

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Кафедра органической и биологической химии

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета биологии и экологии



О.А. Маракаев
«20» мая 2021 г.

Рабочая программа
«Стратегия органического синтеза карбо- и гетероароматических структур»

Направление подготовки
04.06.01 «Химические науки»

Направленность (профиль)
«Органическая химия»

Форма обучения
очная

Программа одобрена
на заседании кафедры
от «11» мая 2021 года, протокол № 13

Ярославль

1. Целями освоения дисциплины «Стратегия органического синтеза карбо- и гетероароматических структур» в соответствии с общими целями основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования (аспирантура) (далее - образовательная программа послевузовского профессионального образования) являются:

- знание основных современных подходов к планированию многостадийных синтезов;
- представление о синтетическом методе и ретросинтетическом анализе;
- представления об основных методах конструирования сложных органических молекул;
- формирование навыков синтеза сложных органических соединений,
- знание и применение теории реакционной способности органических соединений для решения научных и прикладных задач.

2. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры

Данная дисциплина относится к разделу дисциплин по выбору (Б1.В.ДВ.1.2).

Дисциплина «Стратегия органического синтеза карбо- и гетероароматических структур» показывает пути решения одной из важных проблем современной органической химии – разработка путей синтеза сложных органических молекул.

Для изучения данной дисциплины необходимы «входные» знания, умения, полученные в процессе обучения по программам специалитета или бакалавриата – магистратуры, а также при изучении дисциплины «Современная органическая химия») в аспирантуре и готовность обучающегося, к восприятию знаний и навыков, необходимых при освоении данной дисциплины и приобретенных в результате освоения предшествующих дисциплин. Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее для выполнения и защиты диссертации на соискание ученой степени кандидата химических наук.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине – знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения программы аспирантуры, и критерии их оценивания

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- **Профессиональные компетенции:** способностью творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности фундаментальные знания по органической химии, применять методические навыки органического синтеза, исследования механизмов химических реакций и структуры соединений (ПК-1).

Код компетенции	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения		
		Пороговый уровень	Продвинутый уровень	Высокий уровень
ПК - 1	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы планирования многостадийных синтезов; - способы получения карбо- и гетероароматических структур трансформации функциональных групп. 	<ul style="list-style-type: none"> - способы получения карбо- и гетероароматических структур и трансформации функциональных групп. 	<ul style="list-style-type: none"> - методы планирования многостадийных синтезов; - способы получения карбо- и гетероароматических структур и трансформации 	<ul style="list-style-type: none"> - методы планирования многостадийных синтезов; - способы получения карбо- и гетероароматических структур и трансформации

			функциональн х групп.	функциональн х групп.- четко представлять область их применения.
	<p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оценивать и анализировать свойства органических соединений в сопоставлении с их строением; - осуществлять планирование синтеза сложных органических соединений, находить оптимальные пути синтеза; - оценивать реакционную способность карбо- и гетероароматических структур. 	<ul style="list-style-type: none"> - оценивать и анализировать свойства органических соединений в сопоставлении с их строением 	<ul style="list-style-type: none"> - оценивать и анализировать свойства органических соединений в сопоставлении с их строением; - осуществлять планирование синтеза сложных органических соединений, находить оптимальные пути синтеза; 	<ul style="list-style-type: none"> - оценивать и анализировать свойства органических соединений в сопоставлении с их строением; - осуществлять планирование синтеза сложных органических соединений, находить оптимальные пути синтеза; - оценивать реакционную способность карбо- и гетероароматических структур.
	<p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками осуществления синтеза органических соединений заданного строения; - методами установления строения карбо- и гетероароматических соединений - методами оценки реакционной способности. 	<ul style="list-style-type: none"> - навыками осуществления синтеза органических соединений заданного строения 	<ul style="list-style-type: none"> - навыками осуществления синтеза органических соединений заданного строения; - методами установления строения карбо- и гетероароматических соединений 	<ul style="list-style-type: none"> - навыками осуществления синтеза органических соединений заданного строения; - методами установления строения карбо- и гетероароматических соединений - методами оценки реакционной способности.

4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 акад. часов
Дисциплина изучается в течение 2-го семестра.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий и их трудоемкость (в академических часах)					Формы текущего контроля успеваемости
			лекции	практические	лабораторные	консультации	самостоятельная работа	Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
1.	Тема 1. Синтетический анализ в планировании органического синтеза.	2	1			1	16	Задание в рамках самостоятельной работы
2.	Тема 2. Ретросинтетический анализ.	2	1				17	Задание в рамках самостоятельной работы
3	Тема 3. Конструирование углеродного скелета.	2	1				17	Задание в рамках самостоятельной работы
4	Тема 4. Активация реакционных центров.	2	1			1	16	Задание в рамках самостоятельной работы
5	Тема 5. Трансформации функциональных групп.	2	1				17	Задание в рамках самостоятельной работы
6	Тема 6. Защитные группы в синтезе.	2	1				17	Задание в рамках самостоятельной работы
								Зачет
	Всего		6			2	100	

Содержание разделов дисциплины:

Тема 1. Введение в органический синтез. Стратегия и тактика органического синтеза. Общие принципы планирования органического синтеза; математическое и компьютерное планирование. Основные понятия: прямое и ретросинтетическое планирование, дерево синтеза, целевые и исходные соединения, синтоны, синтетические эквиваленты, реагенты, субстраты. Синтетический анализ в планировании органического синтеза.

Тема 2. Ретросинтетический анализ. Основные этапы ретросинтетического анализа. Типы стратегий в ретросинтетическом анализе. Стратегии, базирующиеся на трансформах, на функциональных группах; топологические и стереохимические стратегии. Линейный и конвергентный синтез. Трансформации: расчленение, сочленение, введение функциональной группы, изменение функциональной группы, замена одной функциональной группы на другую, перегруппировка. Выбор первичного расчленения. Синтонный подход. Соответствие синтонов, синтетических эквивалентов, реагентов. Основные типы синтонов. Нуклеофильные и электрофильные синтоны.

Тема 3. Конструирование углеродного скелета. Методы создания связи углерод-углерод. Расщепление связи углерод-углерод и перестройка углеродного скелета. Методы построения карбо- и гетероциклов. Расширение циклов по Демьянову. [2+4]-Циклоприсоединение по Дильсу-Альдеру. Типы диенов и диенофилов и характеристики их активности. Стереохимия диенового синтеза. Условия внутримолекулярного циклообразования.

Тема 4. Активация реакционных центров. Медьорганические реагенты в синтезе. Комплексы медьорганических соединений, их использование в синтезе. Использование других металлоорганических соединений в синтезе. Методы генерирования енолятов. Доноры и акцепторы Михаэля. Катализаторы реакции, ее обратимость, побочные процессы. Енамины как доноры Михаэля. Понятие о каскадных реакциях. Стабилизированные и нестабилизированные илиды.

Тема 5. Трансформации функциональных групп. Гидролитическое расщепление. Термическое и окислительное расщепление. Пинаколиновая и другие перегруппировки. Методы окисления органических соединений. Методы восстановления органических соединений.

Тема 6. Защитные группы в синтезе. Понятие «защитная группа». Требования к защитным группам: легкость введения, стабильность при трансформации молекулы, легкость удаления. Условия введения и удаления защитных групп, устойчивость их к действию различных реагентов (кислот, оснований, окислителей, восстановителей и др.). Метод выбора условий и реагентов. Метод «скрытой функциональности». Методы введения и удаления защитных групп. Понятие «модифицируемой» защитной группы. Защита ненасыщенных связей.

5. Образовательные технологии

В преподавании используются мультимедийные презентации, иллюстрации, таблицы, методические пособия.

В преподавании курса используются активные и интерактивные технологии проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой.

5. Образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

Академические лекции (или лекция общего курса) – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Требования к академической лекции: современный научный уровень и насыщенная информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, обоснований, фактов. Лекции имеют мультимедийное сопровождение

Самостоятельная работа– изучение студентами теоретического материала, подготовка к лекциям и отработка навыков по решению ситуационных задач.

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости).

В процессе осуществления образовательного процесса используются:

- мультимедийное сопровождение лекций;
– программы Microsoft Office;
– для поиска учебной литературы библиотеки ЯрГУ – Автоматизированная библиотечная информационная система "БУКИ-NEXT" (АБИС "Буки-Next").

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Реутов О. А. Органическая химия: учебник для вузов: в 4 ч / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин; М-во образования РФ. Ч. 1. - 3-е изд. - Б.м.: Б.и., 2009. 567 с.
http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=642957&cat_cd=YARSU
2. Реутов О. А. Органическая химия: учебник для вузов: в 4 ч / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин; М-во образования РФ. Ч. 2. - 3-е изд. испр. - Б.м.: Б.и., 2009. 623 с.
http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=643328&cat_cd=YARSU
3. Реутов О. А. Органическая химия: учебник для вузов: в 4 ч / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин; М-во образования РФ. Ч. 3. - 3-е изд. испр. - Б.м.: Б.и., 2009. 544 с.
http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=643357&cat_cd=YARSU
4. Реутов О. А. Органическая химия: учебник для вузов: в 4 ч / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин; М-во образования РФ. Ч. 4. - 3-е изд. испр. - Б.м.: Б.и., 2009. 723 с.
http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=643384&cat_cd=YARSU

б) дополнительная литература

1. Титце Л., Айхер Т. Препаративная органическая химия: Реакции и синтезы в практикуме органической химии и научно-исследовательской лаборатории. Пер. с нем. – М.: Мир. 1999. 704 с.
http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=283122&cat_cd=YARSU
2. Орлов В.Ю., Котов А.Д., Русаков Б. А.И. Функционализация карбо- N,O-содержащих гетероароматических систем. - Мир, 2010
http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=931882&cat_cd=YARSU

в) ресурсы сети «Интернет»


1. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ (http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php).
2. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" (<http://www.edu.ru> (раздел Учебно-методическая библиотека) или по прямой ссылке <http://window.edu.ru/library>).
3. Американское химическое общество (<http://www.acs.org/>).
4. Королевское химическое общество (<http://www.rsc.org/>).
5. Химический факультет МГУ (<http://www.chem.msu.ru/>).

8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Мультимедийное оборудование и раздаточный материал (формулы, стандартные показатели и т.д., необходимые для решения ситуационных задач)

Автор :

Профессор кафедры
органической и биологической химии, д.х.н.
(должность, ученая степень)


(подпись) В.Ю. Орлов
(Фамилия И.О.)

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины
«Стратегия органического синтеза карбо- и гетероароматических структур»**

**Оценочные средства
для проведения текущей и/или промежуточной аттестации аспирантов
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания или иные материалы,
необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности,
характеризующих этапы формирования компетенций**

1.1 Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации

Задания для самостоятельной работы.

Задание № 1

Подобрать исходные соединения и составить план (дерево) синтеза заданной карбо- или гетероциклической структуры.

Задание № 2

С использованием ретросинтетического анализа составить план синтеза заданного соединения.

Задание № 3

Проанализировать составленные планы в **Заданиях № 1 и 2** и сделать выбор оптимального пути синтеза заданного соединения.

Задание № 4

Разработать план синтеза целевого соединения с применением элементоорганических соединений на отдельных стадиях, каскадных реакций и др.

Задание № 5

Введение и изменение функциональных групп в заданном соединении.

Задание № 6

Осуществить выбор защитных групп в синтезе заданной структуры.

Список вопросов к зачету:

1. Общие принципы планирования органического синтеза.
2. Основные понятия: прямое и ретросинтетическое планирование, дерево синтеза, целевые и исходные соединения, синтоны, синтетические эквиваленты, реагенты, субстраты.
3. Основные этапы ретросинтетического анализа.
4. Методы создания связи углерод-углерод.
5. Расщепление связи углерод-углерод и перестройка углеродного скелета.
6. Методы окисления органических соединений.
7. Методы восстановления органических соединений.
8. Методы построения циклов.
9. Реакции раскрытия циклов.
10. Применение защитных групп в органическом синтезе.

Приложение № 2 к рабочей программе дисциплины
«Стратегия органического синтеза карбо- и гетероароматических структур»

Методические указания для аспирантов по освоению дисциплины

Приступая к изучению дисциплины, необходимо в первую очередь ознакомиться с содержанием РПД. Лекции имеют целью дать систематизированные основы научных знаний об оценке риска здоровью, кроме этого на лекциях разбираются типовые ситуационные задачи по темам.

1. Текущий контроль успеваемости.

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал;
- пользуясь лекционным материалом и основной литературой, рекомендованной для освоения дисциплины, выполнить практические задания, которые выдаются преподавателем в конце лекции. Задания подготавливаются самостоятельно, оформляются в письменном (печатном) виде и сдаются преподавателю на проверку в течении недели с момента его получения.

2. Промежуточная аттестация.

Зачетное мероприятие будет складываться из ответа на теоретический вопрос из перечня, приведенного в Приложении №1 пункт 1.1 " Список вопросов к зачету

Учебно-методическое обеспечение
самостоятельной работы аспирантов по дисциплине

Для самостоятельной работы аспирант может использовать конспекты лекций, основную и дополнительную учебную литературу, приведенную в пункте 7 данной РПД, а также ресурсы сети "Интернет".

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»,
рекомендованных к использованию при освоении дисциплины

1. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ (http://www.lib.uni-yar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php).
2. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" (<http://www.edu.ru> (раздел Учебно-методическая библиотека) или по прямой ссылке <http://window.edu.ru/library>).
3. Американское химическое общество (<http://www.acs.org/>).
4. Королевское химическое общество (<http://www.rsc.org/>).
5. Химический факультет МГУ (<http://www.chem.msu.ru/>).