>их трудоемкость<br>(в часах) |                         |                        | Текущие формы<br>контроля |
|----|--|---------|--------------------|---|-------------------------|------------------------|---------------------------|
|    |  |         |                    | Лекции  | Практические<br>занятия | Лабораторные<br>работы |                           |
| 3. | Тема 3. Способы получения наноматериалов   | 3       | 5-6                | 0   | 2                       | 0                      | контрольная работа        |
| 4. | Тема 4. Основные свойства наноматериалов: оптические, реологические, молекулярно-кинетические, электрокинетические | 3       | 7-8                | 0   | 2                       | 2                      | устный опрос              |
| 5. | Тема 5. Физические и физико-химические методы исследования наноматериалов  | 3       | 9-10               | 0   | 2                       | 0                      | устный опрос              |
| 6. | Тема 6. Физические и физико-химические приборы для изучения наноматериалов   | 3       | 11-12              | 0   | 2                       | 2                      | контрольная работа        |
| 7. | Тема 7. Практическое использование наноматериалов, основанное на их особых свойствах как дисперсных систем         | 3       | 13-15              | 0   | 4                       | 2                      | устный опрос              |
| 8. | Тема 8. Построение особых наноархитектур на основе наноматериалов  | 3       | 16-18              | 0   | 2                       | 0                      | контрольная работа        |
| .  | Тема . Итоговая форма контроля   | 3       |                    | 0   | 0                       | 0                      | зачет                     |
|    | Итого  |         |                    | 0   | 18                      | 8                      |                           |

#### 4.2 Содержание дисциплины

**Тема 1. Базовые понятия химии наноматериалов. Положение химии наноматериалов в ряду других наук**

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Общие представления химии наноматериалов как смежной науки, включающей представления коллоидной химии, физической химии, электрохимии, а также основы физических и физико-химических методов исследования

**Тема 2. Основные типы наноматериалов. Классификация по химическому и фазовому составу, происхождению (синтетическому, биологическому)**

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Основные типы коллоидных наноматериалов: наночастицы, нанокристаллы, нанокомпозиты, полые наносферы, нанопризмы, нанопленки, нанотрубки, нанопровода, нановолокна, нанопористые материалы.

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Наноматериалы на основе металлических, силикатных, полимерных частиц, сульфидов и оксидов металлов, металлоорганических сетчатых структур, аллотропных модификаций углерода, олигопептидов, белковых глобул, ДНК и др.

### **Тема 3. Способы получения наноматериалов**

#### ***практическое занятие (2 часа(ов)):***

Синтез и приготовление наноматериалов различной геометрии, химического состава и происхождения.

### **Тема 4. Основные свойства наноматериалов: оптические, реологические, молекулярно-кинетические, электрокинетические**

#### ***практическое занятие (2 часа(ов)):***

Оптические свойства наноматериалов: светорассеяние, динамическое светорассеяние, поглощение света, поверхностный плазмонный резонанс, Реологические свойства: ползучесть, предельное напряжение сдвига, вязкость, расклинивающая сила. Аномальная зависимость вязкости от напряжения сдвига. Тиксотропия. Дилатансия. Молекулярно-кинетические свойства наноматериалов: коэффициент диффузии, осмотическое давление, средний сдвиг. Электрокинетические свойства: электрокинетический потенциал, электрофоретическая скорость.

#### ***лабораторная работа (2 часа(ов)):***

Агрегативная устойчивость. Реакционная и способность наноматериалов.

### **Тема 5. Физические и физико-химические методы исследования наноматериалов**

#### ***практическое занятие (2 часа(ов)):***

Физические и физико-химические методы исследования наноматериалов: сканирующая зондовая микроскопия, электронная микроскопия, ультрамикроскопия, фотонно-корреляционная спектроскопия, спектроскопия поверхностного плазмонного резонанса, метод ядерной магнитной релаксации, порошковая рентгенография, рентгеноструктурный и рентгенофазовый анализ, хроматография (ионообменная, гель-проникающая), электрофорез и электроосмос, термоанализ (термогравиметрия и дифференциальная сканирующая калориметрия).

### **Тема 6. Физические и физико-химические приборы для изучения наноматериалов**

#### ***практическое занятие (2 часа(ов)):***

Физические и физико-химические приборы для изучения наноматериалов, реализующие методы - сканирующая зондовая микроскопия, электронная микроскопия, ультрамикроскопия, фотонно-корреляционная спектроскопия, спектроскопия поверхностного плазмонного резонанса, метод ядерной магнитной релаксации, порошковая рентгенография, рентгеноструктурный и рентгенофазовый анализ, хроматография (ионообменная, гель-проникающая), электрофорез и электроосмос, термоанализ (термогравиметрия и дифференциальная сканирующая калориметрия)

#### ***лабораторная работа (2 часа(ов)):***

Конструктивные особенности и принцип действия приборов. Применяемые расходные материалы.

### **Тема 7. Практическое использование наноматериалов, основанное на их особых свойствах как дисперсных систем**

#### ***практическое занятие (4 часа(ов)):***

Применение наноматериалов в сенсорах, детекторах, в качестве конструкционных материалов, в наномедицине, в системах транспорта и доставки лекарственных препаратов в клетки, в хроматографии

#### ***лабораторная работа (2 часа(ов)):***

Применение наноматериалов в сенсорах, детекторах, в качестве конструкционных материалов, в наномедицине, в системах транспорта и доставки лекарственных препаратов в клетки, в хроматографии

### **Тема 8. Построение особых наноархитектур на основе наноматериалов**

#### ***практическое занятие (2 часа(ов)):***

Примеры nanoархитектур: упорядоченные агрегаты на основе наноматериалов

#### 4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

| N  | Раздел Дисциплины   | Семестр | Неделя семестра | Виды самостоятельной работы студентов | Трудоемкость (в часах) | Формы контроля самостоятельной работы |
|----|---|---------|-----------------|---------------------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| 1. | Тема 1. Базовые понятия химии наноматериалов. Положение химии наноматериалов в ряду других наук                                       | 3       | 1-2             | подготовка к устному опросу           | 6                      | устный опрос                          |
| 2. | Тема 2. Основные типы наноматериалов. Классификация по химическому и фазовому составу, происхождению (синтетическому, биологическому) | 3       | 3-4             | подготовка к устному опросу           | 6                      | устный опрос                          |
| 3. | Тема 3. Способы получения наноматериалов  | 3       | 5-6             | подготовка к контрольной работе       | 6                      | контрольная работа                    |
| 4. | Тема 4. Основные свойства наноматериалов: оптические, реологические, молекулярно-кинетические, электрокинетические                    | 3       | 7-8             | подготовка к устному опросу           | 6                      | устный опрос                          |
| 5. | Тема 5. Физические и физико-химические методы исследования наноматериалов   | 3       | 9-10            | подготовка к устному опросу           | 6                      | устный опрос                          |
| 6. | Тема 6. Физические и физико-химические приборы для изучения наноматериалов  | 3       | 11-12           | подготовка к контрольной работе       | 6                      | контрольная работа                    |
| 7. | Тема 7. Практическое использование наноматериалов, основанное на их особых свойствах как дисперсных систем                            | 3       | 13-15           | подготовка к устному опросу           | 6                      | устный опрос                          |
| 8. | Тема 8. Построение особых nanoархитектур на основе наноматериалов   | 3       | 16-18           | подготовка к контрольной работе       | 4                      | контрольная работа                    |
|    | Итого   |         |                 |                                       | 46                     |                                       |

#### 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Презентации лекций, ссылки на образовательные ресурсы в Интернете

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

### **Тема 1. Базовые понятия химии наноматериалов. Положение химии наноматериалов в ряду других наук**

устный опрос , примерные вопросы:

Общие представления химии наноматериалов как смежной науки, включающей представления коллоидной химии, физической химии, электрохимии, а также основы физических и физико-химических методов исследования

### **Тема 2. Основные типы наноматериалов. Классификация по химическому и фазовому составу, происхождению (синтетическому, биологическому)**

устный опрос , примерные вопросы:

Основные типы коллоидных наноматериалов: наночастицы, нанокристаллы, нанокомпозиты, полые наносферы, нанопризмы, нанопленки, нанотрубки, нанопровода, нановолокна, нанопористые материалы. Наноматериалы на основе металлических, силикатных, полимерных частиц, сульфидов и оксидов металлов, металлоорганических сетчатых структур, аллотропных модификаций углерода, олигопептидов, белковых глобул, ДНК и др.

### **Тема 3. Способы получения наноматериалов**

контрольная работа , примерные вопросы:

Синтез и приготовление наноматериалов различной геометрии, химического состава и происхождения.

### **Тема 4. Основные свойства наноматериалов: оптические, реологические, молекулярно-кинетические, электрокинетические**

устный опрос , примерные вопросы:

Оптические свойства наноматериалов: светорассеяние, динамическое светорассеяние, поглощение света, поверхностный плазмонный резонанс, Реологические свойства: ползучесть, предельное напряжение сдвига, вязкость, расклинивающая сила. Аномальная зависимость вязкости от напряжения сдвига. Тиксотропия. Дилатансия. Молекулярно-кинетические свойства наноматериалов: коэффициент диффузии, осмотическое давление, средний сдвиг. Электрокинетические свойства: электрокинетический потенциал, электрофоретическая скорость. Агрегативная устойчивость. Реакционная и способность наноматериалов.

### **Тема 5. Физические и физико-химические методы исследования наноматериалов**

устный опрос , примерные вопросы:

Физические и физико-химические методы исследования наноматериалов: сканирующая зондовая микроскопия, электронная микроскопия, ультрамикроскопия, фотонно-корреляционная спектроскопия, спектроскопия поверхностного плазмонного резонанса, метод ядерной магнитной релаксации, порошковая рентгенография, рентгеноструктурный и рентгенофазовый анализ, хроматография (ионообменная, гель-проникающая), электрофорез и электроосмос, термоанализ (термогравиметрия и дифференциальная сканирующая калориметрия).

### **Тема 6. Физические и физико-химические приборы для изучения наноматериалов**

контрольная работа , примерные вопросы:

Физические и физико-химические приборы для изучения наноматериалов, реализующие методы из п.5 настоящей программы. Конструктивные особенности и принцип действия приборов. Применяемые расходные материалы.

### **Тема 7. Практическое использование наноматериалов, основанное на их особых свойствах как дисперсных систем**

устный опрос , примерные вопросы:

Применение наноматериалов в сенсорах, детекторах, в качестве конструкционных материалов, в наномедицине, в системах транспорта и доставки лекарственных препаратов в клетки, в хроматографии.



## **Тема 8. Построение особых nanoархитектур на основе наноматериалов**

контрольная работа , примерные вопросы:

Примеры nanoархитектур: упорядоченные агрегаты на основе наноматериалов.

### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

Самостоятельная работа студентов (СРС) включает следующие виды:

- изучение теоретического лекционного материала;
- проработка теоретического материала (конспекты лекций, основная и дополнительная литература).

#### **7.1. Основная литература:**

1. Г.Б. Сергеев. Нанохимия. Москва: Изд-во МГУ, 2003. - 288 с.
2. Третьяков Ю.Д. Нанотехнологии. Азбука для всех. Изд.2, исправл., доп. М.: Наука, 2010. - 368 с.

#### **7.2. Дополнительная литература:**

1. Бхушан Б. (под ред.). Справочник Шпрингера по нанотехнологиям (в 3-х томах). Т.1-3, М.:Мир, - 2010. 2736 с.
2. Кобаяси Н. Введение в нанотехнологию М.: Бином, - 2007.

#### **7.3. Интернет-ресурсы:**

Scirus - [www.Scirus.com](http://www.Scirus.com)

sud-chemie - [www.sud-chemie.com](http://www.sud-chemie.com)

российская информационная сеть - [www.chem.msu.ru](http://www.chem.msu.ru)

химическая технология - [www.chemicals-technology.com.projects](http://www.chemicals-technology.com.projects)

электронная библиотека - [www.rushim.ru](http://www.rushim.ru)

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану**

Освоение дисциплины "Химия наноматериалов" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 020100.68 "Химия" и магистерской программе Нефтехимия и катализ .

Автор(ы):

Горбачук В.В. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Зиганшин М.А. \_\_\_\_\_

Соломонов Б.Н. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

## Лист согласования

| N | ФИО             | Согласование   |
|---|-----------------|--|
| 1 | Соломонов Б. Н. | Согласовано  |
| 2 | Бычкова Т. И.   | Согласовано  |
| 3 | Чижанова Е. А.  | Согласовано с замечаниями<br>Дисциплина не обеспечена. Литература в п.1 не соответствует критерию новизны, в п.2 - отсутствует. В НБ есть следующие издания: Сергеев, Глеб Борисович. Нанохимия: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению 020100 (510500)- Химия и по специальности 020101 (011000)- Химия / Г. Б. Сергеев.?[3-е изд.].?Москва: Книжный дом Университет, 2009.?333 с.: - 10 экз.<br>Гусев, Александр Иванович. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А. И. Гусев.?Издание 2-е, исправленное.?Москва: Физматлит, 2009.?416 с - 5 экз. |
| 4 | Соколова Е. А.  |  |
| 5 | Тимофеева О. А. |  |