

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Донецкий государственный университет»

Химический факультет
Кафедра биохимии и органической химии



УТВЕРЖДАЮ
проректор

П.А. Машаров

«29» марта 2024 г.

МП

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«ХИМИЯ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ»**

Укрупненная группа направлений подготовки	04.00.00 Химия
Программа высшего образования	Программа специалитета
Специальность	04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
Квалификация	Химик. Преподаватель химии
Форма обучения	Очная

Рабочая программа адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины «Химия гетероциклических соединений» для обучающихся по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 13 июля 2017 г. № 652 (с изм. и доп.), Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2024 года.

Разработчик:

ст. преподаватель кафедры биохимии
и органической химии



М.А. Синельникова

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры биохимии и органической химии.
Протокол от 26.03.2024 г. № ____

Заведующий кафедрой



О.В. Баранова

СОГЛАСОВАНО:

Декан химического факультета
28.03.2024 г.



С.Г. Бахтин

Учебно-методическая комиссия химического факультета
Протокол от 27.03.2024 г. № 2
Председатель



Р.И. Лыга

Руководитель основной профессиональной
образовательной программы,
к.х.н, доц.
28.03.2024 г.



О.В. Баранова

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Химия гетероциклических соединений» включена в базовую часть (дисциплины по выбору) учебного плана.

Изучение данной дисциплины основывается на базе предметов программы среднего общего образования: «Химия», «Математика», а также сопутствующих дисциплин программы бакалавриата: «Неорганическая химия», «Аналитическая химия». Знания и умения, полученные в ходе изучения дисциплины, являются основой для прохождения практик; используются при подготовке выпускной квалификационной работы

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ / ПРАКТИКИ / КУРСОВОЙ РАБОТЫ / ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	04.00.00 Химия
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.В.ДВ.6.2 Химия гетероциклических соединений
Часть образовательной программы	Базовая часть /дисциплины по выбору
Количество зачетных единиц/ всего часов	3,5 / 126

2.2. Распределение часов по формам и периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы+ контроль	всего	
Очная	5	9	26	26		74	126	зачет

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель - создание основы для понимания методов синтеза, строения и превращений гетероциклических соединений. Дисциплина содержит сведения о типах гетероатомов и гетероароматических структур, химических свойствах и методах получения различных типов гетероциклических систем, современные представления об электронном и пространственном строении гетероциклических соединений.

Задачи - Усвоение теоретических основ и практических навыков для осуществления профессиональной деятельности в области химии гетероциклических соединений.

4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ПК-1. Способен планировать работу и выбирать	ПК-1.1. Составляет общий план	ПК-1.1.1 Умеет проводить синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик, стандартные операции для

адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	исследования и детальные планы отдельных стадий	определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе, исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования
---	---	--

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Тема 1. Предмет химии гетероциклических соединений. Номенклатура гетероциклических соединений	Предмет химии гетероциклических соединений, его место в области химических знаний. Важнейшие представители различных гетероциклических систем, используемые человеком. Тривиальные названия простейших гетероциклов. Систематическая номенклатура Ганча-Видмана для моноциклических гетероциклов. Названия конденсированных гетероциклических систем. Заместительная номенклатура.
Тема 2. Трехчленные гетероциклы с одним гетероатомом	Методы синтеза оксиранов (эпоксидов). Реакция Дарзана-Эрленмейера, реакция Струкова, реакция Фаворского. Методы синтеза азиридинов. Реакция Венкера, реакция Габриэля. Методы синтеза тиранов. Методы синтеза 2Н-азиринов. Перегруппировка Небера. Химические свойства трехчленных гетероциклов с одним гетероатомом.
Тема 3. Трехчленные гетероциклы с двумя гетероатомами	Методы синтеза оксазиранов, диазиридинов и диазиринов. Химические свойства трехчленных гетероциклов с двумя гетероатомами. Особенности строения, влияющие на направление раскрытия цикла.
Тема 4. Четырехчленные гетероциклы с одним гетероатомом	Методы синтеза оксетанов, азетидинов и тиетанов; реакции циклизации, конденсации. Сравнение относительных скоростей реакций образования различных гетероциклов. Химические свойства четырехчленных гетероциклов. Электрофильное и нуклеофильное раскрытия циклов. β -Лактоны и β -лактамы. Методы синтеза и биологическая активность.
Тема 5. Фуран, пиррол, тиофен	Ароматичность фурана, пиррола и тиофена. Методы синтеза фурана из природных полисахаридов. Синтез Пааля-Кнорра. Синтез фуранов по Фейсту-Бенари. Синтез пирролов по Ганчу и Кнорру. Синтез тиофенов по Хинсбергу. Синтезы фурана, пиррола и тиофена из эфиров ацетилендикарбоновой кислоты. Электрофильное замещение в рядах данных гетероциклов, реакции нуклеофильного и радикального замещения.
Тема 6. Конденсированные пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом	Ароматичность бензофурана, индола и бензотиофена. Синтез индолов по Фишеру и Маделунгу. Реакция Рейсера. Синтез индолов по Неницеску и Бишлеру. Синтезы бензофурана и бензотиофена. Реакции электрофильного замещения в рядах бензофурана, индола и бензотиофена. Нуклеофильное и радикальное замещение в рядах данных гетероциклов.

Тема 7. Шестичленные гетероциклические соединения с одним гетероатомом	Пиридин. Основность и ароматичность. Способы выделения производных пиридина из промышленных и природных источников. Методы синтеза пиридинового цикла. Синтез Ганча. Синтезы дигидропиридинов из ациклических енаминов. Электрофильное замещение в ядре пиридина. Влияние заместителей на направление электрофильной атаки. Нуклеофильное и радикальное замещения в ядро пиридина. Реакция Чичибабина. Реакции боковой цепи ряда производных пиридина. N-окиси производных пиридина получение, химические свойства. Сравнение направления электрофильной атаки у производных пиридина и его N-окисей. Четвертичные соли пиридина. Получение, реакции, биологическая активность.
Тема 8. Пятичленные гетероциклические системы с двумя гетероатомами.	Азолы: оксазол, имидазол, тиазол, пиразол. Ароматичность. Сравнение относительной устойчивости к окислителям азолов и их конденсированных аналогов. Методы синтеза 1,2-азолов. Реакции 1,3-диполярного присоединения. Методы синтеза 1,3-азолов. Циклизации 1,4-дикарбонильных соединений и α -ациламинокетон. Реакции электрофильного замещения. Зависимости направления электрофильной атаки от взаимного расположения гетероатомов и заместителей в кольце.
Тема 9. Конденсированные шестичленные гетероциклические соединения с одним гетероатомом	Хинолин, изохинолин. Основность, ароматичность, устойчивость к окислителям. Синтез хинолинов по Скраупу. Синтез хинолинов по Фридлендлеру и Пфитцингеру. Конденсация анилинов с β -дикарбонильными соединениями. Синтез изохинолинов по Бишлеру-Напиральскому и Пиктэ-Шпенглеру. Электрофильное замещение в ряду хинолина и изохинолина, нуклеофильное и радикальное замещения. Реакции боковой цепи. N-окись хинолина.
Тема 10. Перспективы синтеза гетероциклических соединений	Новые успехи в изучении реакции циклоприсоединения. 2+2, 3+1, 4+1 и 3+2 циклоприсоединения. Реакции изомеризации валентных связей. Реакции конденсации енаминов.

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – 5, семестр – 9

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Тема 1. Предмет химии гетероциклических соединений. Номенклатура гетероциклических соединений	2			6	8
Тема 2. Трехчленные гетероциклы с одним гетероатомом	2	2		6	10
Тема 3. Трехчленные гетероциклы с двумя гетероатомами	2			8	10
Тема 4. Четырехчленные гетероциклы с одним гетероатомом	2	4		8	14
Тема 5. Фуран, пиррол, тιοфен	4	4		8	16
Тема 6. Конденсированные пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом	4	4		8	16

Тема 7. Шестичленные гетероциклические соединения с одним гетероатомом	4	4		8	16
Тема 8. Пятичленные гетероциклические системы с двумя гетероатомами.	2	4		8	14
Тема 9. Конденсированные шестичленные гетероциклические соединения с одним гетероатомом	2	4		8	14
Тема 10. Перспективы синтеза гетероциклических соединений	2			6	8
ИТОГО за семестр	26	26		74	126

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Контрольные вопросы

1. Предмет химии гетероциклических соединений, его место в области химических знаний. Важнейшие представители различных гетероциклических систем, используемые человеком. Тривиальные названия простейших гетероциклов. Систематическая номенклатура Ганча-Видмана для моноциклических гетероциклов. Названия конденсированных гетероциклических систем. Заместительная номенклатура
2. Методы синтеза оксиранов (эпоксидов). Реакция Дарзана-Эрленмейера, реакция Струкова, реакция Фаворского. Методы синтеза азиридинов. Реакция Венкера, реакция Габриэля. Методы синтеза тиранов. Методы синтеза 2Н-азиринов. Перегруппировка Небера. Химические свойства трехчленных гетероциклов с одним гетероатомом
3. Методы синтеза оксетанов, азетидинов и титанов; реакции циклизации, конденсации. Сравнение относительных скоростей реакций образования различных гетероциклов. Химические свойства четырехчленных гетероциклов. Электрофильное и нуклеофильное раскрытия циклов. β -Лактоны и β -лактамы. Методы синтеза и биологическая активность.
4. Методы синтеза оксетанов, азетидинов и титанов; реакции циклизации, конденсации. Сравнение относительных скоростей реакций образования различных гетероциклов. Химические свойства четырехчленных гетероциклов. Электрофильное и нуклеофильное раскрытия циклов. β -Лактоны и β -лактамы. Методы синтеза и биологическая активность.
5. Ароматичность фурана, пиррола и тиофена. Методы синтеза фурана из природных полисахаридов. Синтез Пааля-Кнорра. Синтез фуранов по Фейсту-Бенари. Синтез пирролов по Ганчу и Кнорру. Синтез тиофенов по Хинсбергу. Синтезы фурана, пиррола и тиофена из эфиров ацетилендикарбоновой кислоты. Электрофильное замещение в рядах данных гетероциклов, реакции нуклеофильного и радикального замещения.
6. Ароматичность бензофурана, индола и бензотиофена. Синтез индолов по Фишеру и Маделунгу. Реакция Рейсера. Синтез индолов по Неницеску и Бишлеру. Синтезы бензофурана и бензотиофена. Реакции электрофильного замещения в рядах бензофурана, индола и бензотиофена. Нуклеофильное и радикальное замещение в рядах данных гетероциклов
7. Пиридин. Основность и ароматичность. Способы выделения производных пиридина из промышленных и природных источников. Методы синтеза пиридинового цикла. Синтез Ганча. Синтезы дигидропиридинов из ациклических

енаминов. Электрофильное замещение в ядре пиридина. Влияние заместителей на направление электрофильной атаки. Нуклеофильное и радикальное замещения в ядро пиридина. Реакция Чичибабина. Реакции боковой цепи ряда производных пиридина. N-окиси производных пиридина получение, химические свойства. Сравнение направления электрофильной атаки у производных пиридина и его N-окисей. Четвертичные соли пиридина. Получение, реакции, биологическая активность.

8. Азолы: оксазол, имидазол, тиазол, пиразол. Ароматичность. Сравнение относительной устойчивости к окислителям азолов и их конденсированных аналогов. Методы синтеза 1,2-азолов. Реакции 1,3-диполярного присоединения. Методы синтеза 1,3-азолов. Циклизации 1,4-дикарбонильных соединений и α -ациламинокетонов. Реакции электрофильного замещения. Зависимости направления электрофильной атаки от взаимного расположения гетероатомов и заместителей в кольце.
9. Хинолин, изохинолин. Основность, ароматичность, устойчивость к окислителям. Синтез хинолинов по Скраупу. Синтез хинолинов по Фридлендлеру и Пфитцингеру. Конденсация анилинов с β -дикарбонильными соединениями. Синтез изохинолинов по Бишлеру-Напиральскому и Пиктэ-Шпенглеру. Электрофильное замещение в ряду хинолина и изохинолина, нуклеофильное и радикальное замещения. Реакции боковой цепи. N-окись хинолина.
10. Новые успехи в изучении реакции циклоприсоединения. 2+2, 3+1, 4+1 и 3+2 циклоприсоединения. Реакции изомеризации валентных связей. Реакции конденсации енаминов.

7.2. Темы письменных работ (типы задач)

Контрольная работа по проверке теоретических знаний – по всем темам, с использованием указанных выше контрольных вопросов.

7.3. Образец содержания экзаменационного билета (при наличии экзамена по дисциплине)

Донецкий государственный университет
Химический факультет
Кафедра биохимии и органической химии

Программа высшего образования	Программа бакалавриата
Специальность	04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
Профиль подготовки	химия
Форма обучения	очная
Семестр	Девятый
Дисциплина	Химия гетероциклических соединений

Экзаменационный билет № 1

1. Заместительная номенклатура. Названия конденсированных гетероциклических систем.
2. Методы синтеза четырехчленных гетероциклов с одним гетероатомом. Лактоны, лактамы.
3. Нуклеофильное замещение в ряду пиридина. Реакция Чичибабина.

Утверждено на заседании кафедры биохимии и органической химии, протокол № ____ от ____ г.

Заведующий кафедрой

О.В. Баранова

Экзаменатор

М.А. Синельникова

8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Номера разделов	Вид работы	Максимальное количество баллов
Содержательный модуль 1	Организационно-учебная работа	10
	Самостоятельная работа	20
	Модульная контрольная работа	20
	Итого	50
Зачет		50
Общий итог за семестр		100

Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибальной шкале	
		Экзамен, дифференцированный зачет	Зачет
90-100	A	отлично	зачтено
80-89	B	хорошо	зачтено
75-79	C		зачтено
70-74	D	удовлетворительно	зачтено
60-69	E		зачтено
35-59	FX	неудовлетворительно	не зачтено
0-34	F		не зачтено

9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
 - письменные задания оформляются увеличенным шрифтом.
- 2) для глухих и слабослышащих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа;
 - письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;

- экзамен проводится в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

3) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;

- письменные задания выполняются на компьютере;

- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

1) для слепых и слабовидящих:

- в печатной форме увеличенным шрифтом;

- в форме электронного документа;

2) для глухих и слабослышащих:

- в печатной форме;

- в форме электронного документа.

3) для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме;

- в форме электронного документа.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в Главном корпусе ДонГУ (г. Донецк, пр. Гурова, 6). Для проведения лабораторных занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя, выход в Интернет – проводной или с использованием Wi-Fi.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение, представленное в учебно-методическом кабинете Главного корпуса (ауд.405).

Обучающиеся имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине, размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». При изучении дисциплины применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

С использованием ресурсов платформы дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

11. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. Джилкрист Т. Химия гетероциклических соединений. / Изд-во М:"Мир".-1996 - 463 с.
2. Пакетт Л. Основы современной химии гетероциклических соединений. Пер. с англ., под ред. В.Г. Яшунского. / Изд-во М:"Мир". - 1971 - 352 с.
3. Пожарский А.Ф. Теоретические основы химии гетероциклов. / Изд-во М: "Химия". - 1985 -278с.
4. Иванский В.И. Химия гетероциклических соединений. / М: "Высшая школа". - 1978 - 560 с.

Дополнительная

1. Смит В., Бочков А., Кейпл Р. Органический синтез: наука и искусство. / Изд-во М:"Мир". -2001 - 573 с.
2. Вацуро К.В., Мищенко Г.Л. Именные реакции в органической химии. / Изд-во М:"Мир". -1976 - 528 с.
3. Реутов, О.А. Органическая химия: В 4 ч.: Ч.: 4: Учебное пособие для вузов / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2004-2009.
4. С.Вартанян. Синтез основных лекарственных средств. /М. "Мед.-информ. агентство", 2005, 844 с.

12. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Национальная электронная библиотека (НЭБ):** федеральная государственная информационная система / Министерство Культуры РФ;Российская государственная библиотека. – Москва, 2019- . – URL: <https://rusneb.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный, подписка. Необходима установка программного обеспечения. – Текст: электронный.
2. **eLIBRARY.RU:** научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000- . – URL: <https://elibrary.ru/>(дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. –Текст: электронный.
3. Научная электронная библиотека **«КиберЛенинка»:** сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL:<https://cyberleninka.ru/>. – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
4. Электронно-библиотечная система **«Лань»:** [сайт]. – URL:<https://e.lanbook.com>(дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей.– Текст: электронный.
5. **ЭБС Юрайт:** электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://biblio-online.ru>(дата обращения: 01.09.2023).– Режим доступа: дляавторизов. пользователей. – Текст: электронный.
6. **Электронно-библиотечная система ДонГУ:** сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
7. **Электронный каталог** Научной библиотеки ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://library.donnu.ru/catalog/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.
8. **Электронный архив ДонГУ:** раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://repo.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный.

13. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)
2. MicrosoftOffice (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. MicrosoftVisualStudio (лицензия программы DreamSpark для высших учебных заведений)
4. Антивирус Касперского, AdobeAcrobatReader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).