

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

Заведующий кафедрой
органической химии



Х.С. Шихалиев
26.05.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.08 Химия гетероциклических соединений

1. Код и наименование направления подготовки/специальности: 04.04.01 Химия
2. Профиль подготовки/специализация: органическая химия
3. Квалификация (степень) выпускника: магистр
4. Форма обучения: очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:
1003 кафедра органической химии
6. Составители программы: Потапов Андрей Юрьевич, д.х.н., доцент
7. Рекомендована: НМС химического факультета, протокол № 4 от 25.04.2023
8. Учебный год: 2023-2024 Семестр(ы)/Триместр(ы): 1

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Цель данного курса - создание основы для понимания строения и превращений химии гетероциклических соединений с учетом того, что типы реакций и факторы, влияющие на их протекание, вытекают из самой органической химии, и поэтому едины для органической химии и химии гетероциклических соединений. Задачи состоят в том, чтобы магистранты овладели навыками планирования химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования гетероциклических соединений; усвоили базовые возможности использования новых технологий при проведении научных исследований в области химии гетероциклов.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Курс входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений (дисциплины). Магистрант для освоения курса должен быть знаком с основами:

- 1) органической химии
- 2) физической химии
- 3) фармацевтической химии
- 5) химических основ биологических процессов
- 7) химии высокомолекулярных соединений
- 8) медицинской химии.

Студент должен иметь представления о методах синтеза органических соединений, методах анализа, а также математических методах в химии и биологии (ПК-2.1, ПК-2.2)

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-2	Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в области химии высокомолекулярных соединений аналитической и органической химии	ПК-2.1	Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий	знать: фундаментальные разделы химии, касающиеся строения, номенклатуры, спектральных свойств, кислотно-основных свойств гетероароматических соединений; основные подходы синтеза, основные физические и химические свойства гетероциклических соединений уметь: квалифицированно давать оценку реакционной способности гетероциклических соединений, исходя из их строения владеть: навыками использования химического и физико-математического аппарата, необходимого для профессиональной деятельности; соотнесения свойств органического соединения с его структурой; рациональной схемы при выборе алгоритма методов синтеза и идентификации органических соединений
		ПК-2.2	Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 2/72.

Форма промежуточной аттестации – зачет.

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость			
		Всего	По семестрам		
			1 семестр	№ семестра	...
Аудиторные занятия		36	36		
в том числе:	лекции	18	18		
	практические	18	18		
	лабораторные				
Самостоятельная работа		36	36		
в том числе: курсовая работа (проект)		-	-		
Форма промежуточной аттестации (экзамен – 36 час.)					
Итого:		72	72		

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
1. Лекции			
1.1	Номенклатура гетероциклических соединений	Общие правила названия гетероциклических соединений. Трех-, четырех-, пяти-, шести-, семичленные гетероциклы. Тривиальные названия. Последовательность названия гетероатомов для полигетероатомных соединений. Нумерация атомов в цикле. Название гидрированных производных основных гетероциклических систем. Основные правила номенклатуры полициклических соединений. Номенклатура линейно связанных гетероциклов. Название конденсированных гетероциклических систем. Правила названия спиросочлененных гетероциклических соединений. Выбор характеристической группы для производных гетероциклических соединений.	Химия гетероциклических соединений копия 1 https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4710
1.2	Общие подходы к синтезу гетероциклических соединений	Понятия «электрофил» и «нуклеофил». Систематизация подходов к синтезу гетероциклических соединений. Реакции циклизации и циклоприсоединения. Реакции алкилирования, ацилирования, присоединения, элиминирования в синтезе гетероциклов. Примеры синтезов. [2+2],[3+2],[4+2] – циклоприсоединение. Примеры синтезов.	
1.3	Методы синтеза и свойства моноциклических гетероциклов	Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Кислотные свойства пиррола и их использование в синтезе. Реакции гидрирования и окисления. Пиррольный цикл как структурная единица природных соединений. Индол и его производные. Основные химические свойства и производные. Пятичленные гетероциклы с несколькими гетероатомами Шестичленные гетероциклы. Пиридин и	

		его гомологи, изомерия и номенклатура. Хинолин и его простейшие производные. Методы синтеза. Сходства и различия химических свойств хинолина и пиридина. Изохинолин. Шестичленные азотистые гетероциклы с двумя гетероатомами. Пиримидин. Способы построения. Сходство и различия химических свойств пиридина и пиримидина. Урацил, тимин, цитозин, пурин, аденин, гуанин	
1.4	Методы синтеза и свойства линейно связанных гетероциклических систем	Примеры линейно связанных гетероциклических систем, содержащих пяти- и шестичленные циклы. Азотсодержащие линейно связанные гетероциклические системы: пиразолилимидазолы, пиразолилтриазолы, триазолилпиримидины, пиридилилпиримидины и т.д. Примеры синтезов, взаимное влияние гетероциклических фрагментов на свойства друг друга. Кислород- и серусодержащие линейно связанные гетероциклы.	
1.5	Методы синтеза и свойства конденсированных гетероциклических соединений	Примеры конденсированных гетероциклических систем, содержащих пяти- и шестичленные циклы. Азотсодержащие конденсированные гетероциклические системы: пирролопиразолы, пиразолотриазолы, триазолопиримидины, пиридинопиримидины и т.д. Примеры синтезов, взаимное влияние гетероциклических фрагментов на свойства друг друга. Кислород- и серусодержащие конденсированные гетероциклы.	
1.6	Методы синтеза и свойства спиросочлененных гетероциклических соединений	Примеры спиросочлененных гетероциклических систем, содержащих пяти- и шестичленные циклы. Азотсодержащие спиросочлененные гетероциклические системы. Стереохимия спироциклов. Примеры синтезов.	
1.7	Мезоионные гетероциклические соединения.	Оксадиазолийолаты-5 (сидноны). Способы получения сиднонов. Химические свойства	
2. Практические занятия			
2.1	Предмет химии гетероциклических соединений, ее задачи	Классификация, распространение в природе и области применения гетероциклических соединений. Основные структурные типы: пиридиновый, пиррольный, борепиновый атомы в гетероциклах. Длины связей, эффекты кольцевых токов и химические сдвиги в спектрах ЯМР ¹ H.	Химия гетероциклических соединений копия 1 https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4710
2.2	Основы синтеза гетероциклических соединений	Реакция замыкания цикла. Типы реакций: а) нуклеофильное замещение при насыщенном атоме углерода; б) нуклеофильное присоединение к насыщенному атому углерода; в) мнуклеофильное присоединение / элиминирование. (Электрофильное	

		ароматическое замещение, нуклеофильное ароматическое замещение).
2.3	Циклы большого размера. Принципы макроциклизации.	Синтез лактонов с большими размерами кольца в качестве прекурсоров природных антибиотиков. 1. Метод высокого разбавления Циглера (Ziegler). 2. Активизация кислотной группы (введение легко уходящих групп: с помощью смешанных ангидридов двух кислот, тиоэфиров, ариловых эфиров). 3. Активизация плохо уходящих групп. Применение реакции Mitsunobu в лактонизации.
2.4	Электроциклические реакции.	Типы электроциклических реакций: - четырех электронные: а) в 1,3-диполе; б) гетеродиене. - шести электронные а) в 1,5-диполе; б) в гетерогексатриене. Объяснение стереохимии реакции электроциклического замыкания и раскрытия циклов. Теория сохранения орбитальной симметрии Вудворда и Гофмана. Экспериментальное подтверждение Хьюгенса. Конротаторная и дисротаторная циклизация, стереохимия процессов. Реакции циклоприсоединения. Типы реакций циклоприсоединения.
2.5	Пирролы, фураны и тиофены	Синтезы пиррольных соединений: Синтезы кольца: из 1,4-дикарбонильных соединений и аммиака или первичных аминов; Синтез Пааля-Кнорра. Из аминокарбонильных соединений и активированных кетонов. Синтез Кнорра. Из галогенкарбонильных соединений. Синтез Ганча. Из тозилметилизоцианата и ненасыщенных эфиров или кетонов и из изоцианоацетатов и α,β -ненасыщенных нитро соединений. Синтез ван Лаусена. Синтез Бартон ? Зарда. Из 1,3-дикарбонильных соединений и глицидных эфиров. Синтез Кеннера. Из алкинов и оксидо-оксазолинов. Некоторые современные методы: из ацетоксидиметилгидразонов и силильных енольных эфиров. Из альдегидов, аминов и нитроалканов.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Номенклатура гетероциклических соединений	2	2		6	10
2	Общие подходы к синтезу гетероциклических соединений	2	2		4	8
3	Методы синтеза и свойства моноциклических гетероциклов	3	4		4	11
4	Методы синтеза и свойства линейно связанных	4	2		6	12

	гетероциклических систем					
5	Методы синтеза и свойства конденсированных гетероциклических соединений	4	2		6	12
6	Методы синтеза и свойства спиросочлененных гетероциклических соединений	2	2		6	10
7	Мезоионные гетероциклические соединения.	1	2		4	7
	Итого:	18	18		36	72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Работа с конспектами лекций, презентационным материалом, выполнение практических заданий. Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом их индивидуальных психофизических особенностей и в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

Для лиц с нарушением слуха информация по учебной дисциплине предоставляется на бумажном или электронном носителе. На лекционных и практических занятиях при необходимости допускается присутствие ассистента, а также, сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости, время подготовки на экзамене может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а также использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). На лекционных и практических занятиях при необходимости допускается присутствие ассистента. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам. При необходимости, время подготовки на экзамене может быть увеличено.

Лица с нарушениями опорно-двигательного аппарата с учетом состояния их здоровья часть занятий может быть реализована дистанционно. Лица с нарушениями опорно-двигательного аппарата с учетом состояния их здоровья часть занятий может быть реализована дистанционно. Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях, при необходимости процедура зачета может быть реализована дистанционно.

При реализации дисциплины с использованием дистанционных образовательных технологий используются инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (Химия гетероциклических соединений копия 1 <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4710>), сервисы видеоконференций (Zoom, Discord и др.), электронная почта, мессенджеры и соцсети.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Травень В.Ф. Органическая химия / В.Ф. Травень. – М. : Бинوم, 2013. - т.1 . - 368 с.; т.2 – 520 с., т.3 – 393 с.
2	Носова Э. Ф. Химия гетероциклических биологически активных веществ : учебное пособие / Э.Ф. Носова. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. - 204 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275817&sr=1

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Гетероциклические соединения : учебно-методическое пособие для вузов / Воронеж. гос. ун-т; [сост.: Х.С. Шихалиев, М.Ю. Крысин, Н.В. Столповская] .— Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2009

	.— 70 с.
2	Современные методы синтеза гетероциклических соединений : учебно-методическое пособие для вузов / Воронеж. гос. ун-т ; [сост.: Х.С. Шихалиев и др.] .— Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2009 .— 21 с.
3	Джоуль Дж. Химия гетероциклических соединений / Дж. Джоуль, К. Миллс. - М. : Мир, 2004. - 728 с.
4	Джоуль Дж. Основы химии гетероциклических соединений / Дж. Джоуль, Г. Смит. - М. : Мир, 1975. - 398 с.
5	Физико-химические методы в химии гетероциклических соединений / под редакцией А.Р. Катрицкого. – М. : Химия, 1966. – 657 с.
6	Гетероциклические системы на основе производных гуанидина и его структурных аналогов / Д.В. Крыльский [и др.] – Воронеж : ВГУ, 2006. – 200 с.
7	Солдатенков А.Т. Основы органической химии лекарственных средств / А.Т. Солдатенков, Н.М. Колядина, Н.В. Шендрик. – М. : Химия, 2001. – 192 с.
8	Васильева Н.В. Номенклатура IUPAC органических соединений / Н.В. Васильева. – М. : Высшая школа, 1975. – 116 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
1	Научная электронная библиотека. — < http://www.elibrary.ru >
2	Электронная библиотека Воронежского государственного университета. — < http://www.lib.vsu.ru >
3	Официальное электронное издание Химического факультета МГУ в Интернет. — < http://www.chemnet.ru >
4	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" . — < http://window.edu.ru >
5	Информационная система . — < http://biblioclub.ru >
6	«Электронный университет ВГУ» Химия гетероциклических соединений копия 1 https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4710

* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Гетероциклические соединения : учеб.-метод. пособие для вузов / А.Ю. Потапов, Х.С. Шихалиев, М.Ю. Крысин, Н.В. Столповская. – Воронеж : ВГУ, 2019. – 96 с.
2	Крыльский Д.В. Лекарственные вещества с гетероциклической структурой : учеб. пособие по фарм. химии. / Д.В. Крыльский, А.И. Сливкин. – В. : ВГУ, 2007. – 231 с.

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

При реализации дисциплины применяются различные типы лекций (вводная, обзорные, тематические, проблемные) и лабораторные занятия. Для самостоятельной работы рекомендуется список литературы. При реализации учебной дисциплины используются элементы электронного обучения (ЭО) и дистанционные образовательные технологии (ДОТ) в части освоения лекционного материала, проведения текущей и промежуточной аттестации, проведения части лабораторных работ и самостоятельной работы обучающихся по дисциплине, позволяющие обеспечивать опосредованное взаимодействие (на расстоянии) преподавателей и обучающихся, включая инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» Химия гетероциклических соединений копия 1 <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4710>), проведение вебинаров, видеоконференций,

взаимодействие в соцсетях, посредством электронной почты, мессенджеров. Для освоения дисциплины также рекомендуются ресурсы для электронного обучения (п. 15)

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Мультимедийный проектор, ноутбук, экран.

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Номенклатура гетероциклических соединений	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2	Практические занятия Домашняя работа
2.	Общие подходы к синтезу гетероциклических соединений	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2	Практические занятия Домашняя работа
3.	Методы синтеза и свойства моноциклических гетероциклов	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2	Практические занятия Домашняя работа
4.	Методы синтеза и свойства линейно связанных гетероциклических систем	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2	Практические занятия Домашняя работа
5.	Методы синтеза и свойства конденсированных гетероциклических соединений	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2	Практические занятия Домашняя работа
6.	Методы синтеза и свойства спиросочлененных гетероциклических соединений	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2	Практические занятия Домашняя работа
7.	Мезоионные гетероциклические соединения.	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2	Практические занятия Домашняя работа
Промежуточная аттестация форма контроля – <u>зачет</u>				Перечень вопросов

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

1) тестовых заданий, содержащих один правильный ответ.

1. Пятичленные гетероциклические соединения названы в примерах:

А) имидазол и фуран

- Б) триазин-1,3,5
- В) diaзепин-1,2
- Г) оксазин

2. В составе гетероцикла есть и азот, и кислород в примере:

- А) азол
- Б) оксолал
- В) тиазол-1,3
- Г) **оксазол-1,3**

3. Пиримидину соответствует систематическое название:

- А) диазол-1,3
- Б) **диазин-1,3**
- В) diaзепин-1,4
- Г) азин

4. Основные свойства максимально выражены в ряду предложенных соединений у:

- А) пиррол
- Б) **имидазол (диазол-1,3)**
- В) пиридин
- Г) пиримидин (диазин-1,

5. Возможность протекания реакций нуклеофильного замещения (S_N) максимальна в ряду ароматических субстратов, для которых характерно:

- А) электронное строение бензола
- Б) **π -недостаточное электронное строение**
- В) электронное строение фурана
- Г) π -избыточное электронное строение

6. В молекуле пурина пиридиновым типом являются атомы азота:

- А) **1,3,7**
- Б) 1,3
- В) 1,7
- Г) 1,3,9

2) заданий, предусматривающих короткий ответ.

1. Насыщенный пятичленный гетероцикл с одним атомом кислорода это

Ответ: **тетрагидрофуран.**

2. Какое количество р-электронов удовлетворяет формуле Хюккеля для хинолина

Ответ: **10 р-электронов.**

3. Сколько гетероатомов входит в состав молекулы хиназолина...

Ответ: **два.**

4. Какие гетероатомы входят в состав изоксазола...

Ответ: **кислород и азот.**

5. Общее название шестиатомных гетероциклов с двумя атомами азота...

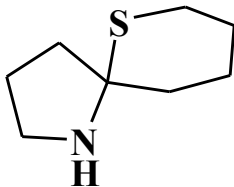
Ответ: **диазины.**

3) устных опросов и решения ситуационных задач.

В ходе устного опроса на практических занятиях задаются вопросы по изученным разделам. Процедура проходит в формате беседы.

Так же опрос может содержать практикоориентированные (ситуационные) задачи.

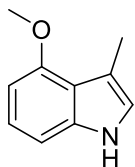
1. Назвать соединение:



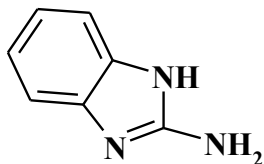
Ответ: **6-тиа-1-азаспиро[4.5]декан.**

2. Установить структуру соединения:
3-метил-4-метокси-1H-индол.

Ответ:

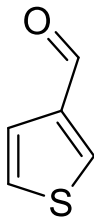


3. Назвать соединение



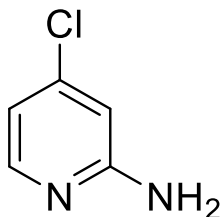
Ответ: **2-аминобенимидазол**

4. Назвать соединение



Ответ: **тиофен-3-илкарбоксальдегид**

5. Установить структуру соединения:
2-амино-4-хлорпиридин



Описание технологии проведения

Текущая аттестация по дисциплине «Химия гетероциклических соединений» включает в себя теоретические задания, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений.

Усвоенные знания проверяются в ходе устного опроса и тестирования, умения и владения проверяются при решении практикоориентированных задач, предлагаемых во время устного опроса.

Тестирования проводятся по соответствующим КИМаМ в письменном виде. Каждый КИМ содержит от 5 до 6 вопросов с выбором одного или нескольких правильных ответов, а также 5 вопросов, предполагающих краткий ответ. Время проведения тестирования, в зависимости от раздела, определяется преподавателем.

Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания)

- 1) знание учебного материала и владение понятийным аппаратом химии гетероциклических соединений, в том числе знание основных классов гетероциклов, их строения, способов получения, физических и химических свойств, биологической роли;
- 2) умение связывать теорию с практикой на основе экспериментальных результатов, полученных при выполнении лабораторных работ;
- 3) умение иллюстрировать ответ примерами, уравнениями реакций, экспериментальными данными;
- 4) умение определять реакционные центры в органических молекулах, прогнозировать направление реакций гетероциклизации и их возможный механизм;
- 5) владение основными методами определения строения и очистки гетероциклических соединений, навыками работы в химической лаборатории.

Для оценивания результатов обучения используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Полное соответствие ответа обучающегося всем перечисленным критериям. Продемонстрировано знание основных классов гетероциклических соединений, их строения, способов получения, физических и химических свойств, умение определить реакционные центры в молекуле, объяснить механизм основных реакций, владение техникой лабораторных работ в химической лаборатории.	Повышенный уровень	Отлично
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует одному (двум) из перечисленных показателей, но обучающийся дает правильные ответы на дополнительные вопросы. Недостаточно продемонстрировано знание основных классов гетероциклических соединений, их строения, способов получения, физических и химических свойств.	Базовый уровень	Хорошо
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым двум (трем) из перечисленных показателей, обучающийся дает неполные ответы на дополнительные вопросы. Демонстрирует частичные знания основных классов гетероциклических соединений, их строения, способов получения, физических и химических свойств, не умеет определить реакционные центры в молекуле, объяснить механизм основных реакций, или имеет не полное представление о лабораторных работах в химии гетероциклов, допускает существенные ошибки при написании уравнений химических реакции.	Пороговый уровень	Удовлетворительно
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трем(четырем) из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания основных классов гетероциклических соединений, их строения, способов получения, физических и химических свойств, допускает грубые ошибки при написании формул гетероциклических соединений и уравнений химических реакций.	–	Неудовлетворительно

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа во время текущего контроля;

– 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;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

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

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.

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: в формате собеседования на зачете, по билетам (КИМ).

Примерный перечень вопросов к зачету:

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 (бензаннелированных) гетероциклов.
3. Предельные, непредельные и ароматические гетероциклические соединения. Моно- и полициклические гетероароматические соединения; ансамбли и конденсированные (прежде всего бензаннелированные) гетероциклические системы.
4. Классификация ароматических гетероциклических соединений по размерам цикла и по числу гетероатомов в нем. Различные типы гетероатомов: гетероатомы пиррольного, пиридинового и борепинового типов; условность этой классификации.
5. Сходство и различие ароматических карбо- и гетероциклических соединений. Структурные, магнитные, энергетические и химические критерии ароматичности; относительность понятия ароматичности (параметры, используемые для оценки ароматичности систем, бензол как стандартное соединение для оценки степени ароматичности других, в том числе гетероциклических соединений).
6. Концепция р-избыточности и р-дефицитности в химии гетероциклических соединений. Критерии электронодонорности и электроноакцепторности гетероциклических систем.
7. Типы химических реакций, приводящих к формированию гетероциклических соединений (реакции гетероциклизации): реакции циклоприсоединения, электроциклические реакции.
8. Классификация реакций циклоприсоединения: [2+1]-, [3+2]- и [4+2]-циклоприсоединение; особенности циклоприсоединения.
9. Типичные комбинации реагентов и наиболее распространенные механизмы циклообразования гетероциклических соединений.
10. Общая характеристика пятичленных гетероциклических соединений с одним гетероатомом: электронное строение, ароматичность, дипольные моменты и др.
11. Основные направления реакционной способности пятичленных гетероциклических соединений с одним гетероатомом. Фуран. Пиррол. Тиофен и их производные. Строение молекулы: геометрия и молекулярная диаграмма. Способы получения. Физические свойства и спектральные характеристики.
12. Химические свойства пятичленных гетероциклических соединений с одним гетероатомом: реакции с электрофильными, нуклеофильными и радикальными реагентами, реакции с карбенами, нитренами, окислителями и восстановителями, взаимодействие с диенофилами, ацидофобность.

13. Бензаннелированные производные пиррола (индол, карбазол), бензаннелированные производные тиофена (тионафтен, дибензотиофен), бензофуран и его производные: строение молекул, получение, основные направления реакционной способности, сравнение химической активности с неаннелированной системой.
14. Окси- и аминокиндолы, их таутомерия и химические свойства. Исоиндолы, индолизины. Важнейшие производные индола: пролин, оксипролин, триптофан, серотонин, скатол, 3-индолилуксусная кислота, индоксил и индиго. Инден-кумароновые смолы.
6. Природные соединения пиррольного типа (порфин и порфирины): гем и гемин как составные части хромопротеида гемоглобина, хлорофилл, витамин В12. Фталоцианиновые красители, их строение и практическое использование. Производные тропана (кокаин, атропин).
15. Общая характеристика пятичленных гетероциклических соединений с двумя гетероатомами: геометрия циклов (длины связей и валентные углы), электронное строение, взаимное влияние гетероатомов в молекулах, ароматичность, дипольные моменты.
16. Основные направления реакционной способности азолов. 1,2-Азолы (пиразол, изотиазол, изоксазол). Строение молекул: геометрия и молекулярные диаграммы. Основные способы получения гетероциклов. Сравнительная характеристика физических и физико-химических констант 1,2-азолов, спектральные данные. Химические свойства 1,2-азолов.
17. Бензаннелированные производные 1,2-азолов (индоксазен, антранил, бензопиразол, бензизотиазол): строение молекул, получение, основные направления реакционной способности, сравнение химической активности с неаннелированными системами.
18. 1,3-Азолы (имидазол, тиазол, оксазол). Строение молекул: геометрия и молекулярные диаграммы. Основные способы получения гетероциклов. Сравнительная характеристика физических и физико-химических констант 1,3-азолов, спектральные данные. Химические свойства 1,3-азолов. Особенности химического поведения 1,3-азолов и аминокислотных производных 1,3-азолов.
19. Бензаннелированные производные 1,3-азолов (бензоксазол, бензотиазол, бензимидазол): строение молекул, получение, основные направления реакционной способности, сравнение химической активности с неаннелированными системами.
20. Сравнительная характеристика 1,2- и 1,3-азолов в реакциях с электрофильными и нуклеофильными реагентами.
21. Общая характеристика пятичленных ароматических гетероциклических соединений с тремя гетероатомами в ядре. 1,2,3-Триазолы. Прототропная изомерия. Строение молекул 1Н- и 2Н-изомеров: геометрия и молекулярные диаграммы. Способы получения 1,2,3-триазолов и их производных. Химические свойства.
22. Строение молекул 1Н- и 4Н-изомеров пятичленных ароматических гетероциклических соединений с тремя гетероатомами: геометрия и молекулярные диаграммы. Способы получения 1,2,4-триазолов и их производных. Химические свойства.
23. 1,2,4-Оксадиазолы. Строение молекулы 1,2,4-оксадиазола: геометрия и молекулярная диаграмма. Способы получения 1,2,4-оксадиазола и его производных. Химические свойства. Таутомерия гидроксид- и аминокислотных производных.
24. 1,3,4-Оксадиазолы. Строение молекулы 1,3,4-оксадиазола: геометрия и молекулярная диаграмма. Способы получения 1,3,4-оксадиазола и его производных. Химические свойства.
25. 1,2,5-Оксадиазолы (фуразаны). Строение молекулы 1,2,5-оксадиазола: геометрия и молекулярная диаграмма. Способы получения 1,2,5-оксадиазола и его производных. Химические свойства. N-Оксиды 1,2,5-оксадиазолов и их бензаннелированные производные (фуроксаны и бензофуроксаны). Способы получения фуроксанов и бензофуроксанов. Химические свойства.
26. 1,2,3-, 1,2,4-, 1,2,5-Тиадиазолы. Строение молекул, геометрия и молекулярная диаграмма. Способы получения и химические свойства.
27. Тетразолы. Типы таутомерных превращений: прототропная перегруппировка, кето-енольная таутомерия, имино-енаминная таутомерия, тион-тиольная таутомерия, азидо-азаметино-тетразольная таутомерия.
28. Строение молекул 1Н- и 2Н-тетразолов: геометрия и молекулярные диаграммы. Способы получения 1Н- и 2Н-тетразолов и их производных. Химические свойства.
29. Электронное строение молекул и классификация мезоионных соединений: соединения типа А и соединения типа Б. Номенклатура: систематические и тривиальные названия.
30. 1,3-Оксазолийолаты-5 (мюнхноны). Строение молекулы 1,3-оксазолийолата-5: геометрия и молекулярная диаграмма. Способы получения мюнхнонов. Химические свойства.
31. 1,2,3-Оксазолийолаты-5 (сидноны). Способы получения сиднонов. Химические свойства.

32. Пиридин и его неаннелированные производные. Строение пиридина: геометрия молекулы и молекулярная диаграмма. Пиридиновый атом азота и его роль в ароматической системе молекулы. Общие сведения о пиридине, его физико-химические константы; сравнение с бензолом, нитробензолом и пирролом. Способы получения пиридина и его неаннелированных производных в промышленности и в лабораторной практике.
33. Химические свойства пиридина и его неаннелированных производных. Четвертичные пиридиновые соли; их строение, получение и краткая химическая характеристика. N-Оксид пиридина. Способы получения. Химические свойства. Пиперидин. Строение молекулы, получение и краткая химическая характеристика.
34. Бензаннелированные производные пиридина (хинолин, изохинолин, акридин). Алкил-, окси-, аминохинолины и хинолиновые соли. Изохинолин и его производные. Строение молекулы изохинолина. Химические свойства.
35. Природные и физиологически активные производные пиридина (витамин B₆, витамин PP, никотин, лобелин), хинолина (хинин, цинхонин, антибиотики на основе 6-фтор-4-хинолон-3-карбоновой кислоты) и изохинолина (морфин, кодеин, героин, папаверин, тубокурарин). Практическое применение пиридина, хинолина и их производных 2Н- и 4Н-Пираны. Строение молекул и краткая химическая характеристика.
36. 2Н- и 4Н-Пираны и их бензаннелированные производные (кумарины, хромоны, ксантоны). 2Н-Пирон (□-пирон). Строение молекулы: геометрия и молекулярная диаграмма. Способы получения. Физические свойства. Химические свойства.
37. Кумарин и его производные. Строение молекулы кумарина: геометрия и молекулярная диаграмма. Способы получения кумарина и его производных. Химические свойства.
38. 4Н-Пирон (□-пирон). Строение молекулы. Способы получения. Химические свойства. Хромон, его производные, строение, получение и химические свойства. Ксантон и его производные. Строение молекулы ксантона: геометрия и молекулярная диаграмма. Способы получения ксантона. Практическое применение производных ксантона (получение красителей: флуоресцеина, эозина, родаминов).
39. Пирилевые соли. Строение катиона пирилия: геометрия и молекулярная диаграмма. Способы получения пирилевых солей. Физические свойства. Стабильность пирилевых солей (боковые заместители и природа аниона). Химические свойства. Алкил- и оксипирилевыи соли. Бензаннелированные пирилевыи соли (соли 1-, 2-бензопирилия и ксантилия). Соли 1-бензопирилия (хромилия). Строение катиона 1-бензопирилия. Природные 1-бензопирилевыи соли (антоцианидины: пеларгонидин, цианидин, дельфинидин), флавоны (витамин Р), хромоны (витамин Е, катехины).
40. Соли 2-бензопирилия. Строение катиона 2-бензопирилия: геометрия и молекулярная диаграмма. Способы получения 2-бензопирилевых солей. Краткая характеристика физических и химических свойств. Соли ксантилия. Строение катиона ксантилия: геометрия и молекулярная диаграмма. Способы получения ксантилиевых солей. Краткая характеристика физических и химических свойств.
41. Триазины. 1,3,5-Триазин (симм-триазин). Строение молекулы 1,3,5-триазина: геометрия и молекулярная диаграмма. Способы получения 1,3,5-триазина и его производных. Краткая характеристика физических и химических свойств.
42. Тетразины. 1,2,4,5-Тетразины (симм-тетразины). Строение молекулы 1,2,4,5-тетразина: геометрия и молекулярная диаграмма. Способы получения 1,2,4,5-тетразина и его производных. Краткая характеристика физических и химических свойств.

Описание технологии проведения

Промежуточная аттестация студентов является основной формой контроля аудиторной работы студентов и проводится с целью установления уровня и качества подготовки студентов ФГОС 3++ и определяет:

- полноту и прочность теоретических знаний;
- сформированность умений применять теоретические знания при решении практических и профессиональных задач;
- сформированность профессиональных компетенций.

Подготовка к промежуточной аттестации является формой самостоятельной работы студентов. При этом обучающийся должен использовать рекомендованной рабочей программой перечень основной и дополнительной литературы, материалы лекций, информационные и электронно-образовательные ресурсы. Для подготовки к промежуточной аттестации студент

также может использовать перечень вопросов, вынесенных на экзамен, позволяющий оценить уровень сформированности профессиональных компетенций по дисциплине «Химия биологически активных соединений».

Промежуточная аттестация проводится в устной (или письменной) форме. Преподаватель, проводящий промежуточную аттестацию, имеет право задавать студентам дополнительные вопросы по всему разделу программы учебной дисциплины. Время проведения экзамена устанавливается нормами времени. Результат сдачи промежуточной аттестации заносится преподавателем в зачетно-экзаменационную ведомость и зачетную книжку.

Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

- 1) знание учебного материала и владение понятийным аппаратом химии гетероциклических соединений, в том числе знание основных классов гетероциклов, их строения, способов получения, физических и химических свойств, биологической роли;
- 2) умение связывать теорию с практикой на основе экспериментальных результатов, полученных при выполнении лабораторных работ;
- 3) умение иллюстрировать ответ примерами, уравнениями реакций, экспериментальными данными;
- 4) умение определять реакционные центры в органических молекулах, прогнозировать направление реакций гетероциклизации и их возможный механизм;
- 5) владение основными методами определения строения и очистки гетероциклических соединений, навыками работы в химической лаборатории.

По окончании семестра проводится промежуточная аттестация в форме зачета. К зачету обучающиеся получают перечень вопросов, из которых формируются КИМ по предмету.

Для оценивания результатов обучения на зачете используется - зачтено, не зачтено.

При реализации дисциплины с применением дистанционных образовательных технологий оценка за зачет/экзамен может быть выставлена по результатам текущей аттестации обучающегося в семестре.

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Полное соответствие ответа обучающегося всем перечисленным критериям. Продемонстрировано всестороннее и глубокое знание теоретических основ синтеза полимерных дисперсий и их физико-химических свойств.	Повышенный уровень	Зачтено
Обучающийся владеет теоретическими основами синтеза полимерных дисперсий, дает обоснованный и аргументированный ответ на поставленные вопросы. Содержатся не принципиальные ошибки и неточности, которые должны быть исправлены в соответствии с замечаниями и вопросами экзаменатора.	Базовый уровень	Зачтено
Обучающийся владеет частично теоретическими основами физико-химической механики, демонстрирует частичные знания теоретических основ синтеза полимерных дисперсий и их физико-химических свойств	Пороговый уровень	Зачтено
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует перечисленным показателям. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки. Допущенные ошибки в изложении материала не в состоянии исправить в соответствии с замечаниями и наводящими вопросами преподавателя.	–	Не зачтено

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– 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;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа.

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.

Данный перечень, может быть, конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.