

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ, КУЛЬТУРЫ И СПОРТА РА
Г О У В П О Р О С С И Й С К О - А Р М Я Н С К И Й У Н И В Е Р С И Т Е Т

Составлена в соответствии с федеральными
Государственными требованиями к структуре
основной профессиональной образовательной
программы послевузовского профессионального
образования (аспирантура)

Институт: Биомедицины и фармации
Кафедра: Общей и фармацевтической химии

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по науке
П.С. Аветисян
«22» 04 .2025г.

Учебная программа подготовки аспиранта и соискателя
ДИСЦИПЛИНА: 2.1.8.2.

Химия гетероциклических соединений

наименование дисциплины (модуля) по учебному плану подготовки аспиранта

1.4.3.

-Шифр

Органическая химия

наименование научной специальности

Программа одобрена на заседании
кафедры

протокол № 5 от 16.04.2025 г.

Утверждена Ученым Советом ИБМиФ

протокол № 19 от 21.04.2025 г.

Заведующий кафедрой



К.х.н., доцент, Григорян А.М.
И.О.Ф, ученая степень, звание

Разработчик программы

д.х.н., профессор, член корр. НАН РА Данагулян Г.Г.
И.О.Ф, ученая степень, звание

Подпись

И.О.Ф, ученая степень, звание

Ереван 2025г.

Общие положения

Настоящая рабочая программа обязательной дисциплины (модуля) «**Химия гетероциклических соединений**» образовательной программы послевузовского профессионального образования (ООП ППО) ориентирована на аспирантов университета, уже прослушавших курс лекций по органической химии, а также общие и специальные курсы по различным разделам химии. Она разработана на основании законодательства Российской Федерации в системе послевузовского профессионального образования.

1. Цели изучения дисциплины (модуля)

Целью изучения дисциплины “Гетероциклические соединения и их реакционная способность” является углубление знаний у аспирантов и будущих преподавателей и научных работников высшей квалификации в области электронного строения, реакционной способности, биологической активности и значения различных гетероароматических соединений.

Задачи дисциплины заключаются в изучении:

- электронного строения различных π -избыточных, π -дефицитных и π -амфотерных гетероаренов.
- основных методов получения различных классов гетероаренов.
- связи между электронным строением гетероциклических соединений и их химическими свойствами
- биологической роли, которую выполняют гетероциклические соединения в природе.

Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования (аспирантура)

Дисциплина “Гетероциклические соединения и их реакционная способность” является важной частью органической химии и занимает важное место в ряду других химических дисциплин и является одним из связующих звеньев между химическими и биологическими, а также медицинскими и фармацевтическими дисциплинами, поскольку большинство процессов протекающих в живой природе включают реакции, гетероциклических соединений. Важно также, что более 90% всех применяемых в медицине лекарств – гетероциклические соединения.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

Аспирант или соискатель должен

- знать:

- об электронном строении различных гетероциклов
- о π -избыточных, π -дефицитных и π -амфотерных гетероаренах,
- об атомах азота пиридинового и пиррольного типа и понимать их влияние на свойства аренов.
- о таутомерии в ряду различных производных пяти- и шестичленных гетероаренов
- о нуклеофильных и электрофильных реакциях замещения в гетероаренах
- о различных типах рециклизаций, протекающих в ряду азинов под действием нуклеофилов.

- уметь:

- классифицировать гетероарены по их строению и свойствам;
- самостоятельно называть гетероциклические соединения в соответствии с принятой номенклатурой;
- объяснять свойства гетероаренов в соответствии с типом заместителей и их расположением в цикле;

- демонстрировать

- знания по химии гетероциклов;
- умение объяснять химические свойства, проявляемые различными π -избыточными, π -дефицитными и π -амфотерными гетероаренами.

3. Объем дисциплины (модуля) и количество учебных часов

Вид учебной работы	Кол-во зачетных единиц*/уч.часов
Аудиторные занятия	26/0.72
Лекции(минимальный объем теоретических знаний)	8
Семинар	

Практические занятия	18
Другие виды учебной работы(авторский курс,учитывающий результаты исследований научных школ Университета, в т.ч. региональных)	
Формы текущего контроля успеваемости аспирантов	
Внеаудиторные занятия:	10/0.28
Самостоятельная работа аспиранта	10
ИТОГО	36/1
Вид итогового контроля	Составляющая экзамена кандидатского минимума зачет

*) Одна зачётная единица соответствует 36 академическим часам продолжительностью 45 минут.

4. Содержание дисциплины (модуля)

4.1 Содержание лекционных занятий

№п /п	Содержание	Кол-во уч.часов
1	Классификация гетероциклов (по размеру цикла, гетероатому и их числу, ароматичности, числу циклов). Номенклатура.	1
2	Ароматичность и правило Хюккеля. Гетероароматические системы. π -избыточность и π -дефицитность. Гетероатомы пиррольного и пиридинового типа.	1
3	π -Дефицитные системы – пиридин, азины, бензазины. – строение, электронное строение, свойства, нахождение в природе, применение. Производные – алкил-, amino-, оксипроизводные. Пиридоны, пироны, таутомерия OH и amino-групп. N-окиси пиридины, илиды. Пиримидин и его производные.	2
4	Реакции с нуклеофилами – сигма-комплексы (динитропиридин), ангидро-основания и псевдо-основания (с гетероциклическими катионами). Механизмы реакций нуклеофильного замещения в ряду гетероциклов – $S_{N2}Ar$, S_{NH} , $S_{N}ANRORC$, теле- и кине-замещение. Реакция Чичибабина, замещение атомов галогена.	2
5	Реакции раскрытия цикла и рециклизации (перегруппировки Димрота, Коста-Сагитуллина, перегруппировки в аннелированных структурах. Рециклизации с включением фрагмента нуклеофила, рециклизации с сужением и расширением цикла.	2
Всего:		8

Практические занятия

№п /п	Содержание	Кол-во уч. часов
1	Гетероароматичность. π -избыточность, π -дефицитность и π -амфотерность.	3
2	Номенклатура гетероаренов, названия, нумерация.	2
3	Свойства пиридина и пиримидина, а также их производных.	2
4	Методы синтеза окси-, amino-, алкил-, нитро- и нитрозопиримидинов. N-Алкилирование. Синтез барбитуровой кислоты и 2-окси-4,6-диметилпиримидина.	3
5	Азолы – как π -избыточные и π -амфотерные системы.	2
6	Синтез 3,5-диметилпиразола и его свойства.	2
7	Природные соединения ряда азинов – нуклеиновые кислоты	2
8	Природные соединения ряда азолов и π -избыточных систем	2
	Всего:	18

Самостоятельная работа аспиранта

№п /п	Виды самостоятельной работы	Кол-во уч. часов
1	Повторение тем по номенклатуре, классификации и гетероароматичности гетероциклов.	1
2	Подготовка по теме шестичленных гетероциклов и их производных	1
3	Повторение тем по синтезу и свойствам π -дефицитных гетероароматических систем.	1
4	Подготовка по лекциям посвященным нуклеофильным реакциям шестичленных гетероциклов на примере нитрозамещенных пиридинов. Сигма-комплексы. Типы реакций замещения.	2
5	Подготовка к семинару по азиновым системам	1
6	Подготовка по теме рециклизаций азиновых систем	1
7	Электрофильные реакции пиридина и других азинов	1
8	π -Избыточные гетероароматические системы. Подготовка к семинару.	1
9	Подготовка по теме - π -амфотерные системы на примере пиразола, имидазола, азолазинов	1
	Всего:	10

4 Перечень контрольных мероприятий и вопросы к экзаменам кандидатского минимума

Перечень вопросов к экзаменам кандидатского минимума:

Итоговая аттестация аспиранта включает сдачу кандидатских экзаменов и представление диссертации в Диссертационный совет. Порядок проведения кандидатских экзаменов включает в кандидатский экзамен по научной специальности дополнительные

разделы, обусловленные спецификой научной специальности. Билеты кандидатского экзамена по специальной дисциплине в соответствии с темой диссертации на соискание ученой степени кандидата наук должны охватывать разделы Специальной дисциплины отрасли науки и научной специальности (ОД.А.) и Дисциплины научной специальности по выбору аспиранта (ОДН.А.).

Перечень вопросов к экзаменам кандидатского минимума:

1. Классификация гетероциклов.
2. Номенклатура гетероциклов.
3. Ароматичность и правило Хюккеля. Гетероароматические системы. π -избыточность и π -дефицитность.
4. π -Дефицитные системы – пиридин, азины, бензазины.
5. Электронное строение, свойства, нахождение в природе, применение азинов.
6. Алкил-, amino-, оксипроизводные азинов.
7. Таутомерия в ряду азинов на примере производных пиримидина.
8. Нуклеофильные реакции в ряду азинов – реакции замещения и рециклизации.
9. Механизмы реакций нуклеофильного замещения в ряду гетероциклов – S_N2Ar , S_NH .
10. Механизмы реакций нуклеофильного замещения в ряду гетероциклов – теле- и кинезамещение, $S_NANRORC$.
11. Реакция Чичибабина и замещение атомов галогена.
12. Перегруппировки Димрота, Коста-Сагитуллина.
13. Рециклизации с включением фрагмента нуклеофила.
14. Рециклизации с сужением и расширением цикла.
15. Основность пиридина и других азинов.
16. Электрофильное замещение в ряду азинов. Факторы затрудняющие электрофильное замещение (π -дефицитность, протонирование).
17. Азины как основания Льюиса.
18. Методы синтеза азинов.
19. Биологическая роль азинов и их значение в медицине.
20. π -Избыточные гетарены.
21. Пиррол, тиофен, фуран, электронное строение, ароматичность.
22. Индол, индолизин.
23. Получение, биологическая роль и применение производных π -избыточных гетаренов.
24. Электрофильное замещение в ряду π -избыточных гетаренов.

25. Нитрование, алкилирование, ацилирование, галогенирование, сульфирование π -избыточных гетаренов.
26. Пиррол и индол как NH-кислоты.
27. Фуран в реакциях диенового синтеза, реакции циклоприсоединения.
28. Азолы.
29. π -Амфотерность азолов,
30. π -Амфотерность азолов на примере пиразола и имидазола.
31. π -Амфотерность азолов на примере оксазола, тиазола, триазолов.
32. Конденсированные азолоазины.
33. Таутомерия имидазола и пиразола.
34. π -Избыточность, π -дефицитность и π -амфотерность гетероаренов.
35. π -Амфотерные азолоазины.
36. Сравнение ароматичности π -избыточных и π -дефицитных систем с ароматичностью бензола.

5 Образовательные технологии

В процессе обучения применяются следующие образовательные технологии:

1. Сопровождение лекций показом визуального материала.
2. Проведение лекций с использованием интерактивных методов обучения.
3. Лабораторные работы проводятся в лаборатории и включают синтез гетероциклических соединений и обсуждение их спектров.

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Учебно-методические и библиотечно-информационные ресурсы обеспечивают учебный процесс и гарантируют качественное освоение аспирантом образовательной программы. Университет располагает обширной библиотекой, включающей научно-экономическую литературу, научные журналы и труды научно-практических конференций по основополагающим проблемам науки и практики управления.

7.1.Основная литература:

Юровская М.А. *Химия ароматических гетероциклических соединений*. “Бином”, Москва, Лаборатория знаний. 2015.

Пожарский А. Ф. *Теоретические основы химии гетероциклов*. М., “Химия”, 1985.

Джоуль Дж., Миллс К. *Химия гетероциклических соединений*. Изд. “Мир”, Москва, 2004

Джилкрист Т.Л. *Химия гетероциклических соединений*. М.: Мир, 1996.

7.2.Дополнительная литература

Марч Дж. *Органическая химия*, Т. 1-4. М.: Мир, 1987.

Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. *Органическая химия*. Ч. 1-4. М.: Бином, 2007.

Кери Ф., Сандберг Р. *Углубленный курс органической химии*. Кн. 1, 2. М.: Химия, 1981.

Сайкс П. *Механизмы реакций в органической химии. Вводный курс*. М.: Химия, 2000.

Минкин В.И., Симкин Б.Я., Миняев Р.М. *Теория строения молекул*. Ростов-на-Дону: Феникс, 1997.

Потапов В.М. *Стереохимия*. М.: Химия, 1988.

Органикум: Практикум по органической химии / Г. Беккер, В. Бергер и др. Т. 1, 2. М.: Мир, 1992.

7.3. Интернет-ресурсы

Сайты химических факультетов ведущих российских, европейских и американских университетов.

7 Материально-техническое обеспечение

Учебные лаборатории, технические средства, используемые для нормального усвоения дисциплины, вычислительная техника, проектор, компьютерная аудитория.