

Программа утверждена на заседании
Ученого Совета химического факультета
МГУ имени М.В. Ломоносова
Протокол № 4 от 29 мая 2014 г.

Рабочая программа дисциплины

1. Код и наименование дисциплины **КАТАЛИЗ И КАТАЛИТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ХИМИИ И ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ**
2. Уровень высшего образования – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре.
3. Направление подготовки 04.06.01 Химические науки. Направленность программы Неорганическая химия и Физическая химия.
4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП Вариативная часть ООП, тип дисциплины «д» - 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)

Формируемые компетенции (код компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
<i>УК-1</i> способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	<i>В1 (УК-1)</i> Владеть навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
<i>УК-2</i> способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки	<i>З1 (УК-2)</i> Знать методы научно-исследовательской деятельности
<i>ОПК-1</i> способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей про-	<i>З2 (ОПК-1)</i> Знать физические принципы, лежащие в основе современных физико-химических методов исследования веществ

фессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	и материалов, а также возможности, достоинства и ограничения этих методов
	<i>У1 (ОПК-1) Уметь</i> выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования
<i>ПК-1</i> Способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) 02.00.01 Неорганическая химия	<i>У2 (ОПК-1) Уметь</i> модифицировать и разрабатывать методики измерений и интерпретации данных
	<i>31 (ПК-1) Знать</i> современное состояние науки в области неорганической химии
	<i>37 (ПК-1) Знать</i> современные методы синтетической неорганической химии, их фундаментальные основы и способы реализации
<i>ПК-4</i> способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) 02.00.04 Физическая химия	<i>У5 (ПК-1) Уметь</i> выбирать оптимальные методы и методики синтеза для получения веществ с заданными свойствами, модифицировать методы и методики и разрабатывать новые
	<i>34 (ПК-4) Знать:</i> основные законы и закономерности, определяющие направление и скорость протекания каталитических процессов

Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) приведены в Приложении.

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
Промежуточная аттестация зачет по курсу	16						4	12		
Итого	108	36		4		10	54			54

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

Описание материально-технической базы.

Лекционные занятия проводятся в специально оборудованных аудиториях. 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

Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

1. Планируемые результаты обучения для формирования компетенций п.5 и соответствующие им критерии оценивания приведены в Приложении 1.
 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 составы 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, стирила 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.

Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине КАТАЛИЗ И КАТАЛИТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ХИМИИ И ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ на основе карт компетенций выпускников

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ и ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) <i>(критерии и показатели берутся из соответствующих карт компетенций, при этом берутся либо традиционной системой оценивания, либо БРС)</i>					ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА (*)
	1	2	3	4	5	
<i>В1 (УК-1) Владеть</i> навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	В целом успешное, но не систематическое применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	В целом успешное, но отдельные пробелы применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	Успешное и систематическое применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	ПКЗ на предмет установления последовательности действий при решении поставленной задачи с учетом знаний и навыков, полученных в курсе
<i>З1 (УК-2) Знать</i> методы научной исследовательской деятельности	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о методах научной исследовательской деятельности	Неполные представления о методах научной исследовательской деятельности	Сформированные, но отдельные пробелы представления о методах научной исследовательской деятельности	Сформированные систематические представления о методах научной исследовательской деятельности	Индивидуальное собеседование

	1	2	3	4	5	
32 (ОПК-1) Знать физические принципы, лежащие в основе современных физико-химических методов исследования веществ и материалов, а также возможности, достоинства и ограничения этих методов	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о физических принципах физико-химических методов исследования, недостаточные для их применения и понимания результатов	Достаточно полные, но неглубокие знания физических принципов, лежащих в основе различных физико-химических методов, не позволяющие делать самостоятельные выводы о их достоинствах и ограничениях	В целом сформированные и достаточно глубокие, но содержащие отдельные пробелы, представления о физических принципах, лежащих в основе физико-химических методов	Сформированное систематическое знание физических принципов, лежащих в основе физико-химических методов, позволяющее понимать их возможности, достоинства и ограничения	Индивидуальное собеседование
У1 (ОПК-1) Уметь выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования	Отсутствие умений	Фрагментарное умение подбирать методы для конкретных объектов исследования	В целом успешное, но не систематическое умение выбирать подходящие методы	Сформированное умение выбора наиболее информативных методов исследования и методик обработки данных	Сформированное умение выбирать оптимальные методы для изучения строения и свойств объектов исследования	ПКЗ: установление последовательности действий при решении поставленной задачи (описать алгоритм выполнения действия)

1	2	3	4	5	6	7
<i>У2 (ОПК-1) Уметь</i> модифицировать и разрабатывать методики измерений и интерпретации данных	Отсутствие умений	Наличие фрагментарных навыков разработки методик измерения и обработки данных	В целом успешное, но не систематическое умение модифицировать методики измерения методом проб и ошибок	Наличие отдельных затруднений в оптимизации методик измерения и интерпретации данных и разработке новых методик	Сформированное умение совершенствовать экспериментальные методики и создавать новые	ПКЗ: установление последовательности действий при решении поставленной задачи (описать алгоритм выполнения действия)
<i>31 (ПК-1) Знать</i> современное состояние науки в области неорганической химии	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о современном состоянии науки в области неорганической химии	Неполные представления о современном состоянии науки в области неорганической химии	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о современном состоянии науки в области неорганической химии.	Сформированные систематические представления о современном состоянии науки в области неорганической химии	Доклады на конференциях, ответы на вопросы, участие в групповых дискуссиях.
<i>37 (ПК-1) Знать</i> современные методы синтетической неорганической химии, их фундаментальные основы и способы реализации	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о современных синтетических методах и их научных основах	Содержащие пробелы представления о современных синтетических методах, несистематические знания их фундаментальных основ	В целом сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о современных синтетических методах, способах их реализации и о их фундаментальных основах	Сформированное систематическое знание современных синтетических методов и способов их реализации, понимание их фундаментальных основ	Индивидуальное собеседование

1	2	3	4	5	6	7
<i>У5 (ПК-1) Уметь</i> выбирать оптимальные методы и методики синтеза для получения веществ с заданными свойствами, модифицировать методы и методики и разрабатывать новые	Отсутствие умений	Фрагментарное умение подбирать методы и методики, отсутствие умения модифицировать их и оптимизировать процедуру синтеза	В целом успешное, но не систематическое умение выбирать оптимальные методики, умение модифицировать их методом проб и ошибок	Сформированное умение выбора оптимальных методов и методик, умение модифицировать методы и методики, но наличие затруднений в разработке новых синтетических подходов	Хорошо развитое умение выбирать, использовать, оптимизировать, модифицировать и разрабатывать новые синтетические методики и методы	ПКЗ: установление последовательности действий при решении поставленной задачи (описать алгоритм выполнения действия)
<i>З4 (ПК-4) Знать:</i> основные законы и закономерности, определяющие направление и скорость протекания каталитических процессов	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о законах и закономерностях, определяющие направление и скорость протекания каталитических процессов	В целом успешные, но не систематические представления о законах и закономерностях, определяющие направление и скорость протекания каталитических процессов	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы в знаниях о законах и закономерностях, определяющие направление и скорость протекания каталитических процессов	Сформированные представления о законах и закономерностях, определяющие направление и скорость протекания каталитических процессов	Индивидуальное собеседование (зачет)