

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



подписано электронно-цифровой подписью

**Программа дисциплины**  
**Катализ в нанотехнологиях М2.В.7**

Направление подготовки: 020100.68 - Химия

Профиль подготовки: Нефтехимия и катализ

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Верещагина Я.А.

**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 716714

Казань  
2014

## 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) Верещагина Я.А.  
Кафедра физической химии Химический институт им. А.М. Бутлерова ,  
Jana.Vereschagina@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

раскрыть смысл основных законов наноразмерного состояния, научить студента понимать принципы действия наноразмерных катализаторов, представлять возможности и перспективы применения нанокатализа и связанных с ними явлений

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М2.В.7 Профессиональный" основной образовательной программы 020100.68 Химия и относится к вариативной части. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

Цикл М2 (М2.В.7)

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
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-3 (профессиональные компетенции)	способностью понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат
ОК-1 (общекультурные компетенции)	способностью владеть культурой мышления, умение аргументировано и ясно строить устную и письменную речь
ОК-2 (общекультурные компетенции)	способностью уважительно и бережно относиться к историческому наследию и культурным традициям, толерантность в восприятии социальных и культурных различий
ОК-3 (общекультурные компетенции)	способностью понимать движущие силы и закономерности исторического процесса; роль насилия и ненасилия в истории, место человека в историческом процессе, политической организации общества
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способностью в составе научно-исследовательского и производственного коллектива решать задачи профессиональной деятельности
ПК-5 (профессиональные компетенции)	способностью критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности
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:

4. должен продемонстрировать способность и готовность:

понимать принципы действия наноразмерных катализаторов, представлять возможности и перспективы применения нанокатализа и связанных с ними явлений

#### 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. Введение. Нанонаука и нанотехнология	3	1	1	0	0	
2.	Тема 2. Классификация нанообъектов	3	2	3	0	0	устный опрос
3.	Тема 3. Поверхность твердых тел	3	3-4	2	0	0	устный опрос
4.	Тема 4. Роль катализа в нанохимии и нанотехнологии	3	5-6	2	0	0	устный опрос
5.	Тема 5. Методы исследования нанокаталитических систем	3	7-8	2	0	0	устный опрос
6.	Тема 6. Гомогенный нанокатализ	3	9-10	4	0	0	устный опрос
7.	Тема 7. Гетерогенный нанокатализ	3	11-12	6	0	0	устный опрос
8.	Тема 8. Обзор нанокаталитических процессов	3	13-14	2	0	0	устный опрос
9.	Тема 9. Биокатализ и нанотехнологии	3	15-16	4	0	0	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	
10.	Тема 10. Возможности и перспективы развития и применения нанокатализа	3	17-18	2	0	0	устный опрос
	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	зачет
	Итого			28	0	0	

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Введение. Нанонаука и нанотехнология

###### **лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Введение. Нанонаука и нанотехнология. Основные понятия и термины нанонауки, нанохимии и нанотехнологии.

##### Тема 2. Классификация нанообъектов

###### **лекционное занятие (3 часа(ов)):**

Классификация нанообъектов: нанокластеры, наночастицы, наноструктуры. Свойства веществ в наноразмерном состоянии. Размерные эффекты.

##### Тема 3. Поверхность твердых тел

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

Поверхность твердых тел. Поверхностные явления. Поверхность монокристаллов, нанокластеров и пористых сорбентов. Примесные атомы. Поверхность металлов и оксидов металлов, электронные и магнитные свойства.

##### Тема 4. Роль катализа в нанохимии и нанотехнологии

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

Роль катализа в нанохимии и нанотехнологии. Катализ в процессах получения нанообъектов. Наноструктурированные катализаторы. Типы нанокаталитических систем, их характерные особенности.

##### Тема 5. Методы исследования нанокаталитических систем

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

Методы исследования нанокаталитических систем.

##### Тема 6. Гомогенный нанокатализ

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

Гомогенный нанокатализ. Коллоидные кластеры и наноструктуры. Коллоидные наночастицы переходных металлов как квазигомогенные нанокаталитические системы.

##### Тема 7. Гетерогенный нанокатализ

###### **лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Гетерогенный нанокатализ. Типы гетерогенных нанокаталитических систем, методы получения и свойства. Углеродные наноструктуры (графен, углеродные нанотрубки, фуллерены). Неорганические нанотрубки. Наночастицы и нанокластеры металлов и оксидов металлов. Полупроводниковые наночастицы.

##### Тема 8. Обзор нанокаталитических процессов

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

Обзор нанокаталитических процессов. Дегидрирование бутана до бутена и бутадиена. Окисление оксида углерода. Окисление кобальта. Окисление пропилена. Гидродесульфирование нефтепродуктов.

**Тема 9. Биокатализ и нанотехнологии****лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Биокатализ и нанотехнологии. Биологические нанобъекты. Белки, нуклеиновые кислоты, полипептиды: строение, свойства, биологические функции. Биополимеры. Ферментативный катализ. Ферменты: строение и свойства, активный центр ферментов.

**Тема 10. Возможности и перспективы развития и применения нанокатализа****лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Возможности и перспективы развития и применения нанокатализа.

**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
2.	Тема 2. Классификация нанобъектов	3	2	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
3.	Тема 3. Поверхность твердых тел	3	3-4	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
4.	Тема 4. Роль катализа в нанохимии и нанотехнологии	3	5-6	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
5.	Тема 5. Методы исследования нанокаталитических систем	3	7-8	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
6.	Тема 6. Гомогенный нанокатализ	3	9-10	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
7.	Тема 7. Гетерогенный нанокатализ	3	11-12	подготовка к устному опросу	10	устный опрос
8.	Тема 8. Обзор нанокаталитических процессов	3	13-14	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
9.	Тема 9. Биокатализ и нанотехнологии	3	15-16	подготовка к устному опросу	12	устный опрос
10.	Тема 10. Возможности и перспективы развития и применения нанокатализа	3	17-18	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
	Итого				44	

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

Балльно-рейтинговая система

Разбор конкретных ситуаций, основанных на практических примерах; использование компьютерных симуляций

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

## **Тема 1. Введение. Нанонаука и нанотехнология**

### **Тема 2. Классификация нанобъектов**

устный опрос , примерные вопросы:

Основные понятия и термины нанонауки и нанохимии. Классификация нанобъектов: нанокластеры, наночастицы, наноструктуры.

### **Тема 3. Поверхность твердых тел**

устный опрос , примерные вопросы:

Размерные эффекты. Поверхностные явления. Явления адсорбции.

### **Тема 4. Роль катализа в нанохимии и нанотехнологии**

устный опрос , примерные вопросы:

Катализ в процессах получения нанобъектов. Типы нанокаталитических систем

### **Тема 5. Методы исследования нанокаталитических систем**

устный опрос , примерные вопросы:

Методы исследования нанокаталитических систем. Гомогенный нанокатализ. Гетерогенный нанокатализ.

### **Тема 6. Гомогенный нанокатализ**

устный опрос , примерные вопросы:

Углеродные наноструктуры как катализаторы. Наночастицы металлов и оксидов металлов как катализаторы. Полупроводниковые наночастицы как катализаторы.

### **Тема 7. Гетерогенный нанокатализ**

устный опрос , примерные вопросы:

Нанесенные нанокатализаторы. Ферментативный катализ. Ферменты.

### **Тема 8. Обзор нанокаталитических процессов**

устный опрос , примерные вопросы:

Примеры нанокаталитических процессов.

### **Тема 9. Биокатализ и нанотехнологии**

устный опрос , примерные вопросы:

Применение ферментативных катализаторов.

### **Тема 10. Возможности и перспективы развития и применения нанокатализа**

устный опрос , примерные вопросы:

Возможности и перспективы развития и применения нанокатализа.

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

Примерные вопросы к зачету:

Итоговый контроль знаний студентов (вопросы к зачету)

Основные понятия и термины нанонауки и нанохимии.

Классификация нанобъектов: нанокластеры, наночастицы, наноструктуры.

Размерные эффекты.

Поверхностные явления. Явления адсорбции.

Катализ в процессах получения нанобъектов.

Типы нанокаталитических систем.

Методы исследования нанокаталитических систем.

Гомогенный нанокатализ.

Гетерогенный нанокатализ.

Углеродные наноструктуры как катализаторы.

Наночастицы металлов и оксидов металлов как катализаторы.

Полупроводниковые наночастицы как катализаторы.

Нанесенные нанокатализаторы.

Примеры нанокаталитических процессов.

Ферментативный катализ.

Ферменты.

Применение ферментативных катализаторов.

Возможности и перспективы развития и применения нанокатализа

### 7.1. Основная литература:

- 1.Елисеев, Андрей Анатольевич. Функциональные наноматериалы: учебное пособие для студентов старших курсов, обучающихся по специальности 020101 (011000)- Химия / А.А. Елисеев, А.В. Лукашин; под ред. акад. Ю.Д. Третьякова. Москва: Физматлит, 2010. 452 с.
- 2.Суздаев, Игорь Петрович. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И. П. Суздаев. Москва: URSS : [ЛИБРОКОМ, 2013].589 с.
- 3.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.
- 4.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)
- 5.Головин Ю.И. Основы нанотехнологий.- М.:Машиностроение, 2012. - 656 с. <http://e.lanbook.com/view/book/5793/page1/>

### 7.2. Дополнительная литература:

- 1.Гусев, Александр Иванович. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А. И. Гусев. Издание 2-е, исправленное. Москва: Физматлит, 2009. 416 с.
- 2.Гусев, Александр Иванович. 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:

- Кинетика и катализ, периодический журнал - <http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=712147>
- Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии - <http://e.lanbook.com/view/book/2173/page2/>
- основы катализа - <http://e.lanbook.com/view/book/4312/page431/>
- основы нанотехнологии - <http://e.lanbook.com/view/book/5793/page1/>
- Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями терминов.. - <http://thesaurus.rusnano.com/search/?q=%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%>

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

Освоение дисциплины "Катализ в нанотехнологиях" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Персональный компьютер и проектор для демонстрации иллюстративного материала по всем разделам дисциплины и компьютерных симуляций

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



Автор(ы):

Верещагина Я.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Соломонов Б.Н. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.