

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»  
Химический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Декан химического факультета,  
акад. РАН, профессор



/В.В. Лунин/

«30» мая 2014 г..

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Катализ и каталитические процессы в химии и химической  
технологии**

**Уровень высшего образования:**  
Подготовка кадров высшей квалификации

---

**Направление подготовки (специальность):**

04.06.01 Химические науки

**Направленность (профиль) ОПОП:**

Физическая химия 02.00.04

**Форма обучения:**

очная

---

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
Учебно-методической комиссией факультета  
(протокол №3 от 19.05.2014)

Москва 2014

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 04.06.01 «Химические науки» на основе Образовательного стандарта, самостоятельно установленного МГУ имени М.В.Ломоносова (далее – ОС МГУ), утвержденного Приказом № 552 от 23.06.2014 г. по МГУ с учетом изменений в ОС МГУ, внесенных Приказом №831 по МГУ от 31.08.2015 г..

Год (годы) приема на обучение 2014/2015, 2015/2016, 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/ 2020

1. Краткая аннотация: курс «Катализ и каталитические процессы в химии и химической технологии» предназначен для аспирантов, специализирующихся в области химии неорганических веществ и материалов, химической технологии. Курс направлен на получение знаний о физических принципах, лежащих в основе физико-химических методов, позволяющих понимать их возможности, достоинства и ограничения, формирование представления о законах и закономерностях, определяющих направление и скорость протекания каталитических процессов.

2. Уровень высшего образования – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре.

3. Направление подготовки 04.06.01 Химические науки. Направленность программы: Физическая химия.

4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП Вариативная часть ООП, тип дисциплины «d» - дисциплина (модуль), которую учащийся может освоить на выбор из списка предложенных (электив) и не обязательно в период обучения, отмеченный в базовом учебном плане, в течение 1 или 2 года обучения, во 2 или 3 семестре (по выбору аспиранта), предпочтительно – 2 семестр.

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Компетенция	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
<b>СПК-1:</b> Способность проводить комплексные исследования структурных, термодинамических и кинетических характеристик систем разной природы с использованием современных экспериментальных методов	<b>Знать:</b> неорганические катализаторы в нефтехимии, технологии мономеров и полупродуктов Знать: новые тенденции в каталитической химии

6. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся:

*Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единицы, всего 108 часов, из которых 54 часа составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (36 часов - занятия лекционного типа, 4 часов групповые консультации, 10 часов мероприятия текущего контроля успеваемости, 4 мероприятия промежуточной аттестации), 54 часа составляет самостоятельная работа аспиранта.*

7. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (если есть).

В специалитете или магистратуре должны быть освоены общие курсы «Неорганическая химия», «Органическая химия» «Физическая химия», «Химическая технология».

8. Образовательные технологии (отметить если применяется электронное обучение и дистанционные технологии).

Используются следующие технологии: лекции-демонстрации и интерактивные лекции. Преподавание дисциплин проводится в форме авторских курсов по программам, которые составлены на основе результатов исследований, полученных сотрудниками МГУ и Академии наук РФ.

9. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них					Самостоятельная работа обучающегося, часы из них			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости коллоквиумы, практические контрольные занятия и др)*	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п..	Всего
Раздел 1. Общие положения	6	4	-		-	2	6	-	-	-

Раздел 2. C1 химия: катализаторы для активации метана, CO и CO2	15	6	-	1	-	2	9	6		6
Раздел 3. Неорганические катализаторы в нефтехимии, технологии мономеров и полупродуктов.	25	10	-	1	-	2	13	6	6	12
Раздел 4. Катализаторы для синтеза полиолефинов, кинетика и механизмы катализа	27	10		1		2	13	8	6	14
Раздел 5. Новые тенденции в каталитической химии	19	6		1		2	9		10	10
<b>Промежуточная аттестация</b> зачет по курсу	16						4	12		
<b>Итого</b>	<b>108</b>	36		4		10	<b>54</b>			<b>54</b>

10. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы аспирантов.

Аспирантам предоставляется программа курса, план занятий и перечень домашних заданий. По теме каждой лекции указывается материал в источниках из списков основной и вспомогательной литературы, а также из интернет-ресурсов.

11. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и дополнительной учебной литературы

## Основная литература

1. С.А. Паничев, А.Я. Юффа, Химия: основные понятия и термины, 2000, Химия, Москва.
2. Н.А. Плате, Е.В. Сливинский Основы химии и технологии мономеров, 2002, Наука, Москва.
3. Н.М. Чирков, П.Е. Матковский, Ф.С. Дьячковский, Полимеризация на комплексных металлоорганических катализаторах, 1976, Химия, Москва.
4. Б.А. Долгопоск, Е.И. Тинякова, Металлорганический катализ в процессах полимеризации, 1985, Наука, Москва.
5. Г.Б. Шульпин, Органические реакции, катализируемые комплексами металлов, 1988, Наука, Москва.
6. О.Н. Темкин, Гоиогенный металлокомплексный катализ, кинетические аспекты, М., Академкнига, 2008
7. Н.Н. Коренев, А.Ф. Попов, Б.А. Кренцель, Комплексные металлорганические катализаторы, 1969, Химия, Москва

## Дополнительная литература

1. Talsi E.P., Bryliakov K.P., Topics Catalysis, 2013, 56. №11, 914-922.
2. Makio H., Terao H., et al, Chem.Rev., 2011, 111, №3, 2363-2449.
3. Иванчев С.С., Успехи химии, 2007, 76, №7, 669-690.
4. Брыляков К.П., Успехи химии, 2007, 76, №3, 279-204.
5. Corradini C., Guerra G., Cavallo L., Chem. Res. 2004, 37, 231-241

- Материально-техническое обеспечение: занятия проводятся в обычной аудитории с возможностью подключения техники для демонстрации презентаций. Вспомогательный материал в виде презентаций доступен аспирантам на сайте <http://chem.msu.ru/>

12. Язык преподавания - русский

13. Преподаватель (преподаватели).

Профессор, доктор химических наук Булычев Борис Михайлович, E-mail [b.bulychev@highp.chem.msu.ru](mailto:b.bulychev@highp.chem.msu.ru)

## Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

1. Планируемые результаты обучения приведены в п.5.
  2. Вопросы для подготовки к текущей и промежуточной аттестации
- примеры контрольных вопросов:
    1. Основные характеристики катализаторов
    2. Определения «катализатор», «промотор».
    3. Что есть C1 химия.
    4. Отличия крекинга от гидрокрекинга и состава катализаторов этих процессов.
    5. Составы и свойства современных катализаторов Циглера-Натта.
    6. Что есть металлокомплексные и координационные катализаторы полимеризации олефинов.
    7. Механизмы полимеризационного катализа.
  - примеры домашних заданий:
    1. Подготовьте реферат по неорганическим и металлокомплексным катализаторам активации C-H связи.
    2. Самостоятельно изучите составы и свойства современных катализаторов реакции Фишера-Тропша.
    3. Самостоятельно рассмотрите вопрос о влиянии симметрии молекулы металлоценовых катализаторов на их активность и стереорегулирующую способность в процессах полимеризации альфа-олефинов.
    4. Самостоятельно разберите вопросы синтеза углеродного волокна, способы его модификации и области применения.
    5. Подготовьте реферат об основных технологиях в нефтехимических производствах.
    6. Самостоятельно изучите кинетические методы характеристики каталитических реакций
  - полный перечень вопросов к зачёту:
    1. Понятия «катализ, катализаторы, промоторы»; отличительные особенности; внешние проявления катализа.
    2. Типы катализа.
    3. Характеристики катализаторов.
    4. Теории катализа.
    5. Катализаторы активации связи C-H
    6. Синтез метанола.
    7. Синтез Фишера-Тропша.

8. Неорганические катализаторы в нефтехимии.
9. Каталитический крекинг и гидрокрекинг.
10. Каталитический синтез и технологии этилена, пропилена, высших олефинов, хлористого винила, окисей этилена и пропилена, стирола и диенов.
11. Каталитический синтез и технологии изопропилового спирта, ацетона, уксусного альдегида и кислоты.
12. Гидроформилирование (оксосинтез), акриловая кислота и акрилонитрил, углеродное волокно.
13. Металлорганические катализаторы Циглера-Натта, механизм катализа.
14. Металлоцены и постметаллоцены как катализаторы, полимеризации, сополимеризации и олигомеризации низших и высших олефинов.
15. Синтез и технология алюминийорганических соединений как сокатализаторов (активаторов) циглеровских систем.
16. Механизмы полимеризационного катализа олефиновых углеводородов на металлоценах и постметаллоценах.

#### *Примеры ПКЗ.*

##### Задание 1.

Предложите методы расчета активностей гомогенных и гетерогенных катализаторов.

##### Задание 2.

Покажите различия и объясните их причины в кобальт-цеолитовых и кобальт-цеолит-алюминиевых катализаторах Фишера-Тропша.

##### Задание 3.

Рассмотрите механизм катализа олефинов по Коссе и объясните факты образования стереорегулярных полиолефинов.

(\* ) ПКЗ могут предлагаться в процессе индивидуального собеседования; оценка по ним учитывается как одна из составляющих общей оценки экзамена кандидатского минимума.

#### ***Основные типы контроля знаний:***

- тестирование;
- индивидуальное собеседование,
- письменные ответы на вопросы.



**Основной тип контроля умений и владений** - практические контрольные задания (ПКЗ), включающих одну или несколько задач (вопросов) в виде краткой формулировки действий (комплекса действий), которые следует выполнить, или описание результата, который нужно получить.

Виды практических контрольных заданий:

- задания на установление правильной последовательности, взаимосвязанности действий, выяснения влияния различных факторов на результаты выполнения задания;
- установление последовательности (описать алгоритм выполнения действия),
- нахождение ошибок в последовательности (определить правильный вариант последовательности действий);
- указать возможное влияние факторов на последствия реализации умения и т.д.
- задания на принятие решения в нестандартной ситуации (ситуации выбора, многоальтернативности решений, проблемной ситуации);
- задания на оценку последствий принятых решений;
- задания на оценку эффективности выполнения действия
- т.п.

### Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

Зачет проводится по билетам. В ходе сдачи зачета проверяется, в первую очередь, формирование «знаниевой» компоненты компетенций, перечисленных в п.5, а также сформированность перечисленных в п.5 умений. Уровень знаний аспиранта по каждому вопросу оценивается на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». В случае, если на все вопросы был дан ответ, оцененный не ниже чем «удовлетворительно», аспирант получает общую оценку «зачтено». Ведомость приема зачета подписывается членами комиссии.

Шкала оценивания знаний, умений и навыков является единой для всех дисциплин (приведена в таблице ниже)

<b>ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)</b>				
Оценка \ Результат	2	3	4	5
Знания	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения	Отсутствие	В целом успешное, но не	В целом успешное, но содержащее	Успешное и систематическое

	умений	систематическое умение	отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	умение
Навыки (владения)	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки, но не в активной форме	Сформированные навыки, применяемые при решении задач