

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор	МИНОВЕРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	
Дата подписания: 07.04.2025 16:21:20 Уникальный программный идентификатор: 04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a8788b832a737	Рабочая программа дисциплины "Химия гетероциклических соединений" по направлению подготовки (специальности) 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия" направленности (профилю) Органическая и биорганическая химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1

## **Рабочая программа дисциплины (модуля)\***

**Химия гетероциклических соединений**

Направление подготовки (специальность)

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Направленность (профиль)

Органическая и биорганическая химия

Присваиваемая квалификация (степень)

Химик. Преподаватель химии.

Форма обучения

очная

Год(ы) набора

\*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Челябинск 2023 г.





## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля)
5. Структура и содержание дисциплины (модуля)
6. Фонд оценочных средств
  - 6.1. Перечень видов оценочных средств
  - 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации
  - 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации
  - 6.4. Критерии оценивания
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
  - 7.1. Рекомендуемая литература
  - 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
  - 7.3. Перечень информационных технологий
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Специальные условия освоения дисциплины обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья



### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью преподавания дисциплины является усвоение студентами химического факультета основных разделов химии гетероциклов – трех, четырех, пяти и шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом, пятичленные и шестичленные гетероциклы с двумя гетероатомами, конденсированные гетероциклы, являющихся базой современной теоретической, экспериментальной химии гетероциклов и технологии многих лекарственных и специальных веществ.

Задачами изучения дисциплины являются:

1. Овладение студентами химического факультета теоретическими основами синтеза и анализа гетероциклических соединений заданной структуры или требуемых свойств.

2. Подготовка специалистов, обладающих знаниями по химии гетероциклических соединений и способных работать в области химии природных соединений, биоорганической химии и биохимии.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов:

УК-1.2. использует критический анализ, систематизацию и обобщение информации для решения проблемной ситуации

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.В.1.08

#### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Для успешного освоения данной дисциплины студент должен знать теоретические основы дисциплин "Кристаллохимия", "Строение вещества", "Органическая химия".

Кристаллохимия

Строение вещества

Органическая химия

#### 2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Знания, умения и навыки, приобретенные в ходе изучения дисциплины «Химия гетероциклических соединений», могут быть использованы при планировании, обсуждении и выполнении экспериментальных работ в ходе научно-исследовательской работы а также для освоения дисциплины "Основы химии природных соединений"

Основы химии природных соединений

Научно-исследовательская работа

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**УК-1: Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий**

**Знать:**

Для достижения УК-1-2 знать: методы сбора, анализа и обобщения информации по заданной теме

**Уметь:**

Для достижения УК-1-2 уметь: уметь систематизировать и обобщать информацию для решения профессиональных задач.

**Владеть:**

Для достижения УК-1-2 владеть: методами обобщения и анализа информации.

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

**3.1 Знать:**

3.1.1 классификацию и номенклатуру гетероциклов; основные методы синтеза гетероциклов и их химические свойства

**3.2 Уметь:**

3.2.1 использовать теоретические знания химии гетероциклов для составления схем синтеза заданных соединений

**3.3 Владеть:**



3.3.1 методами прогнозирования химических свойств гетероциклических соединений

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость	З ЕТ
Часов по учебному плану : 108 в том числе : аудиторные занятия : 36 самостоятельная работа : 68,3 : контактная работа: 39,7 ИКР: 0	Виды контроля в семестрах:  зачеты 8

#### 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	<b>Раздел 1. Введение. Номенклатура гетероциклов. Синтез гетероциклов. Трехчленные и четырехчленные гетероциклы.</b>			
1.1	Введение Номенклатура и классификация гетероциклов /Лек/	8	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
1.2	Трехчленные и четырехчленные гетероциклы /Лек/	8	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
1.3	Номенклатура и синтез гетероциклов Тривиальные названия; система Ганча-Вильдмана и номенклатура IUPAC; заместительная номенклатура. Синтез и свойства трех и четырехчленных гетероциклов /Пр/	8	4	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
1.4	Введение. Номенклатура гетероциклов. Трех и четырехчленные гетероциклы. Синтез гетероциклов / /Ср/	8	8,8	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
1.5	Индивидуальные консультации, текущий контроль /КонтАт/	8	0,9	
	<b>Раздел 2. Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом</b>			
2.1	Фуран, пиррол, тиофен и их производные /Лек/	8	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
2.2	Бензаннелированные производные пиррола (индол, карбазол) Синтез и химические свойства /Лек/	8	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
2.3	Фуран, пиррол, тиофен, индол и их производные Способы получения физические и химические свойства /Пр/	8	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
2.4	Фуран, пиррол, тиофен и их производные. Бензаннелированные производные пиррола, фурана и тиофена /Ср/	8	8,5	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
2.5	Индивидуальные консультации, текущий контроль /КонтАт/	8	0,4	
	<b>Раздел 3. Пятичленные гетероциклы с двумя гетероатомами</b>			
3.1	1,2 и 1,3 Азолы /Лек/	8	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
3.2	Тиазолы, оксазолы /Лек/	8	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3



3.3	1,2 и 1,3 Азолы Способы получения физические и химические свойства /Пр/	8	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
3.4	1,2 Азолы. 1,3 Азолы /Ср/	8	8,5	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
3.5	Индивидуальные консультации, текущий контроль /КонтАт/	8	0,4	
<b>Раздел 4. Пятичленные гетероциклы с тремя гетероатомами</b>				
4.1	1,2,3 1,2,4 Триазолы, 1,2,5 Оксадиазол, 1,2,3 Тиadiaзол /Лек/	8	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
4.2	1,2,3 и 1,2,4 Триазолы, 1,2,5 Оксадиазол, 1,2,3 Тиadiaзол Способы получения физические и химические свойства /Пр/	8	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
4.3	1,2,3 1,2,4 Триазолы, 1,2,5 Оксадиазол, 1,2,3 Тиadiaзол /Ср/	8	8,5	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
4.4	Индивидуальные консультации, текущий контроль /КонтАт/	8	0,4	
<b>Раздел 5. Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом</b>				
5.1	Пирилий ион, пиран, пирон, кумарин, изокумарин, хромон /Лек/	8	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
5.2	Пиридин и его неаннелированные производные /Лек/	8	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
5.3	Пиридин и его производные /Пр/	8	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
5.4	Пиридин и его производные /Ср/	8	8,5	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
5.5	Индивидуальные консультации, текущий контроль /КонтАт/	8	0,4	
<b>Раздел 6. Аннелированные производные пиридина</b>				
6.1	Ион хинолизиния, дибензопиридины /Лек/	8	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
6.2	Хинолин, изохинолин синтез и свойства /Лек/	8	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
6.3	Хинолин, изохинолин. Способы получения физические и химические свойства /Пр/	8	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
6.4	Синтез и свойства хинолина, изохинолина /Ср/	8	8,5	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
6.5	Индивидуальные консультации, текущий контроль /КонтАт/	8	0,4	
<b>Раздел 7. Шестичленные гетероциклы с двумя и более гетероатомами</b>				
7.1	1,2, 1,3 и 1,4 Диазины /Лек/	8	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
7.2	Триазины, тетразины, птеридин, пурин /Лек/	8	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3



Рабочая программа дисциплины "Химия гетероциклических соединений" по направлению подготовки (специальности) 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия" направленности (профилю) Органическая и биоорганическая химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ»				стр. 6
7.3	Диоксан, морфолин, дитиан /Лек/	8	1	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
7.4	1,2, 1,3 и 1,4 Диазины Способы получения физические и химические свойства /Пр/	8	2	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
7.5	1,2 Диазины. 1,3 Диазины. 1,4 Диазины /Ср/	8	8,5	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
7.6	Индивидуальные консультации, текущий контроль /КонтАт/	8	0,4	Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
<b>Раздел 8. Семи и восьмичленные гетероциклы</b>				
8.1	Оксепин, тиепин, азепин, азотин, диазепины /Лек/	8	1	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
8.2	Оксепин, тиепин, азотин, диазепины. Синтез и свойства /Пр/	8	2	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
8.3	Оксепин, тиепин, азотин, диазепины. Синтез и свойства /Ср/	8	8,5	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
8.4	Индивидуальные консультации, текущий контроль /КонтАт/	8	0,4	

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

Задания для контрольной работы  
Задания для домашней работы  
Вопросы для зачета

### 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Примерное содержание домашней работы  
1. Конденсированные пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом  
Индолы  
Синтезы индолов  
Аннелирование пиррольного кольца  
Образование связи C(2)-N  
Циклизация о-хлорацетилариламинов (синтез Сугасава)  
Восстановительная конденсация о-нитрофенилпировиноградной кислоты (синтез Рейсера)  
Восстановительная конденсация 2, β -динитростиролов  
Восстановительная конденсация β -диметиламино-2-нитростиролов (синтез Леймгрубера-Бачо)  
Циклизация о-алкиниланилинов  
Циклизация о-виниланилинов, о-винилнитренов  
Циклизация о-аллиланилинов с участием хлористого палладия  
Каталитическая циклизация (о-аминофенил) алканолов  
Циклизация о-аминобензилкетон. Методы получения о-аминобензилкетон  
Образование связи C(3)-C(3a)  
Синтез Фишера - циклизация арилгидразонов под действием кислых агентов  
Синтез индолов из анилинов и кетосульфидов  
Синтез оксиндолов по Бруннеру  
Синтез индолов по Нениеску - конденсация п-безохинонов с аминокротонатами  
Синтез индолов по Бишлеру - кислотно-катализируемая циклизация β - (ариламино)кетон  
Циклизация галоген-N-аллиланилинов с использованием металлокомплексного катализа  
Окислительная каталитическая циклизация оснований Шиффа  
Циклизация аринов  
Образование связи C(2)-C(3)  
Внутримолекулярная циклизация о-алкиланилинов - синтез Маделунга  
Синтезы с использованием о-алкилфенилизонитрилов



Циклизация о-изоцианостиролов (синтез Фукуяма)  
Электроциклическая циклизация азометинов с СН-кислотной группировкой в орто-положении  
Синтез индолов из о-ациланилидов (синтез Фюрштера)  
Образование связи С (7а)-N  
Циклизация (арилвинил) н итренов  
Реакции, идущие по ариновому механизму  
Образование связей С(3)-С(3а) и С(2)-N  
Аннелирование бензольного кольца к пиррольному  
Одновременное образование бензольного и пиррольного колец  
Трансформация солей 3-нитропиридиния под действием N-алкилкетиминов  
2. Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом  
Пиридины  
Методы синтеза  
Образование связи С- N  
Взаимодействие 1, 5-дикарбонильных соединений с аммиаком  
Циклоконденсация альфа, ω - динитрилов  
Синтез из производных фурана (промежуточное образование кетодиенаминов)  
Рециклизация пирилевых солей. Понятие об ANRORC-механизме  
Образование связи С(2)-С(3)  
Синтез по реакции Дильса-Альдера 1, 3-бутадиенов с нитрилами  
Синтез пиридонов электроциклической термической циклизацией 1, 3-диенацилазидов и изоцианатов  
Образование связи С(3)-С(4)  
Синтез из β - дикарбонильных соединений и цианацетамидов (синтез Гуарешши). Синтез пиридоксина (витамина В6)  
Трансформация 5-нитропиримидинов под действием нитрилов - синтез 2-амино-5-нитропиридинов  
Классическая реакция Дильса-Альдера 1-азабутадиенов с электронодефицитными диенофилами  
Использование реакции Дильса-Альдера с обратными электронными требованиями.  
Реакции 1-азадиенов с электроноизбыточными диенофилами  
Использование азадиеновой системы 5-нитропиримидина  
Одновременное образование связей С(2)-С(3) и С(4)-С(5)  
Диеновый синтез с использованием 2-азабутадиенов  
Использование 2-азадиеновой системы 1, 2, 4-триазина  
Использование 2-азадиеновой системы 1, 3-оксазин-6-она  
Использование 2-азадиеновой системы 2-(1H)- пиазинона  
Использование диеновой системы оксазола  
Образование связей С(3)-С(4) + С(4)-С(5) + С-N  
Синтез 1, 4-дигидропиридинов по Ганчу - трехкомпонентная конденсация альдегида, 1, 3-дикарбонильного соединения и аммиака  
Соли пирилия и пироны  
Методы синтеза  
Образование связи С-О  
Синтез из 1, 5-дикарбонильных соединений: получение солей пирилия, β - и γ - пионов в зависимости от строения исходных соединений  
Образование связей С(3)-С(4) + С(4)-С(5) + С-О  
Бисацилирование олефинов и их предшественников в сильноокислых средах  
Бисацилирование кетонов - синтез гамма - пионов  
Образование связей С(3)-С(4) и С-О  
Синтез γ - пионов конденсацией Кляйзена этилового эфира фенилпропиоловой кислоты с ацетоном  
Синтез 2, 6-диметил- γ - пиона из уксусного ангидрида в ПФК  
Образование связей С(4)-С(5) и С-О  
Синтез кумалиновой кислоты (5-карбоки- γ - пиона) самоконденсацией формилуксусной кислоты

Примерные задания для контрольных работ  
1. Номенклатура, строение и изомерия  
Задача 1.  
Напишите структурные формулы следующих соединений  
а) иодистый N-метилпиридиний, 2,5-диметилфуран  
Задача 2.  
Напишите структурные формулы возможных изомеров (не менее 3-х) следующих соединений. Дайте им названия, обозначая положения заместителей буквами или цифрами:  
а) метилпиррола



## 2. Способы получения

### Задача 3.

Общим методом получения пятичленных гетероциклов и их производных является циклизация 1,4-дикарбонильных производных. Напишите реакции получения из соответствующего 1,4-дикарбонильного соединения следующих гетероциклов, укажите условия реакции.

а) 2,5-диметилпиррол

### Задача 4.

4.1. Взяв в качестве исходных следующие соединения, получите по Скраупу, Дебнеру-Миллеру, Комбо или Кнорру соответствующие производные хинолина.

а) глицерин, серная кислота, анилин, нитробензол

4.2. Укажите исходные вещества и напишите подробную схему получения по Скраупу следующих соединений:

а) 8-гидроксихинолин

Задача 5. Замещенное индольное кольцо образуется в результате перегруппировки Фишера, происходящей при действии протонных и апротонных кислот на арилгидразоны альдегидов или кетонов.

5.1. Какие исходные арилгидразоны и карбонильные соединения необходимо взять, чтобы по реакции Фишера получить следующие вещества? Все реакции напишите.

а)  $\alpha$ -метилендол

5.2. Получите арилгидразон из следующих веществ и подвергните его перегруппировке Фишера. Назовите полученное вещество.

а) о-метоксифенилгидразин и метилфенилкетон;

## 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

### Примерные вопросы для зачета

1. Нумерация атомов в цикле. Обозначение названий гетероатомов и порядок их перечисления в систематическом названии соединения. Систематическая номенклатура моноциклических ароматических и неароматических гетероциклических соединений и соответствующих одновалентных радикалов. Тривиальные названия важнейших пяти- и шестичленных гетероциклических систем.
2. Систематическая номенклатура полициклических ароматических гетероциклических соединений; тривиальные названия важнейших представителей конденсированных (бензannelированных) гетероциклов.
3. Оксиран и оксетан. Синтез из галогеноспиртов, этилена, альдегидов.
4. Азиридин. Свойства: взаимодействие аммиаком, алкилгалогенидами, нитрозилхлоридом.
5. Азетидин. Синтез из галогенэтиламина и иминов. Свойства: взаимодействие азетидинона 2 с аммиаком и водой.
6. Оксиран. Свойства: присоединение воды и спирта, аммиака, изомеризация, взаимодействие с трифенилфосфином.
7. Оксетан. Свойства: взаимодействие с аммиаком, метанолом, хлороводородом.
8. Тиран. Синтез циклизацией тиолов. Свойства: взаимодействие с аминами, трифенилфосфином, окисление тирана.
9. Тиетан. Синтез из галогентиолов. Свойства окисление тиетана.
10. Фуран и его производные. Синтез и химические свойства
11. Пиррол и его производные. Синтез и химические свойства
12. Тиофен и его производные. Синтез и химические свойства
13. Бензannelированные производные пиррола (индол, карбазол): Синтез и химические свойства
14. Пиразол. Синтез из ацетилена, 1,3 дикарбонильных соединений. Свойства: кислотнo-основные, взаимодействие с алкилгалогенидами, нитрование, сульфирование.
15. Имидазол. Синтез из 1,2 дикарбонильных соединений, гидроксикетонов. Свойства: прототропная таутомерия, нитрование, сульфирование, взаимодействие с перекисью водорода.
16. 1,2,3 Триазол. Синтез из азидов, дигидразонов. Свойства: аннулярная таутомерия, бромирование, взаимодействие с галогенангидридами кислот, фотолиз.
17. 1,2,4 Триазол. Синтез Эйхнера-Брунера, Пеллец-Зари, из диацетилгидразинов. Свойства бромирование, ацилирование, таутомерия.
18. 1,2,5 Оксадиазол. Синтез из диоксимов. Свойства: окисление замещенных фуразанов, взаимодействие с электрофильными реагентами, гидроксидом натрия.
19. 1,2,3 Тиadiaзол. Синтез Харда-Мори. Свойства взаимодействие со щелочами, фотолиз.
20. Тиазол. Синтез Ганча, из галогензамещенных карбонильных соединений, синтез Кука-Хейлбронера, синтез Габриэля. Свойства: взаимодействие с кислотами, алкилгалогенидами, амидом натрия, преоксикислотами.
21. Оказол. Синтез из ациламинокетонов, синтез Блюмлейна-Леви, диазокарбонильных соединений. Свойства: нитрование, взаимодействие с аммиаком, фотоокисление.
22. Изоксазол. Синтез Кляйзена. Свойства: нитрование, сульфирование, взаимодействие со щелочами, взаимодействие с натрием в жидком аммиаке.
23. Пирилий ион. Синтез из дикарбонильных соединений, синтез Балабана. Свойства: взаимодействие с водным раствором щелочи, нитрование и сульфирование тридиалкиламинопирилий иона.



24.  $\alpha$  Пирон. Синтез из алкинонов, эфира кротоновой кислоты. Свойства взаимодействие с малеиновым ангидридом, аммиаком, бромирование при разных температурах.
25. Кумарин. Синтез по реакции Перкина, из фенолов, синтез Кневенагеля. Свойства: бромирование, азосочетание, нитрование, сульфирование.
26. Изокумарин. Синтез из производных гомофталевой кислоты, о-карбоксифенилглицериновой кислоты. Свойства: взаимодействие с аммиаком, магнийорганическими соединениями.
27. Хромон. Синтез: конденсация Кляйзена, из о-гидроксидаренов. Свойства: взаимодействие с гидросиламином в нейтральной и щелочной средах, конденсация с ароматическими альдегидами.
28. Ион хинолизидиния. Синтез Вестфала, из алкилметилпиридинов. Свойства: бромирование, взаимодействие с сульфидом натрия, со вторичными аминами, реактивами Гриньяра.
29. Дибензопиридины. Синтез Ульмана, Бернтшейна, из ациламинобифенилов. Свойства: нитрование акридина и фенантридина, взаимодействие акридина с амидом натрия, окисление акридина бихроматом калия, перманганатом калия в щелочной среде, окисление фенантридина озоном.
30. Фосфобензол. Синтез Маркла, из станноциклогексадиена 1,4. Свойства: взаимодействие с гексакарбонил хромом, гексафторбутином-2.
31. 1,4 Диоксан. Синтез из 3 оксапентандиола, синтез Вильямсона, 3 оксо дигалогенпентана, оксирана. Свойства: хлорирование, взаимодействие с хлорангидридами кислот.
32. 1,3 Диоксан. Синтез из 1,3 диолов, глицерина, синтез Принса. Свойства: гидролиз, нагревание.
33. Пиридин. Синтез и химические свойства. Пиридиновый атом азота и его роль в ароматической системе молекулы.
34. Хинолин. Синтез Скраупа, Дебнера-Миллера, Фридендера, Физенгера, Комбе, Кнорра, Кулиша. Свойства: взаимодействие с алкилгалогенидами, нитрование (нитрующая смесь,  $Zr(NO_3)_4$ ), бромирование (в серной кислоте, пиридине, с  $AlCl_3$ ), сульфирование, взаимодействие с амидом натрия и гидроксидом калия, реакция Рейсера, окисление перманганатом калия (кислая и щелочная среды), взаимодействие с пероксикислотами.
35. Изохинолин. Синтез Бишлера-Напиральского, из гомофталевого альдегида, Фрица –Померанца. Свойства: нитрование, сульфирование, взаимодействие с амидом натрия и гидроксидом калия, окисление перманганатом калия в нейтральной и щелочной средах.
36. Пиридазин. Синтез из 1,4 дикарбонильных соединений, кетокарбоксильных кислот, по реакции Дильса-Альдера. Свойства: взаимодействие с реактивами Гриньяра и литийорганическими соединениями.
37. Пиримидин. Синтез Пиннера, из кетоэфиров, цианоацетоэфиров. Свойства: алкилирование, нитрование, взаимодействие с литийорганическими соединениями.
38. Пиразин. Синтез циклоконденсация 1,2 дикарбонильных соединений, конденсация аминокарбонильных соединений, циклоконденсация фосфозинилкетон, синтез Бучи. Свойства галогенирование, аминирование, алкилирование и ацилирование, окисление.
39. Пурин. Синтез Траубе, из формамида. Свойства: алкилирование, взаимодействие с амидом калия.
40. Птеридин (почему так назван?) Синтез Габриэля- Исайя, Тиммиса. Свойства Протонирование, алкилирование, отношение к окислителям и кислотам. Фолиевая кислота (синтез, почему так названа?).
41. 1,2,3 Триазин. Синтез окисление аминопиразолов, перегруппировка циклопропенилазидов. Свойства гидролиз, окисление.
42. 1,2,4 Триазин. Синтез циклоконденсация 1,2, дикарбонильных соединений с амидами гидразонов и семикарбозидом, циклоконденсация кетокарбоксильных кислот с амидами гидразонов, циклоконденсация ациламинокетон с гидразином. Свойства реакция Дильса-Альдера.
43. 1,3,5 Триазин. Синтез тримеризация нитрилов, циклоконденсация ациламидинов с амидами. Свойства электрофильное замещение, нуклеофильное замещение, с малоновым эфиром.
44. Оксепин. Синтез из 3,4 дибром 7 оксобцикло(4,1,0) гептана, окисление циклогексанона. Свойства таутомерия, реакция Дильса-Альдера, трансформация в фенол.
45. Тиепин. Синтез циклоприсоединение аминзамещенных тиофенолов к алкинам, из соли тииниума, циклизация (2 (фенилсульфонил)фенил) уксусной кислоты, таутомерия.
46. Азепин. Таутомерные формы Синтез Хафнера – Львовского, пиролиз арилизидов, циклизация азотриенов. Свойства преобразование под действием света.
47. 1,2 Диазепин. Таутомерные формы. Синтез циклизация диазопентадиенов 2,4, изомеризация N замещенных пиридинов под действием света, из солей пирилия и тииниума.
48. 1,4 Диазепин. Синтез из этилендиамина, конденсация диаминоаренов с дикетонами, из 1,2 дигидро 3,1 бензоксазиндиона и пролина.

#### 6.4. Критерии оценивания

Проверка качества усвоения знаний студентов по данной дисциплине включает в себя: текущий контроль и промежуточную аттестацию.

Текущий контроль включает в себя контрольную работу и домашнее задание.



**Критерии оценивания контрольных работ**

Для получения оценки зачтено необходимо правильно выполнить 2/3 заданий.

**Критерии оценивания домашней работы**

Оценка зачтено выставляется если работа выполнена верно и в установленный срок. При написании использовались монографии или научные статьи.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета в конце семестра. На подготовку ответов отводится не более 120 мин. Для получения зачета студент в течение семестра должен выполнить домашнее задание, написать две контрольные работы и посетить не менее 90% семинарских занятий. Если по уважительным причинам студент не в полном объеме выполнил выше перечисленные требования, то – сдает зачет по вопросам.

**Критерии оценки вопросов зачета**

В билете содержится три теоретических вопроса и одно практическое задание.

**Оценка «Зачтено»** выставляется если на теоретические вопросы даны исчерпывающие ответы. Практическое задание решено правильно и полностью. Допускаются незначительные неточности.

**Оценка «Не зачтено»** выставляется если не на все вопросы даны ответы или допущены грубые ошибки. Практическое задание не решено.

**7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**7.1. Рекомендуемая литература**

**7.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л1.1	Берестовицкая В. М., Липина Э. С.	Химия гетероциклических соединений: учебное пособие для вузов ( <a href="https://e.lanbook.com/book/302210">https://e.lanbook.com/book/302210</a> )	Санкт-Петербург : Лань, 2023	ЭБС
Л1.2	Галочкин А. И., Ананьина И. В.	Гетерофункциональные и гетероциклические соединения: учебное пособие ( <a href="https://e.lanbook.com/book/206132">https://e.lanbook.com/book/206132</a> )	Санкт-Петербург : Лань, 2022	ЭБС

**7.1.2. Дополнительная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л2.1	Джоуль Дж., Миллс К., Карчава А. В., Зайцева Ф. В., Юровская М. А.	Химия гетероциклических соединений: [учебные пособия]	Москва : Мир, 2004	7 экз Абонемент учебной литературы (2) корпус
Л2.2	Джилкрест Т., Карчава А. В., Зайцева Ф. В., Юровская М. А.	Химия гетероциклических соединений: [учебные пособия]	Москва : Мир, 1996	7 экз Абонемент учебной литературы (2) корпус

**7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"**

Э1	Лань [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Лань e.lanbook.com
Э2	Университетская библиотека онлайн [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / ООО Директмедиа Паблишинг biblioclub.ru
Э3	Юрайт [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Юрайт biblio-online.ru

**7.3 Перечень информационных технологий**

**7.3.1 Программное обеспечение**

Adobe Connect Acrobat

LMS Moodle

MS Office365

**7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы**



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Рабочая программа дисциплины "Химия гетероциклических соединений" по направлению подготовки (специальности) 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия" направленности (профилю) Органическая и биоорганическая химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 11

1. Электронный каталог научной библиотеки ЧелГУ [Электронный ресурс]: база данных / Челяб. гос. ун-т. - Челябинск, 1992 - .
2. ChemNet [Электронный ресурс] : интернет-портал фундаментального химического образования России. - URL: [www.chem.msu.ru](http://www.chem.msu.ru), свободный.
3. ChemPort.Ru, ММП-ММХV [Электронный ресурс] : химический интернет-портал - URL: [www.chemport.ru](http://www.chemport.ru) , свободный.
4. Элементы [Электронный ресурс] : научно-популярный портал. – URL:[www.elementy.ru](http://www.elementy.ru), свободный.
5. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (<https://elibrary.ru/defaultx.asp?>) eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL: <https://elibrary.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.
6. Президентская библиотека (<https://www.prlib.ru/>) Президентская библиотека : электронная национальная библиотека : сайт / ФГБУ Президентская библиотека имени Б. Н. Ельцина. – СанктПетербург, 2009 – . – URL: <https://www.prlib.ru/>. – Текст : электронный.
7. Web of Science (<https://apps.webofknowledge.com>) Web of Science : мультисциплинарная реферативная база данных / компания Thomson Reuters. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.

#### 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для реализации дисциплины используются учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения.

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:

Основное оборудование:

Количество посадочных мест – 50, учебная мебель, мультимедийный Проектор EPSONEB-X41, экран с электроприводом Lumen, активная акустическая система Microlabsolo-6с, ПК INTEL E 2140 ФОРМОЗА МОНИТОР TFT 17" Acer 1716 Fs(700;1.5ms, 1280x1024), компьютер для работ с деловыми и аналитическими программами Монитор TFT17"LGL1718S.

Учебно-наглядные пособия:

Мультимедийная презентация, таблица Менделеева.

Программное обеспечение:

MS Windows XP Professional SP2 для ВУЗов. Лицензии бессрочные. Гос. Контракт № 300 от 08.10.2008 г., MSOffice 2007. Лицензии бессрочные. Лицензия № 44664774 от 09.04.2008г., ПО «Антивирус Касперского» Лицензионный договор № 1013/К-2773 от 11.12.2017г.

2. Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, для проведения групповых консультаций, индивидуальных консультаций, для текущего контроля и промежуточной аттестации

Основное оборудование: учебная мебель, доска ученическая обычная, настенная, мультимедийное интерактивное оборудование: мультимедийный проектор, экран с электроприводом, акустическая система.

3. Помещения для самостоятельной работы

Читальный зал № 1 ауд. 205.

Основное оборудование:

Количество посадочных мест – 50, 5 персональных компьютеров с подключением в сеть «Интернет», неограниченный доступ к ЭБС и БД, учебная мебель, кондиционер.

Программное обеспечение:

Microsoft Windows 10 Pro. (Лицензии бессрочные. Договор № АЭ-223/28/18), Microsoft Office 2016 Pro (Лицензии бессрочные. Договор № АЭ-223/28/18), Консультант Плюс (Соглашение о сотрудничестве № 31 от 20.05.2003 с региональным информационным центром общероссийской сети распространения правовой информации), ПО «Антивирус Касперского» (Лицензионный договор № 1013/К-2773 от 11.12.2017 г.).

Помещение для самостоятельной работы: Информационно-библиографический отдел.

Основное оборудование:



Количество посадочных мест – 24, учебная мебель, 7 персональных компьютеров с подключением в сеть «Интернет», неограниченный доступ к ЭБС и БД.

Иные, удобные для обучающегося, помещения для самостоятельной работы с компьютерной техникой и с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно- образовательную среду университета

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Проверка качества усвоения знаний студентов по данной дисциплине включает в себя: текущий контроль и промежуточную аттестацию.

Текущий контроль включает в себя контрольную работу и домашнее задание. Промежуточная аттестация проводится в форме зачета в конце семестра.

Для получения зачета студент в течение семестра должен выполнить домашнее задание, написать две контрольные работы и посетить не менее 90% семинарских занятий. Если по уважительным причинам студент не в полном объеме выполнил выше перечисленные требования, то – сдает зачет по вопросам. На подготовку ответов на вопросы билета отводится не более 120 мин. В билете содержится три теоретических вопроса и одно практическое задание.

Основными видами самостоятельной работы являются: работа с бумажными источниками информации (конспектом, книгой, методическими указаниями), работа с источниками сети Интернет.

Изучать курс рекомендуется по темам в соответствии с программой (расположение материала в программе курса не всегда совпадает с расположением его в том или ином учебнике, но соответствует тематике лекционных занятий) постепенно, в течение семестра. Не следует переходить к изучению последующей темы, пока материал предыдущей темы не усвоен.

Изучать материал, относящийся к данной теме, следует по одному или нескольким из рекомендованных учебников. Для поиска необходимых сведений в учебнике можно использовать предметный указатель в конце книги.

При изучении материала по конспектам лекций следует обращать внимание на приводимые в лекциях ссылки сети Интернет.

Студенту следует больше “экспериментировать” с ними, изучать справочную систему, различные возможности и сервисы соответствующих сайтов. Особое внимание необходимо уделять англоязычным ресурсам, поскольку подавляющее большинство научной информации публикуется на английском языке. При знакомстве с подобными ресурсами не следует “бояться” английского языка, при наличии затруднений желателен пользоваться онлайн переводчиками и/или словарями.

Перед осуществлением любого поиска информации следует тщательно продумать стратегию: внимательно подходить к выбору ключевых слов, заранее продумать их логические комбинации, ознакомиться со справочной системой того или иного инструмента поиска и т.д. В процессе поиска необходимо обращать внимание на релевантность выдаваемых в процессе поиска документов. При поиске информации в реферативных базах данных желателен запоминать/записывать фамилии авторов работающих по интересующей студента тематике и осуществлять поиск других работ данных авторов. После каждого поиска необходимо детально фиксировать информацию о найденных документах (указывать, когда искали, где искали, какие ключевые слова использовали и т.д.).

В случае применения при изучении дисциплины электронного обучения, дистанционных образовательных технологий общение обучающихся и преподавателя осуществляется в режиме реального времени (онлайн-лекции (вебинары), чаты, видеоконференции и др.) или отложенного времени (система дистанционного обучения Moodle, MS Office365, форумы, электронная почта и др.).

Большую часть времени обучающиеся самостоятельно работают с учебно-методическими материалами. Студенты имеют возможность консультироваться с преподавателем по всем вопросам, возникающим в ходе самостоятельной работы посредством электронной почты, социальных сетей и т.п.

Доступ обучающегося к учебным ресурсам в режиме отложенного времени, самостоятельной работы осуществляется через сеть Интернет в удобном для него месте, времени и темпе».

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение, дистанционные образовательные технологии предусматривают возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Реализация дисциплины с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (далее – ЭО, ДОТ) осуществляется на основании «Положения о реализации основных и дополнительных образовательных

## 10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием специальных технических средств и голо информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося.

1. Мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения: портативный компьютер



с вводом/выводом шрифтом Брайля с синтезатором речи «EiBraille-W14J G2»; ноутбуки с программой экранного доступа NVDA; электронные увеличители для удаленного просмотра; видеоувеличители портативные; тифлоплеер; цифровые диктофоны.

2. Мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями слуха: система свободного звукового поля со встроенной совместимостью с FM-устройствами; радиоклассы «Сонет-PCM» с передатчиком, заушным индуктором и индукционной петлей; система информационная для слабослышащих переносная «Исток» А2 со встроенным плеером – звуковым информатором; документ-камера; программируемые слуховые аппараты индивидуального пользования.

3. Ассистивные информационные технологии: программное обеспечение экранного доступа с синтезом речи NVDA; программы экранного увеличения; программы речевого синтеза для компьютеров и ноутбуков; программы речевого синтеза для мобильных устройств; экранная клавиатура; экранная лупа.

При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации NVDA, речевые синтезаторы, экранные лупы).

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся инвалидов и обучающихся с ограниченными возможностями здоровья. В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается соответствующее количество мест для обучающихся с учетом нарушений их здоровья.

Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется доступ к печатным источникам, имеющимся в научной библиотеке ЧелГУ, с помощью специальных технических средств; доступ к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах, с помощью специальных технических и программных средств (рабочее место для незрячего пользователя с программным обеспечением экранного доступа с синтезом речи NVDA, рабочее место с компьютерным роллером и клавиатурой Clevy с большими кнопками и с разделяющей клавиши накладкой).

Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме шрифтом Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий (Moodle, Adobe Connect Pro и пр.).

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья используется индивидуальная работа. Под индивидуальной работой подразумевается две формы взаимодействия с преподавателем: индивидуальная учебная работа (консультации), т.е. дополнительное разъяснение учебного материала и углубленное изучение материала с теми обучающимися, которые в этом заинтересованы, и индивидуальная воспитательная работа. Индивидуальные консультации направлены на индивидуализацию обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или обучающимся с ограниченными возможностями здоровья.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине обеспечивается выполнение следующих дополнительных требований в зависимости от индивидуальных особенностей, обучающихся:

- а) инструкция по порядку проведения процедуры оценивания предоставляется в доступной форме (устно, в письменной форме, в письменной форме шрифтом Брайля, устно с использованием услуг сурдопереводчика);
- б) доступная форма предоставления заданий оценочных средств (в печатной форме, в печатной форме увеличенным шрифтом, в печатной форме шрифтом Брайля, в форме электронного документа, задания зачитываются ассистентом, задания представляются с использованием сурдоперевода);
- в) доступная форма предоставления ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно шрифтом Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Рабочая программа дисциплины "Химия гетероциклических соединений" по направлению подготовки (специальности) 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия" направленности (профилю) Органическая и биоорганическая химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 14

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. Эти средства могут быть предоставлены ЧелГУ или могут использоваться собственные технические средства. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на задания, процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов. Проведение процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.