

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

УТВЕРЖДАЮ

И.о. декана химического факультета,
Чл.-корр. РАН, профессор



/С.Н. Калмыков/

«30» августа 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
КАТАЛИЗ В ОРГАНИЧЕСКОМ СИНТЕЗЕ**

Уровень высшего образования:
Магистратура

Направление подготовки (специальность):

04.04.01 Химия

Направленность (профиль) ОПОП:

Органическая химия

Форма обучения:

очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методической комиссией факультета
(протокол №3 от 13.05.2019)

Москва 2019

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 04.04.01 «Химия» (программа магистратуры) в редакции приказа МГУ от 30 августа 2019 г., №1033.

Год (годы) приема на обучение 2019/2020, 2020/2021

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП, блок В-ПД

2. Планируемые результаты обучения по практике, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников). Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП (в форме компетенция – индикатор достижения - ЗУВ) указано в Общей характеристике ОПОП.

Компетенция	Индикатор достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
СПК-1. Способен использовать фундаментальные разделы органической химии, современные методы органической и элементо-органической химии, физико-химического и структурного анализа органических веществ при проведении научных исследований по органической и элементоорганической химии	СПК-1.М.1 Оптимизирует схему органического синтеза на основе знаний фундаментальных разделов органической химии и представлений о природе реакционной способности органических соединений	Знать: фундаментальные понятия органической химии; Знать: систематические подходы, используемые в современных каталитических методах органической химии и набор базовых характеристик металлокомплексного и наноразмерного катализа, на которых основано планирование многостадийных синтезов. Знать: основные теоретические подходы к изучению механизмов реакций органических соединений, элементарные стадии каталитических циклов на основе комплексов переходных металлов, применение металлокомплексного катализа в современном органическом синтезе Уметь: составлять план химического синтеза, и оценивать его реальную осуществимость практическими навыками химического лабораторного синтеза.
	СПК-1.М.2 Предлагает методы идентификации состава и структуры органических соединений	Уметь: определить стереохимическую конфигурацию ожидаемого продукта на основании особенностей состава реакционной смеси и ультраструктурных свойств катализаторов изучаемой группы, обсуждать и прогнозировать влияние пространственных факторов на диастереоселективность реакций. Владеть навыками различными лабораторными методиками идентификации органических соединений на выходе реакций, катализируемых металлокомплексами

3. Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единицы, всего 108 часа, из которых 44 часов составляет контактная работа студента с преподавателем (19 часов занятия лекционного типа, 19 часов – занятия семинарского типа, 4 часа - индивидуальные консультации, 2 часа – промежуточный контроль успеваемости), 64 часа составляет самостоятельная работа студента.

4. Для того чтобы формирование данной компетенции было возможно, обучающийся должен:

знать: области применения, достоинства и недостатки различных методов синтеза гетероциклических соединений

уметь: обсуждать результаты проведенного исследования; ориентироваться в современной литературе по теории и методам синтеза гетероциклических соединений и их применению в различных областях органической, биологической и медицинской химии
 владеть: основными химическими теориями, концепциями, законами, описывающими физико-химические явления, применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных.

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам.

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, промежуточной аттестации	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п.	Всего
Раздел 1. Применение металлокомплексного катализа в современном органическом синтезе	10	2	2				4	6		6
Раздел 2. Элементарные стадии каталитических циклов на основе комплексов переходных металлов	11	2	2		1		5	6		6

Раздел 3. Механизмы каталитических реакций	10	2	2				4	6		6
Раздел 4. Реакции изомеризации, реакции окисления и восстановления, реакция метатезиса	11	2	2		1		5	6		6
Раздел 5. Реакции сочетания, комплексы палладия в современном органическом синтезе	10	2	2				4	6		6
Раздел 6. Металлокомплексный катализ и экологически безопасные методы синтеза	12	3	3		1		6	6		6
Раздел 7. Сравнение металлокомплексных и наноразмерных каталитических систем	13	3	3				7	6		6
Раздел 8. Самоорганизующиеся и наноструктурированные каталитические системы	13	3	3		1		7	6		6
Промежуточная аттестация <i>зачет</i>	18					2	2			16
Итого	108	19	19		4	2	44	48		64

(*) текущий контроль успеваемости осуществляется во время семинарских занятий

6. Образовательные технологии:

- использование средств дистанционного сопровождения учебного процесса;
- преподавание дисциплины в форме авторского курса по программе, составленной на основе результатов исследований ведущих научных школ МГУ им. М.В. Ломоносова и Института органической химии им Н.Д. Зелинского РАН.

7. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы по дисциплине (модулю):

В. А. Смит, А. Д. Дильман. «Основы современного органического синтеза» М., БИНОМ. Лаборатория знаний. 2009. Учебное пособие. Допущено УМО по классическому университетскому образованию качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности ВПО 120101.65 - Химия

8. Ресурсное обеспечение:

Со всех компьютеров МГУ организован доступ к полным текстам научных журналов и книг на русском и иностранных языках. Доступ открыт по IP-адресам, логин и пароль не требуются: <http://nbmgu.ru/>

- Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу

Рекомендуемая литература

1. N.Clayden, N.Greeves, S.Warren, P.Wothers, Organic chemistry, Oxford University Press, 2001.
2. Diederich, F.; Stang, P. J., Eds. Metal-Catalyzed Cross-Coupling Reactions, Wiley-VCH, Weinheim, 2004.
3. Ananikov, V.P.; Tanaka, M., Eds. Hydrofunctionalization, Springer, Berlin-Heidelberg, 2013.
4. Benaglia, M. (Ed.), Recoverable and Recyclable Catalysts, John Wiley & Sons, Ltd., Chichester, 2009.
5. V.P.Ananikov (Ed.), Understanding Organometallic Reaction Mechanisms and Catalysis, Wiley-VCH, Weinheim, 2014.
6. Materials of the websites of the American Chemical Society – pubs.acs.org and Royal Society of Chemistry - pubs.rsc.org

Описание материально-технической базы.

Занятия проводятся в аудитории с доской, мелом (маркером) и техникой для демонстрации презентаций. Дополнительные практические занятия для успевающих студентов проводятся на базе лаборатории № 30 Института органической химии им Н.Д. Зелинского РАН.

Оборудование:

Аналитическое оборудование приборной базы Института органической химии им Н.Д. Зелинского РАН (спектрометры ядерного магнитного резонанса, масс-спектрометры)

9. Язык преподавания – русский

10. Преподаватель: В.П. Анаников, член-корреспондент РАН, заведующий лабораторией № 30 Института органической химии им Н.Д. Зелинского РАН, val@ioc.ac.ru

Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

Образцы оценочных средств для текущего контроля усвоения материала и промежуточной аттестации - зачет. На зачете проверяется формирование ЗУВ, перечисленных в п.2.

1. Материалы к аттестации (вопросы к зачету).

Прямая и обратная спектральная задача (определение). Эволюция физико-химических методов исследования (на что направлена, результаты). Сравнение ЯМР-спектроскопии, масс-спектрометрии и РСА по количеству и типу образца, необходимого для анализа. Химические сдвиги ^1H и ^{13}C по классам органических соединений. ЯМР-эксперимент DOSY (принцип действия и область приложения). Базовые двумерные эксперименты ЯМР (перечисление и область приложения). Области приложения констант спин-спинового взаимодействия ЯМР в изучении молекул.

Методы ионизации и анализа в масс-спектрометрии (виды и области приложения). Принцип работы масс-спектрометрической ионизации электрораспылением. Особенности ESI-MS мониторинга каталитических реакций.

Определение микроскопа и микроскопии, виды микроскопии. Принцип работы микроскопа в просвечивающем и отражающем режимах. Виды электронной микроскопии и получаемая с их помощью информация. Методы определения морфологии наночастиц в газовой фазе, растворе и твердом теле.

ЯМР-спектроскопия, масс-спектрометрия и электронная микроскопия в изучении химических систем в газовой фазе (сравнение информативности и области приложения).

ЯМР-спектроскопия, масс-спектрометрия и электронная микроскопия в изучении химических систем в жидкой фазе (сравнение информативности и области приложения).

ЯМР-спектроскопия, масс-спектрометрия и электронная микроскопия в изучении химических систем в твердой фазе (сравнение информативности и области приложения).

Характеристики сигнала ЯМР. Зачем нужен дейтерированный растворитель при съемке спектров ЯМР? Определение чувствительности и разрешения в спектрах ЯМР. Сравнение типа анализируемых объектов и требований к образцу для ЯМР-спектроскопии и масс-спектрометрии. Как связаны между собой чувствительность, разрешение и интегральная интенсивность сигналов ЯМР?

Физико-химические методы исследования хиральных молекул. Различия в спектрах ЯМР энантиомеров и диастереомеров. Различия в масс-спектрах энантиомеров и диастереомеров. Анализ абсолютной конфигурации методами ЯМР-спектроскопии и масс-спектрометрии. Чувствительность ЯМР-спектроскопии и масс-спектрометрии при определении энантиомерного избытка. ХДА – определение, строение и примеры использования.

Достоинства и недостатки гомогенных металлосодержащих каталитических систем, методы экспериментального изучения. Тесты на природу каталитической системы (гомогенная и гетерогенная каталитические системы).

Физико-химические особенности реакций в микрореакторах. Электронная микроскопия в микрореакторах. Пример реакции в микрореакторе и графическая диаграмма. Мониторинг реакций в микрореакторах (методы и области приложения). Миниатюризация анали-

тического оборудования (примеры, области приложения, особенности). Системы LC-NMR и LC-NMR-MS (принцип работы и общая схема).

Эффект микроволнового воздействия на химические системы, физико-химическая природа явления. Эффект ультразвукового воздействия на химические системы, физико-химическая природа явления.

Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

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

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)				
Оценка \ Результат	2	3	4	5
Знания	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения)	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки, но не в активной форме	Сформированные навыки, применяемые при решении задач

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	ФОРМА ОЦЕНИВАНИЯ
<p>Знать: фундаментальные понятия органической химии;</p> <p>Знать: систематические подходы, используемые в современных каталитических методах органической химии и набор базовых характеристик металлокомплексного и наноразмерного катализа, на которых основано планирование многостадийных синтезов.</p> <p>Знать: основные теоретические подходы к изучению механизмов реакций органических соединений, элементарные стадии каталитических циклов на основе комплексов переходных металлов, применение металлокомплексного катализа в современном органическом синтезе</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете</p>

<p>Уметь: составлять план химического синтеза, и оценивать его реальную осуществимость практическими навыками химического лабораторного синтеза.</p> <p>Уметь: определить стереохимическую конфигурацию ожидаемого продукта на основании особенностей состава реакционной смеси и ультраструктурных свойств катализаторов изучаемой группы, обсуждать и прогнозировать влияние пространственных факторов на диастереоселективность реакций.</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете</p>
<p>Владеть навыками различными лабораторными методиками идентификации органических соединений на выходе реакций, катализируемых металлокомплексами</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете</p>