

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. Таюрский Д.А.



\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

**Программа дисциплины**  
**Химия наноматериалов Б1.В.ДВ.5**

Направление подготовки: 04.04.01 - Химия

Профиль подготовки: Физико-химические методы исследования в химии

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Горбачук В.В.

**Рецензент(ы):**

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 7137117

Казань  
2017

## 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 " Б1.В.ДВ.5 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 04.04.01 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

Б1.В.ДВ.5

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-1	способностью владеть культурой мышления, умение аргументировано и ясно строить устную и письменную речь
ПК-1 (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-10 (профессиональные компетенции)	способностью применять в профессиональной деятельности современные языки программирования и языки баз данных, операционные системы, электронные библиотеки и пакеты программ, сетевые технологии
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат
ПК-5 (профессиональные компетенции)	способностью критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности
ПК-6 (профессиональные компетенции)	способностью осуществлять целенаправленный поиск информации о новейших научных и технологических достижениях в сети Интернет и из других источников
ПК-7 (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

4. должен демонстрировать способность и готовность:

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

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 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 Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Базовые понятия химии наноматериалов. Положение химии наноматериалов в ряду других наук	3		0	2	0	Устный опрос
2.	Тема 2. Основные типы наноматериалов. Классификация по химическому и фазовому составу, происхождению (синтетическому, биологическому)	3		0	2	2	Устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
3.	Тема 3. Способы получения наноматериалов	3		0	2	0	Контрольная работа
4.	Тема 4. Основные свойства наноматериалов: оптические, реологические, молекулярно-кинетические, электрокинетические	3		0	2	2	Устный опрос
5.	Тема 5. Физические и физико-химические методы исследования наноматериалов	3		0	2	0	Устный опрос
6.	Тема 6. Физические и физико-химические приборы для изучения наноматериалов	3		0	2	2	Контрольная работа
7.	Тема 7. Практическое использование наноматериалов, основанное на их особых свойствах как дисперсных систем	3		0	4	2	Устный опрос
8.	Тема 8. Построение особых наноархитектур на основе наноматериалов	3		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, металлорганических 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 nanoархитектур 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		подготовка к устному опросу	6	устный опрос
2.	Тема 2. Основные типы наноматериалов. Классификация по химическому и фазовому составу, происхождению (синтетическому, биологическому)	3		подготовка к устному опросу	6	устный опрос
3.	Тема 3. Способы получения наноматериалов	3		подготовка к контрольной работе	6	контрольная работа
4.	Тема 4. Основные свойства наноматериалов: оптические, реологические, молекулярно-кинетические, электрокинетические	3		подготовка к устному опросу	6	устный опрос
5.	Тема 5. Физические и физико-химические методы исследования наноматериалов	3		подготовка к устному опросу	6	устный опрос
6.	Тема 6. Физические и физико-химические приборы для изучения наноматериалов	3		подготовка к контрольной работе	6	контрольная работа
7.	Тема 7. Практическое использование наноматериалов, основанное на их особых свойствах как дисперсных систем	3		подготовка к устному опросу	6	устный опрос
8.	Тема 8. Построение особых nanoархитектур на основе наноматериалов	3		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:

#### **Билет 1**

1. Основные типы коллоидных наноматериалов. нанопористые структуры, наночастицы, нанотрубки и нановолокна, нанодисперсии (коллоиды), наноструктурированные поверхности и пленки, нанокристаллы и нанокластеры.
2. Определение пористости наноматериалов, распределения частиц по размерам, вязкости для коллоидных растворов наночастиц.

#### **Билет 2**

1. Классификация коллоидных наноматериалов по геометрии, химическому и фазовому составу, происхождению (синтетическому, биологическому). Композиционные наноматериалы.
2. Применение методов электрофореза и электроосмоса для определения электрокинетического потенциала коллоидных наноматериалов.

#### **Билет 3**

1. Способы получения наноматериалов. Экспериментальные методы получения сферических силикатных наночастиц, фуллерена, углеродных нанотрубок, золотых наночастиц, квантовых точек, нановолокон, пленок Лэнгмюра-Блоджетт.
2. Физические и физико-химические приборы для изучения наноматериалов. Спектрометр динамического рассеяния света (фотонная корреляционная спектроскопия), Оптическая микроскопия. Спектрометр поверхностного плазмонного резонанса.

#### **Билет 4**

1. Методы химической модификации коллоидных наноматериалов.
2. Физические и физико-химические приборы для изучения наноматериалов. Азотный порозиметр, ротационный вискозиметр, прибор для электрофореза. Атомно-силовая микроскопия. Спектрометр поверхностного плазмонного резонанса.

#### **Билет 5**

3. Основные свойства наноматериалов: оптические, реологические, молекулярно-кинетические, электрокинетические.
1. Практическое применение коллоидных наноматериалов в сенсорных системах, в фармацевтике, медицинской диагностике, экологическом мониторинге.

#### **Билет 6**

1. Релеевское рассеяние света, динамическое рассеяние света, акустическая спектроскопия коллоидных наноматериалов.
2. Практическое применение коллоидных наноматериалов в гетерогенном и микрогетерогенном катализе.

#### **Билет 7**

1. Линейная и нелинейная реология, диффузия коллоидных наноматериалов
2. Практическое применение коллоидных наноматериалов в косметике и пищевой промышленности, в строительстве.

#### **Билет 8**

1. Физические и физико-химические методы исследования наноматериалов. Определение фазового и химического состава нанодисперсных структур.

2. Детектирование белков в водном растворе с применением пленок Лэнгмюра-Блоджетт методом поверхностного плазмонного резонанса.

### 7.1. Основная литература:

1. Суздаев И.П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И. П. Суздаев. Москва: URSS : [ЛИБРОКОМ, 2013]. 589 с.  
<http://e.lanbook.com/view/book/5793/page1/>
2. Головин Ю.И. Основы нанотехнологий.- М.:Машиностроение, 2012. - 656 с.  
<http://e.lanbook.com/view/book/5793/page1/>
3. Мишина, Е.Д. Методы получения и исследования наноматериалов и наноструктур. Лабораторный практикум по нанотехнологиям [Электронный ресурс] : учебное пособие. ? Электрон. дан. ? М. : "Лаборатория знаний" (ранее "БИНОМ. Лаборатория знаний"), 2014. ? 186 с. ? Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=66204](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=66204) ? Загл. с экрана.

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Рамбиди Н.Г., Берёзкин А.В. Физические и химические основы нанотехнологий. - М.:Физматлит, 2009. - 456 с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2291](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2291)
- 2.Справочник Шпрингера по нанотехнологиям : (в 3 томах) / Федер. гос. учреждение науч.-производств. комплекс "Технол. центр" Моск. гос. ин-та электрон. техники ; под ред. Б. Бхушана ; пер. с англ. под общ. ред. А.Н. Саурова .? Москва : Техносфера, 2010 .? ; 24 .? (Мир материалов и технологий; ) Т. 1 .? 2010 .? 862 с.
- 3.Справочник Шпрингера по нанотехнологиям : (в 3 томах) / Федер. гос. учреждение науч.-производств. комплекс "Технол. центр" Моск. гос. ин-та электрон. техники ; под ред. Б. Бхушана ; пер. с англ. под общ. ред. А.Н. Саурова .? Москва : Техносфера, 2010 .? ; 24 .? (Мир материалов и технологий ; Т. 2 .? 2010 .? 1039 с.
- 4.Справочник Шпрингера по нанотехнологиям : (в 3 томах) / Федер. гос. учреждение науч.-производств. комплекс "Технол. центр" Моск. гос. ин-та электрон. техники ; под ред. Б. Бхушана ; пер. с англ. под общ. ред. А.Н. Саурова .? Москва : Техносфера, 2010 .? ; 24 .? (Мир материалов и технологий ; Т. 3 .? 2010 .? 831 с.
- 5.Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А. И. Гусев.?Издание 2-е, исправленное.?Москва: Физматлит, 2009.?416 с.: <http://e.lanbook.com/view/book/2173/page2/>

### 7.3. Интернет-ресурсы:

ическая технология - [www.chemicals-technology.com.projects](http://www.chemicals-technology.com/projects)  
Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии - <http://e.lanbook.com/view/book/2173/page2/>  
нанотехнологии и сенсоры - [http://www.femto.com.ua/phys\\_world/phys\\_world-0047.html](http://www.femto.com.ua/phys_world/phys_world-0047.html)  
Основы нанотехнологий - <http://e.lanbook.com/view/book/5793/page1/>  
Физические и химические основы нанотехнологий - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2291](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2291)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

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

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Дифференциальный сканирующий калориметр DSC 204 F1 (Netzsch),  
Совмещенный термонализатор STA 449 C (Netzsch),

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 04.04.01 "Химия" и магистерской программе Физико-химические методы исследования в химии .

Автор(ы):

Горбачук В.В. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Соломонов Б.Н. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.