

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Химический факультет

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Современные тенденции органической химии

Уровень высшего образования

Магистратура

Направление подготовки / специальность

04.04.01 - Химия

Направленность образовательной программы

Органическая химия, нефтехимия и полимеры. Синтез и дизайн

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.03.05 Современные тенденции органической химии относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-1-н: Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии и/или смежных с химией науках	ПК-1-н.1: ПК-1-н.1: Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий.	ПК-1-н.1: ПК-1-н.1: Уметь составлять общий план исследования и детальные планы отдельных стадий, предлагать методы исследования и способы обработки результатов, проводить исследования по согласованному с руководителем плану, самостоятельно оценить результаты своей деятельности. Знать цели и задачи научных исследований по направлению деятельности, базовые принципы и методы их организации; основные источники научной информации и требования к представлению информационных материалов. Владеть систематическими знаниями по направлению деятельности; углубленными знаниями по выбранной направленности подготовки, базовыми навыками проведения научно-исследовательских работ по предложенной теме.	Разноуровневые задания	Экзамен: Контрольные вопросы
ПК-2-н: Способен проводить информационные	ПК-2-н.1: ПК-2-н.1: Анализирует и обобщает результаты	ПК-2-н.1: ПК-2-н.1: Уметь интерпретировать	Разноуровневые задания	Экзамен: Контрольные

исследования в выбранной области химии, химической технологии и/или смежных с химией науках	информационного поиска по тематике проекта в области органической и/или смежных с химией науках	результаты информационного поиска, отбирать соответствующую тематике исследования информацию Знать взаимосвязь между строением и свойствами органических соединений, свойства молекулы из ее строения, планировать синтез целевых соединений, основные физические и химические законы и их применение для планирования опыта, прогнозирования и объяснения свойств получаемых соединений, организации эксперимента. Владеть экспериментальными методами математического планирования экспериментов и обработки полученных результатов; методиками анализа полученных результатов эксперимента.		вопросы
ПК-3-н: Способен на основе критического анализа результатов НИР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии и/или смежных с химией науках	ПК-3-н.1: ПК-3-н.1: Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными.	ПК-3-н.1: ПК-3-н.1: Уметь использовать знания в области структурной, синтетической и прикладной химии для прогноза и последующей интерпретации результатов исследований, осознанно использовать структурные данные (в т.ч. банки данных) в химическом исследовании, пользоваться справочной литературой Знать природу органических реакций и механизмов их протекания с учетом кинетического и термодинамического подходов к описанию химических процессов с целью оптимизации условий их практической реализации. Владеть учебной, научной и справочной литературой в области теоретической органической химии и медицинской химии, органического синтеза и физико-химических методов	Разноуровневые задания	Экзамен: Контрольные вопросы

		анализа смесей органических соединений.		
--	--	---	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	6
Часов по учебному плану	216
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	36
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	36
- КСР	2
самостоятельная работа	88
Промежуточная аттестация	54
	Экзамен

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/ лабора- торные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Модификация арен	16	4	4	8	8
Каталитические методы создания связей С-С и С-Гетероатом	24	4	8	12	12
Аллильное алкилирование	18	4	6	10	8
Синтез трехчленных циклов	12	2	2	4	8
Синтез четырехчленных циклов	12	2	2	4	8
Синтез пятичленных циклов	14	4	2	6	8
Синтез шестичленных циклов	14	4	2	6	8
Синтез больших циклов (более 9 атомов в цикле)	14	4	2	6	8
Применение металлокомплексного катализа в синтезе гетероциклических производных	18	4	4	8	10
Сигматропные перегруппировки	18	4	4	8	10
Аттестация	54				

КСР	2			2	
Итого	216	36	36	74	88

Содержание разделов и тем дисциплины

1. Модификация аренов

Сравнение электрофильного и нуклеофильного замещения в ароматическом ряду. Типы ароматического нуклеофильного замещения – прямое SN, окислительное нуклеофильное замещение (принципы выбора окислителя), викириозное нуклеофильное замещение для создания Ar-C, Ar-O и Ar-N связей, кин-и теле-нуклеофильное замещение, реакции ANRORC. Побочные эффекты в реакциях ароматического SN, сравнение эффективности SN и SE в ароматическом ряду. Реакции деароматизации. Деароматизация по Бёрчу. Энзиматическая деароматизация, Фотохимическая [2+2], [4+2], [2+3] деароматизация. Деароматизация в условиях палладиевого катализа. Аренхром(марганец) трикарбонильные комплексы в реакциях нуклеофильного замещения и присоединения. Комплексы Мезенгеймера. Используемый спектр нуклеофильных реагентов, ориентирующее действие заместителей в реакциях нуклеофильного присоединения. Причины изомеризации кратных связей в циклогексильных кольцах при AdN в ароматическом ряду. Использование в деароматизации аренхромтрикарбонильных комплексов с планарной хиральностью. Арильные осмиевые комплексы в реакциях деароматизации и их отличие от комплексов хрома и марганца.

2. Каталитические методы создания связей C-C и C-Гетероатом.

Общий каталитический цикл: окислительное присоединение, трансметаллирование, восстановительное элиминирование. Стереохимия превращений реагентов на каждой из этих стадий. Принцип сохранения конфигурации реагентов. Факторы, влияющие на этапы кросс-сочетания (температура, растворитель, уходящие группы, субстрат). Образование связей Csp³-Csp³, Csp²-Csp³, Csp²-Csp² и Csp²-Csp. Реакции кросс-сочетания с участием MOC Li, Mg, Zn, B, Sn, Cu, Al и Si. Влияние уходящих групп и добавок неорганических солей на стадию трансметаллирования. Реакции Сузуки, Негиши, Стилла, Кумаду, Хека, Саногашира. Работы Б. Феринги.

3. Аллильное алкилирование. Каталитический цикл. Влияние η³-η¹-η³-изомеризации и процессов псевдовращения на регио- и стереоселективность реакции. Стереоконтроль на стадиях координация металл – энантиотопные стороны олефина, отрыва энантиотопных уходящих групп, η³-η¹-η³-изомеризаций, атаки мягких и жестких нуклеофилов различных энантиотопных концов аллильного фрагмента, атаки аллильной системы энантиотопными сторонами нуклеофила. Двойное аллильное алкилирование.

Каталитические методы образования связей C-Гетероатом (N, O, S, Se, P и т.д.). Аминирование и гидроксирование по Бахвальду-Хартвику. Постульмановская химия на медных комплексах. Работы акад. И.П. Белецкой. Присоединение фрагментов Het-H или Het-X по кратным связям. Катализ «гомеопатическими» количествами катализатора. Эффект личинга. Реакции метатезиса. Промышленные катализаторы и процессы. Катализаторы Граббса и Шрока. Кросс-метатезис. ROMP, метатезис с замыканием цикла. Каскадные процессы в метатезисе. Синтез макгогетероциклов с применением реакций метатезиса. Органокатализ. История органокатализа: Hagos-Parrish-Eder-Sauer-Wiechart процесс (хиральный вариант синтеза кетона вейланда-Мишера). Ковалентные и нековалентные органокатализаторы, органокатализаторы на solid support. Енаминовый катализ в реакциях альдольной конденсации, Манниха, Михаэля, образования связей C-C, C-N, C-O, C-Hal, C-S, C-Se). Органокатализ кислотами Бренстеда (хиральные фосфорные кислоты и тиомочевинны) и его примеры. Асимметрическое гидрирование с применением эфира Ганча. Комбинация органокатализа и металлокомплексного катализа. Фоторедокс-катализ. Особенности комплексов Ru(bpy)₃X₂, электронное строение, возбужденное состояние, способность к окислительному и восстановительному переносу электронов. Примеры каталитических фоторедокс-процессов – реакции восстановления с эфиром Гнча, каталитический дегидрогенолиз, окисление галогеналкилов до кетонов, фоторедокс органокатализ,

функционализация кетонов в бета-положения, каталитическое трифторметилирование енолизующихся субстратов и аренов, фоторедокс [4+2]-циклоприсоединение. Фоторедокс катализ в проточных реакторах.

4. Методы синтеза циклических производных.

Синтез трехчленных циклов.

Циклопропаны Реакции с участием карбенов. Реакция Симонса-Смита. Применение илидов серы и фосфора. Реакции γ -элиминирования. Циклоприсоединение [2+1]. Азиридины С применением олефинов. Иминный метод. Эпоксиды Метод Якобсена. Реакция Шарплесса. Илидный метод.

5. Синтез четырехчленных циклов.

Циклобутаны Ацилоиновая конденсация. Фотоциклизация [2+2] (правило Вудворда-Гофмана). Реакция Мак-Мюрри. Оксетаны Фотохимическое циклоприсоединение [2+2] Патерно-Бючи.

Циклоприсоединение [2+2], катализируемое кислотами Льюиса. Реакция Вильямсона. Лактоны Лактонизация. Циклоприсоединение [2+2] (имидный и изоцианатный методы).

6. Синтез пятичленных циклов.

Циклопентаны Термические перегруппировки винилциклопропанов. Циклоприсоединение [3+2].

Циклизация β -дикетонов. Циклизация Назарова. Радикальная циклизация. Реакция Дикманна.

Пинаколиновая конденсация Дикманна.

7. Синтез шестичленных циклов

Циклогексаны Циклизация Робинсона. Реакция Дикманна. Реакция Торпа-Циглера. Конденсация МакМюрри. Ацилоиновая конденсация. Внутримолекулярное нуклеофильное замещение. Радикальная циклизация. Внутримолекулярная реакция Фриделя-Крафтса. Реакции метатезиса (катализаторы Грубса и Мори). Шестичленные гетероциклы Гетеро-Дильс-Альдер. Нуклеофильная аллильная циклизация.

8. Синтез больших циклов (более 9 атомов в цикле) Циклизация в присутствии кислот Льюиса.

Внутримолекулярное присоединение с участием аллильных производных олова. Реакции метатезиса.

Пинаколиновая конденсация Мак-Мюрри.

9. Применение металлокомплексного катализа в синтезе гетероциклических производных.

Реакции метатезиса с замыканием цикла. Тандемные реакции метатезиса. Реакции циклоизомеризации.

Тандемное присоединение/циклизация (реакции с 1.6-диенами, 1.6-енинами, 1.6-диинами). [2+2+1]-

циклоприсоединения Пуассона_Кханда, [2+2+2]-циклоприсоединения. Внутримолекулярная каталитическая гетероциклизация алкенов, алленов, алкинов, содержащих NH, OH, C=O и C=N связи на комплексах металлов в высших и низших степенях окисления (Pd(II), Pd(0), Au(III), Hg(II), Ti, Ru, комплексах лантаноидов) – циклизация/бета-гидридное элиминирование, циклизация/бета-гидроксиэлиминирование, циклизация/ацетилизация, циклокарбонилирование, циклизация/этерификация и т.п. Внутри- и межмолекулярные реакции циклоприсоединения между компонентами, содержащими кратные C=C и C-гетероатом связи ([2+2+1], [2+2+2], [4+2] и т. п.).

Гетероциклизация, сопряженная с классическими реакциями кросс-сочетания (Хек, аминокХек, Сузуки, Негиши, Соногашира, альфа-арилирование енолизующихся субстратов, аминирования и гидроксирования по Хартвику-Бухвальду и т.п.). Каталитическое диполярное циклоприсоединение по Хьюсену на медных и рутениевых комплексах. Гетероциклизация с участием азид- и диазосодержащих переходных состояний.

10. Сигматропные перегруппировки.

[3,3]-Сигматропные перегруппировки. Перегруппировка Кляйзена. Механизм перегруппировки Кляйзена. Влияние скорости перегруппировки от заместителей в скелете винилаллилового эфира, обратимость перегруппировки. Синтез аллилвиниловых эфиров из алкилвиниловых эфиров, использование ацеталей кетонов, реакция Джонсона-Кляйзена, реакция Айрленда-Кляйзена, синтез по реакциям Виттига или Теббе. Перегруппировки Кляйзена, проходящие при содействии кислот Льюиса. Гетеро Кляйзен (тио-, аза).

Перегруппировка Копа. Механизм, обратимость, влияние заместителей на скорость реакции.

Синтетические ограничения перегруппировки Копа. Перегруппировки окси-Копа, их алкоксидный вариант. Способы получения субстратов для перегруппировки о-Копа. Перегруппировка о-Копа, как

ключевая реакция для получения полициклических структур. Каскадные превращения с участием перегруппировки о-Копа (о-Коп/внутримолекулярное AdN, Кляйзен/Коп (промышленный синтез цитраля или синенсая), о-Коп/Коп, о-Коп/Манних). Перегруппировки Кэрола, Мислоу-Эванса, Овермана, Эшенмозер-Кляйзена, Виттига и их синтетическое значение.

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 18 ч.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс ".".

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Разноуровневые задания) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н:

1. Классификация металлоорганических соединений. Металлоорганические соединения переходных элементов. Энергия, полярность и реакционная способность связей переходный металл-углерод.

2. Типология связей и лигандов в металлоорганических соединениях переходных

3. элементов. М-С-Связи σ -, π - и δ -типа. σ -Алкильные, σ -арильные и родственные им лиганды. Окись углерода. Карбены. Карбины. Алкены. Алкины. Гетероалкены. Аллильные лиганды. Диены. Циклопентадиенильные лиганды. Арены.

4. Карбонильные соединения переходных металлов. Различные типы карбонильных комплексов металлов. Важнейшие методы получения металлкарбонилов.

5. Связывание при образовании связи М-СО. Типичные реакции карбонильных комплексов переходных металлов. Реакция Хиберга. Синтез карбеновых и карбиновых комплексов Фишера. Структурные параметры карбеновых и карбиновых комплексов.

6. Ареновые производные переходных металлов. Бисареновые производные. Аренкарбонильные. Аренциклопентадиенильные. Фенилхромовые соединения Хайна. Бис(бензол)хром. Схема молекулярных орбиталей бис(бензол)хрома.

7. Бис(ареновые) комплексы металлов. Методы синтеза. Синтез Фишера-Хафнера. Сокоонденсация паров атомов металла и лиганда. Магнитные свойства бис(ареновых) комплексов металлов. Химические свойства.

8. Циклопентадиенильные производные переходных металлов. Бис-циклопентадиенилы. Методы получения. Структура и связывание. Химические свойства.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Разноуровневые задания) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н:

1. Структура и связывание в карбиновых комплексах переходных металлов.

2. Свойства карбиновых комплексов.

3. Аллильные комплексы переходных металлов. Структура и связывание в η^1 -аллил- и η^3 -аллил-производных. Методы получения. Химические свойства.

4. Металлоорганические соединения переходных металлов с σ -связями металл-углерод. Методы получения. Свойства металлоорганических соединений переходных металлов с σ -связями металл-углерод. Термическая неустойчивость, кинетическая лабильность.

5. β -Элиминирование как механизм термораспада. Активация C-H- σ -связей. Агостическое взаимодействие. Активация алканов переходными металлами. Активация C-C- σ -связей.

6. Металлоорганический катализ в органическом синтезе и производстве. Гидроцианирование. Аминирование аренов. Гидроаминирование. Гидроборирование. Гидросилилирование.

7. Металлоорганический катализ в органическом синтезе и производстве. Окисление олефинов. Конверсия водяного газа. Реакция Фишера-Тропша. Карбонилирование спиртов. Гидрогенирование алкенов. Гидроформилирование олефинов (оксо-синтез).

8. Металлоорганический катализ в органическом синтезе и производстве. Метатезис алкенов. Метатезис с закрытием и открытием цикла. Полимеризация. Формирование активного центра. Метатезис алкинов. Смешанный алкен-алкин-метатезис.

9. Олигомеризация олефинов. Циклотримеризация бутадиена. Полимеризация алкенов. Полиэтилен. Катализаторы Циглера-Натта. Полимеризация пропилена. Изотактический, синдиотактический, атактический, гемеизотактический и стереоблочный пропилен. Механизм полимеризации. Стереоспецифичность. Катализаторы Брукхардта-Гибсона.

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Разноуровневые задания) для оценки сформированности компетенции ПК-3-н:

1. Общие принципы построения каталитического цикла в реакциях кросс-сочетания
2. Факторы влияющие на различные стадии реакций кросс-сочетания
3. Стереохимические особенности реакций кросс-сочетания
4. Кросс-сочетание, включающее стадию трансметаллирования (с МОС первой, второй и третьей групп, реакция Сузуки, Стилла и Саногошира).
5. Реакция Хека. Факторы определяющие регио- и стереоселективность этой реакции.

6. Аллильное алкилирование. Факторы определяющие регио- и стереоселективность этой реакции.
7. Факторы определяющие стерео- и региоселективность гидроборирования алкинов.

Критерии оценивания (оценочное средство - Разноуровневые задания)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несуществе	Уровень знаний в объеме, соответствующем программ	Уровень знаний в объеме, превышающ

	ответа			ошибок	нных ошибок		
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н

Калитический цикл. Роль переходного металла в катализе. Предкатализаторы и катализаторы. Активация молекул в каталитическом цикле (координация, окислительное присоединение, гомолитическое присоединение). Близкое взаимодействие: внедрение и миграция внутренних лигандов, элиминирование. Олигомеризация алкенов. Катализаторы. Общая схема димеризации пропена. Схемы образования изомерных гексенов. Циклическая и линейная олигомеризация бутадиена. Метатезис алкенов. Общая схема процесса. Катализаторы. Металлкарбены – ключевые интермедиаты метатезиса. Каталитический цикл. Метатезис функционально-замещенных алкенов. Образование полиалкеномеров из циклических алкенов.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н

1. Синтез карбоновых кислот. Метод Монсанто. Осуществить синтез: $R-CH=CH-Cl + C_2H_4 + H_2O + CO$
2. Синтез сложных эфиров (алкен + CO + спирт; карбонилированием спиртов, галогеналкилов с последующей обработкой спиртом). 3. Реакция Виттига и ее применение с синтезе. 4. Каталитические методы в синтезе карбо- и гетероциклов.

5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-3-н

Изомеризация алкенов. Механизмы. Алкилгидридная изомеризация на катализаторах типа $HCo(CO)_4$, $HRh(CO)(PR_3)_3$. Использование процесса в оксосинтезах. Изомеризация через стадии образования α – аллилгидридных комплексов. Изомеризация аллилового спирта в акролеин. Синтез адипонитрила из бутадиена и HCN. 2. Предкатализаторы и катализаторы реакций гидроформилирования. Гидроформилирование алкенов и алкинов. Синтез альдегидов и кетонов. 3. Взаимодействие металлов с активированными алифатическими C-H-связями. Стерическая активация [окислительное присоединение sp^3 (C-H), sp^2 (C-H, арен) – связей к металлу]. Синтезы. 4. Металлоорганический катализ в органическом синтезе и производстве. Изомеризация олефинов. Реакции C-C сочетания. Алкилирование аллильных производных. Реакция Хека. Реакция Сузуки. Реакция Стилла.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных заданий.
отлично	Продemonстрированы навыки при ответе на контрольные вопросы без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Продemonстрированы базовые навыки при ответе на контрольные вопросы с незначительными недочетами.
хорошо	Продemonстрированы базовые навыки с некоторыми недочетами.

Оценка	Критерии оценивания
удовлетворительно	Имеется минимальный набор навыков для ответа на контрольные вопросы с некоторыми недочетами.
неудовлетворительно	При ответе на контрольные вопросы не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Днепровский Алексей Самсонович. Теоретические основы органической химии : Строение, реакционная способность и механизмы реакций органических соединений : [учеб. пособие для хим. специальностей вузов]. - 2-е изд., перераб. - Л. : Химия, Ленингр. отд-ние, 1991. - 559, [1] с. : ил. - ISBN 5-7245-0206-2 : 5.00., 2 экз.
2. Беккер Гайнц. Введение в электронную теорию органических реакций / пер. с нем. В. М. Потапова. - М. : Мир, 1977. - 658 с. : ил. - 3.86., 2 экз.
3. Вебер В. Межфазный катализ в органическом синтезе / пер. с англ. Г. А. Артамкиной ; под ред. И. П. Белецкой. - М. : Мир, 1980. - 327 с. - 3.30., 2 экз.
4. Ногради Михай. Стереоселективный синтез / пер. с англ. В. М. Демьянович. - М. : Мир, 1989. - 406 с. - ISBN 5-03-001023-8 (в пер.) : 5.40., 2 экз.
5. Дашевский Валерий Григорьевич. Конформационный анализ органических молекул. - М. : Химия, 1982. - 272 с. : ил. - 3.50., 2 экз.
6. Смит Вильям Артурович. Основы современного органического синтеза : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности ВПО 020101.65 - химия. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2012. - 750 с. : ил. - (Химия). - ISBN 978-5-94774-941-0 : 506.00., 2 экз.

Дополнительная литература:

1. Терней А. Л. Современная органическая химия : в 2 т. Т. 1 / пер. с англ. Е. И. Карпейской, Л. М. Орловой ; под ред. Н. Н. Суворова. - М. : Мир, 1981. - 678 с. : ил. - 4.00., 28 экз.
2. Терней А. Л. Современная органическая химия : в 2 т. Т. 2 / пер. с англ. Е. И. Карпейской, М. И. Верховцевой ; под ред. Н. Н. Суворова. - М. : Мир, 1981. - 651 с. : ил. - 3.90., 30 экз.
3. Реутов Олег Александрович. Органическая химия : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению и специальности "Химия" : в 4 ч. Ч. 1. - 5-е изд. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2014. - 567 с. - (Химия). - ISBN 978-5-9963-1535-2 (ч. 1) : 367.00., 2 экз.
4. Реутов Олег Александрович. Органическая химия : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению и специальности "Химия" : в 4 ч. Ч. 2. - 5-е изд. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2014. - 623 с. : ил. - (Химия). - ISBN 978-5-9963-1536-9 (ч. 2) : 491.00., 1 экз.
5. Реутов Олег Александрович. Органическая химия : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению и специальности "Химия" : в 4 ч. Ч. 3. - 2-е изд. - М. : Бином. Лаборатория знаний,

2010. - 544 с. : ил. - (Классический университетский учебник : осн. в 2002 г. / МГУ им. М. В. Ломоносова ; ред. совет : В. А. Садовничий (пред.) [и др.]). - ISBN 978-5-9963-0261-1 (ч. 3) : 320.00., 1 экз.

6. Реутов Олег Александрович. Органическая химия : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению и специальности "Химия" : в 4 ч. Ч. 4 / МГУ им. М. В. Ломоносова. - 2-е изд., испр. - М. : Бинوم. Лаборатория знаний, 2011. - 726 с. : ил. - (Классический университетский учебник / ред. совет: В. А. Садовничий (пред.) [и др.]). - ISBN 978-5-9963-0461-5 (ч. 4) : 320.00., 1 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

<http://pubs.acs.org>

<http://www3.interscience.wiley.com>

<http://www.thieme-connect.com>

<http://springer.metapress.com>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки 04.04.01 - Химия.

Автор(ы): Федоров Алексей Юрьевич, доктор химических наук, профессор.

Заведующий кафедрой: Федоров Алексей Юрьевич, доктор химических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 28.09.2023 г., протокол № 1.