

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.06 Стереохимия органических соединений**

*Код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом*

**1. Код и наименование направления подготовки/специальности:**

04.04.01 Химия

**2. Профиль подготовки/специализация:**

органическая химия

**3. Квалификация выпускника: магистр**

**4. Форма обучения: очная**

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: кафедра органической химии**

**6. Составители программы: Столповская Надежда Владимировна, кандидат химических наук, доцент**

**7. Рекомендована: научно-методическим советом химического факультета,  
протокол № 4 от 25.04.2023**

**8. Учебный год: 2023-2024**

**Семестр(ы): 1**

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целью освоения учебной дисциплины является: рассмотрение основных современных теоретических представлений о стереохимии органических соединений

Задачи учебной дисциплины:

- умение правильно определять стереоизомеры.
- знание основных приемов анализа и разделения стереоизомеров.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** (обязательная часть или часть, формируемая участниками образовательных отношений (вариативная) блока Б1, к которой относится дисциплина; требования к входным знаниям, умениям и навыкам; дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей))

Часть, формируемая участниками образовательных отношений блока Б1. Для изучения курса стереохимии органических соединений необходимы знания и умения, полученные при изучении органической, общей и неорганической химии, физики, биологии с основами экологии. Дисциплина является предшествующей для курсов «Методы стереоселективного синтеза органических соединений», «Химия гетероциклических соединений», «Химия биологически активных соединений», «Основы медицинской химии», «Избранные главы органической химии».

**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
ПКВ – 2	Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в области химии высокомолекулярных соединений, аналитической и органической химии	ПКВ - 2.1	Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий	Знать: - стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ; - методы планирования эксперимента. - источники научно-технической информации, журналы отечественной и международной научной периодики, основы поиска патентной информации; Уметь: - осуществлять поиск научно-технической информации с использованием ресурсов сети Интернет, баз данных; оформлять отчет о результатах поиска научно-технической информации; Владеть: - приемами поиска научно-технической информации и методами составления отчетов о результатах поиска; - навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов; - навыками планирования, анализа и обобщения результатов эксперимента. знать: основные определения, понятия и термины стереохимии; принципы стереоселективного синтеза органических соединений; особенности строения атома углерода в хиральных органических соединениях; механизмы химических реакций, протекающих с образованием стереоцентрированных органических соединений, основные методы определения структуры стереоизомеров и выделения одного из стереоизомеров,
		ПКВ - 2.2	Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	

				перспективы и тенденции развития органической стереохимии. уметь: определять стереогенные центры в хиральных молекулах, записывать уравнения химических реакций с участием стереогенного центра или приводящих к его образованию владеть: основными теориями, механизмами и моделями, описывающими физические и химические свойства хиральных органических соединений; номенклатурой хиральных органических соединений различных классов
ПКВ -3	Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в области химии высокомолекулярных соединений, аналитической и органической химии	ПКВ - 3.1	Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными	Знать: - основные понятия и законы химии, формы и методы научного познания, области применения инструментальных методов анализа; - принципы работы современного химического оборудования. Уметь: - ставить цели и задачи исследования; выбирать и использовать методы анализа; формулировать выводы по полученным результатам анализа; - выполнять градуировку приборов и проводить практические измерения физико-химических величин. Владеть: - навыками обобщения, анализа и систематизации информации; - навыками работы на оборудовании в различных заданных условиях эксперимента, получать зависимости различного характера для исследуемых экспериментально процессов
		ПКВ - 3.2	Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов	

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.**(в соответствии с учебным планом) — 4/144.

**Форма промежуточной аттестации**(зачет/экзамен) экзамен.

### 13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	Всего	По семестрам
		№ 1
Аудиторные занятия	36	36
в том числе:	лекции	18
	практические	18
	лабораторные	-
Самостоятельная работа	72	72
в том числе: курсовая работа (проект)	-	-
Форма промежуточной аттестации (экзамен.)	36	36
Итого:	144	144

### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
<b>1. Лекции</b>			
1.1	Основные понятия стереохимии.	<p>Введение. Стереохимия, ее предмет и задачи. Место стереохимии в системе химических наук. Значение стереохимии как одной из составных частей теоретической органической химии. Основные разделы стереохимии. Стереоизомеры. Понятие о симметрии и асимметрии. Хиральность – свойство трехмерных объектов. Элементы симметрии и хиральности. Симметрия и асимметрия в химии, основы теории точечных групп. История возникновения и развития стереохимических представлений и методов. Характеристики связей (длина связей, валентные и диэдральные углы). Молекулярные модели. Конформационные явления. Перспективные проекционные формулы, проекции Фишера. Стереохимические номенклатуры. Абсолютная и относительная конфигурации. Оптическая изомерия, обусловленная наличием хирального центра. Энантиомеры. Диастереомеры. Соединения с несколькими хиральными центрами, □-диастереомеры. р-диастереомеры (геометрические изомеры). Псевдоасимметрический атом углерода. Прохиральность и ее обозначения.</p>	
1.2	Методы исследования в стереохимии	<p>Поляриметрия, хироптические и другие методы исследования в стереохимии. Определение пространственной конфигурации. Определение конфигурации σ- и π-диастереоизомеров. Методы определения конфигурации энантиомеров: химическая корреляция, сравнение оптического вращения, метод квазирацематов, кинетическое расщепление и другие методы.</p> <p>Физико-химические методы, используемые для конформационного анализа: измерение дипольных моментов, рентгеноструктурный и электронографический анализ, ИК-, КР-, и ЯМР-спектроскопия. Анизотропия магнитной восприимчивости групп с аксиальной симметрией (группы С-С, С-Х, С-С, С≡N) и плоских фрагментов (С=С, С=О, эпоксидный цикл), влияние ее на величину химического сдвига в спектрах ЯМР; влияние внутримолекулярного Ван-дер-Ваальсова взаимодействия на величину химического сдвига в протонном и углеродном спектрах ЯМР; гомоядерный эффект Оверхаузера; зависимость величин констант спин-спинового взаимодействия Н-Н и С-Н от геометрии молекулы, уравнение Карплуса для вицинальных констант, взаимодействие через 4 связи; парамагнитные сдвигающие реагенты, в том числе – хиральные; двумерная спектроскопия ЯМР.</p>	*Стереохимия органических соединений, <a href="https://edu.vsu.ru/course/edit.php?id=4756">https://edu.vsu.ru/course/edit.php?id=4756</a>
1.3	Стереохимия основных классов углеводородов	Стереохимия алканов и их производных. Конформационный анализ алканов и их производных. Конформация диастереомеров.	

		<p>Оптически активные алифатические соединения. Влияние строения на оптическую активность и методы ее расчета. Stereoхимия реакций алифатических соединений: реакции нуклеофильного, электрофильного и свободнорадикального замещения у насыщенного атома углерода. Stereoхимия алициклических соединений. Особенности пространственной изомерии в циклах. Напряжения в циклических системах. Stereoхимия малых циклов. Stereoхимия циклогексановых соединений: форма колец, аксиальные и экваториальные заместители, конверсия, конформационная энергия. Stereoхимия реакций производных циклогексана. Средние циклы, особенности их строения и свойства (трансанулярные взаимодействия и реакции). Макроциклы. Конденсированные системы. Спираны. Каркасные структуры. Stereoхимия соединений с кратными C=C-связями. E,Z-изомерные алкены, их свойства, устойчивость и взаимопревращения. Получение E,Z-изомеров. Stereoхимия реакций присоединения по двойной C=C связи. Stereoхимия соединений с кратными связями в цикле: циклоолефины, циклооктатетраен, циклоалкины. Кумулены. Перициклические реакции и их stereoхимия. Перициклические и реакции и их классификация. Электроциклические реакции. Циклоприсоединение. Сигматропные реакции. Stereoхимия ароматических соединений. Конформации замещенных аренов. Sterические нарушения сопряжения. Пространственное препятствие в реакциях ароматических соединений. Оптически активные ароматические соединения: производные бензола с хиральной боковой цепью, производные дифенила, циклофаны, анса-соединения, гелицены. Stereoизомерия кумуленов и спиранов.</p>
1.4	Stereoхимия азотсодержащих соединений, соединений серы, фосфора, кремния и бора.	<p>Stereoхимия соединений азота. Stereoхимия аминов. Тетраэдрическое строение молекул аминов. Пирамидальная инверсия азота. Планарная инверсия азота. Stereoхимия соединений азота, связанного двойной связью: оксимы, гидразоны, основания Шиффа, азасоединения. Оптическая активность соединений четырехкоординационного азота. Stereoхимия насыщенных шестичленных гетероциклов. Пиперидин. Пергидрохиолин. Причины смещения конформационного равновесия в пергидрохиолине и его производных. Пергидроакридин. Stereoхимия амидов и их производных. Кислородсодержащие гетероциклы. Stereoхимия соединений серы, фосфора, кремния и бора.</p>
1.5	Stereoхимия природных соединений	<p>Stereoхимия природных и комплексных соединений. Представления о пространственном строении углеводов, белков, нуклеиновых кислот. Stereoспецифичность биохимических процессов. Проблема возникновения первичной асимметрии. Stereoхимия комплексных соединений. Перспективные направления развития stereoхимии. Соединения, обладающие</p>

		спиральной хиральностью.	
<b>2. Практические занятия</b>			
2.1	Основные понятия стереохимии.	Основные понятия, способы изображения строения молекул. Клиновидные проекции, проекции Ньюмена и Фишера. Конформации алканов, циклоалканов, гетероциклов. Конфигурация. Конституция. Правило Кана-Ингольда-Прелога. R,S-номенклатура. Понятия энантиомеров и диастереомеров. Мезо-соединения, псевдоасимметрические центры. Прохиральные центры.	*Сtereохимия органических соединений, <a href="https://edu.vsu.ru/course/edit.php?id=4756">https://edu.vsu.ru/course/edit.php?id=4756</a>
2.2	Методы исследования в стереохимии	Идентификация индивидуальных стереоизомеров. Способы разделения рацематов. Спектральные методы исследования структуры диастереомеров. Химические, хроматографические и биохимические методы разделения рацематов	
2.3	Сtereохимия основных классов углеводов	Конформации циклических молекул. Син-анти, экзо-эндо-номенклатура бициклических систем. Хиральность молекул, не имеющих стереогенных центров. Алкилиденпроизводные. Спираны. Бифенилы и бинафтилы. Спиральные структуры.	
2.4	Сtereохимия азотсодержащих соединений, соединений серы, фосфора, кремния и бора.	Сtereохимия соединений аминоксидов, азосоединений, фосфинов, сульфонов..	
2.5	Сtereохимия природных соединений	Проекция Фишера. Сtereохимия углеводов и аминокислот	

\* При реализации с применением ДОТ

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Самостоятельная работа	Контроль	Всего
1	Основные понятия стереохимии.	4	4	16	-	24
2	Методы исследования в стереохимии	4	4	16	-	24
3	Сtereохимия основных классов углеводов	4	4	16	-	24
4	Сtereохимия азотсодержащих соединений, соединений серы, фосфора, кремния и бора.	4	4	16	-	24
5	Сtereохимия природных соединений	2	2	8	-	12
6	Контроль - экзамен	-	-	-	36	36
	Итого:	18	18	72	36	144

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Работа с конспектами лекций, презентационным материалом, выполнение лабораторных заданий, заданий текущей аттестации. При реализации дисциплины с использованием дистанционных образовательных технологий используются инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (*Сtereохимия органических соединений*, <https://edu.vsu.ru/course/edit.php?id=4756>), сервисы видеоконференций (BigBlueButton, Zoom, Discord и др.), электронная почта, мессенджеры и соцсети.

В учебном процессе используются следующие формы работы:

- проведение лекций,

- проведение практических занятий,
- занятия в интерактивной форме (дискуссии),
- внеаудиторная самостоятельная работа студентов.

Организационная структура лекционного занятия:

1. Формулировка темы, целей занятия, постановка проблемного вопроса.
2. Разъяснение вопросов теоретического и практического плана для решения поставленной проблемы.
3. Рассмотрение путей решения проблемного вопроса на конкретных примерах.
4. Заключение, формулировка выводов.
5. Формулировка задания для самостоятельной домашней работы. Озвучивание темы следующего занятия.

Организационная структура практического занятия:

1. Формулировка целей занятия и ответы на вопросы студентов.
2. Ознакомление с теоретической основой работы.
3. Обсуждение вопросов работы.
4. Ответы на вопросы преподавателя и студентов.

Текущий контроль проводится путем проверки выполнения домашнего задания, входного контроля (в виде контрольной работы).

Контроль освоения теоретического материала проводится после прослушивания студентами лекционного материала по каждой теме в виде контрольных работ и выполнения домашних заданий. Выполнение домашних заданий контролирует лектор. Ежежендельно студенты имеют возможность выяснять все вопросы, освоение которых вызывает трудности, на консультациях с лектором в специально отведенные для этого контактные часы.

**15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины** (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Илиел Э. Основы органической стереохимии / Э. Илиел, С. Вайлен, М. Дойл. - М. : Бином, 2007. - 703 с.
2	Бакстон Ш. Введение в стереохимию органических соединений / Ш. Бакстон, С Робертс. - М. : Мир, 2005. - 311 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3	Ногради М. Стереоселективный синтез / М. Ногради. - М. : Мир, 1989. - 406 с.
4	Верещагин А.Н. Конформационный анализ углеводов и их производных / А.Н. Верещагин, В.Е. Катаев, А.А. Бредехин. - М. : Наука, 1990. - 295 с.
5	Илиел Э. Основы стереохимии / Э. Илиел ; пер. с англ. В.М. Демьянович под ред. В.М. Потапова. — 2-е изд. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. — 118,[1] с.

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

№ п/п	Ресурс
6	"Университетская библиотека online", <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a>
7	Электронно-библиотечная система "Консультант студента", <a href="http://www.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a>
8	<a href="https://www.lib.vsu.ru">https://www.lib.vsu.ru</a> - Зональная научная библиотека ВГУ.
9	<a href="http://www.en.edu.ru/">http://www.en.edu.ru/</a> - Естественно-научный образовательный портал - является составной частью федерального портала "Российское образование". Содержит ресурсы и ссылки на ресурсы по естественно-научным дисциплинам (физика, химия и биология).
10	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a> - информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам».
11	<a href="http://www.e-library.ru">http://www.e-library.ru</a> –Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 12 млн. научных статей и публикаций. На платформе eLIBRARY.RU доступны электронные версии более 1400 российских научно-технических журналов, в том числе более 500 журналов в открытом

	доступе.
12	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4756">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4756</a> Курс «Стереохимия органических соединений»

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

№ п/п	Источник
1	Строение молекул : Учебное пособие для хим. спец. ун-тов / Ю.Г. Папулов ; Твер. гос. ун-т .— Изд. 2-е, перераб. — Тверь, 1995 .— 199, [1] с
2	Задачи и упражнения по органической химии : Учеб. пособ. для студ. высш. учеб. заведений, обуч.-ся по направ. и спец. "Химия" / Н. И. Коптева, Л. В. Моисеева, А. С. Соловьев ; Под ред. Г. В. Шаталова .— Воронеж : Изд-во ВГУ, 1995 .— 126,[1] 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» (<https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4756>, Курс «Стереохимия органических соединений»), 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:** (при использовании лабораторного оборудования указывать полный перечень, при большом количестве оборудования можно вынести данный раздел в приложение к рабочей программе)

Лаборатории, оснащённые химическими лабораторными столами и вытяжными шкафами; наборы химической посуды; реактивы; нагревательные приборы. 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	Основные понятия стереохимии.	ПКВ-2, ПКВ-3	ПКВ-2.1, ПКВ-2.2, ПКВ-3.1, ПКВ-3.2	Практические работы Домашние задания Тесты Контрольная работа
2	Методы исследования в стереохимии	ПКВ-2, ПКВ-3	ПКВ-1.1, ПКВ-1.2, ПКВ-3.1, ПКВ-3.2	Практические работы Домашние задания Тесты Реферат
3	Стереохимия	ПКВ-2,	ПКВ-1.1, ПКВ-	Лабораторные работы



№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
	основных классов углеводов	ПКВ-3	1.2, ПКВ-3.1, ПКВ-3.2	Домашние задания Тесты Контрольная работа
4	Сtereoхимия азотсодержащих соединений, соединений серы, фосфора, кремния и бора.	ПКВ-2, ПКВ-3	ПКВ-1.1, ПКВ-1.2, ПКВ-3.1, ПКВ-3.2	Практические работы Домашние задания Тесты
5	Сtereoхимия природных соединений	ПКВ-2, ПКВ-3	ПКВ-1.1, ПКВ-1.2, ПКВ-3.1, ПКВ-3.2	Практические работы Домашние задания Тесты Контрольная работа
Промежуточная аттестация форма контроля – экзамен				КИМ

## 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: Практикоориентированные задания/домашние задания, Контрольная работа, Тесты, Реферат

Текущий контроль успеваемости проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета П ВГУ 2.1.04– 2015 от 10.11.2015.

Вопросы для домашнего задания формулирует лектор на лекционном занятии. На следующем лекционном занятии студенты представляют решение домашнего задания, занятие начинается с обсуждения вариантов решения.

Рефераты и контрольные работы проводятся на практическом занятии, о чем преподаватель заранее сообщает обучающимся. Темы, по которым проводятся контрольные работы, и темы рефератов представлены в соответствующих методических указаниях, рекомендованных студентам. По согласованию с обучающимися обсуждение рефератов проводится в форме устной беседы.

#### Перечень вопросов (к контрольной работе № 1)

1. Stereoхимия, ее предмет и задачи.
2. Место stereoхимии в системе химических наук. Значение stereoхимии как одной из составных частей теоретической органической химии.
3. Stereoизомеры. Понятие о симметрии и асимметрии.
4. Хиральность – свойство трехмерных объектов. Элементы симметрии и хиральности.
5. Симметрия и асимметрия в химии, основы теории точечных групп.
6. История возникновения и развития stereoхимических представлений и методов.
7. Характеристики связей (длина связей, валентные и диэдральные углы).
8. Молекулярные модели. Конформационные явления. Перспективные проекционные формулы, проекции Фишера
9. Stereoхимические номенклатуры.
10. Абсолютная и относительная конфигурации.
11. Энантиомеры. Диастереомеры.
12. Соединения с несколькими хиральными центрами,  $\sigma$ -диастереомеры.  $\pi$ -диастереомеры (геометрические изомеры).
13. Псевдоасимметрический атом углерода.
14. Прохиральность и ее обозначения.
15. Поляриметрия, хироптические и другие методы исследования в stereoхимии.

16. Определение пространственной конфигурации. Определение конфигурации  $\sigma$ - и  $\pi$ -диастереоизомеров. Методы определения конфигурации энантиомеров: химическая корреляция, сравнение оптического вращения, метод квазирацематов, кинетическое расщепление и другие методы.
17. Физико-химические методы, используемые для конформационного анализа: измерение дипольных моментов, рентгеноструктурный и электронографический анализ, ИК-, КР-, и ЯМР-спектроскопия.
18. Анизотропия магнитной восприимчивости групп с аксиальной симметрией (группы C-C, C-X, C-C, C $\equiv$ N) и плоских фрагментов (C=C, C=O, эпоксидный цикл), влияние ее на величину химического сдвига в спектрах ЯМР; влияние внутримолекулярного Ван-дер-Ваальсова взаимодействия на величину химического сдвига в протонном и углеродном спектрах ЯМР; гомоядерный эффект Оверхаузера; зависимость величин констант спин-спинового взаимодействия H-H и C-H от геометрии молекулы, уравнение Карплуса для вицинальных констант, взаимодействие через 4 связи; парамагнитные сдвигающие реагенты, в том числе – хиральные; двумерная спектроскопия ЯМР.

### **Перечень вопросов (к контрольной работе № 2)**

1. Стереохимия алканов и их производных. Конформационный анализ алканов и их производных.
2. Конформация диастереомеров.
3. Оптически активные алифатические соединения.
4. Влияние строения на оптическую активность и методы ее расчета.
5. Стереохимия алициклических соединений.
6. Особенности пространственной изомерии в циклах. Напряжения в циклических системах.
7. Стереохимия малых циклов.
8. Стереохимия циклогексановых соединений: форма колец, аксиальные и экваториальные заместители, конверсия, конформационная энергия. Стереохимия реакций производных циклогексана.
9. Средние циклы, особенности их строения и свойства (трансанулярные взаимодействия и реакции).
10. Макроциклы.
11. Конденсированные системы.
12. Каркасные структуры.
13. Стереохимия соединений с кратными C=C-связями. E,Z-изомерные алкены.
14. Стереохимия ароматических соединений.
15. Конформации замещенных аренов.
16. Оптически активные ароматические соединения: производные бензола с хиральной боковой цепью, производные дифенила, циклофаны, анса-соединения, гелицены.
17. Стереои́зомерия кумуленов и спиранов.
18. Стереохимия соединений азота.
19. Стереохимия аминов. Тетраэдрическое строение молекул аминов. Пирамидальная инверсия азота. Планарная инверсия азота.
20. Стереохимия соединений азота, связанного двойной связью: оксимы, гидразоны, основания Шиффа, азасоединения.
21. Оптическая активность соединений четырехкоординационного азота.
22. Стереохимия насыщенных шестичленных гетероциклов.
23. Пиперидин. Пергидрохиолин. Причины смещения конформационного равновесия в пергидрохиолине и его производных. Пергидроакридин.
24. Стереохимия амидов и их производных.
25. Кислородсодержащие гетероциклы.
26. Стереохимия соединений серы, фосфора, кремния и бора.

### **ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ:**

1. Природа рацематов (конгломерат, рацемические соединения, псевдорацемат), методы разделения энантиомеров (общие подходы)
2. Определение соотношения стереоизомеров спектральными методами.
3. Идентификация индивидуальных стереоизомеров

4. Рацемизация, расщепление рацематов
5. Разделение оптически активных оснований
6. Разделение оптически активных аминокислот
7. Разделение соединений, содержащих OH и SH группы
8. Хроматографические методы разделения рацематов
9. Биохимические методы разделения рацематов

Для оценивания результатов обучения при выполнении домашних заданий, контрольных работ и защите рефератов используются следующие показатели:

1) знание основных определений, понятий и терминов стереохимии; принципов стереоселективного синтеза органических соединений; особенностей строения атома углерода в хиральных органических соединениях; механизмов химических реакций, протекающих с образованием стереогенных органических соединений, основных методов определения структуры стереосоединений и выделения одного из стереоизомеров, перспектив и тенденций развития органической стереохимии

2) умение определять стереогенные центры в хиральных молекулах, записывать уравнения химических реакций с участием стереогенного центра или приводящих к его образованию;

3) владение основными теориями, механизмами и моделями, описывающими физические и химические свойства хиральных органических соединений; номенклатурой хиральных органических соединений различных классов

Для оценивания результатов обучения используется шкала – отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно.

#### 20.1.2

#### ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ (Тесты с выбором правильного ответа из предложенных возможных)

##### ПК-2

1. Хиральный атом углерода присутствует в молекуле:

- А) Бутанола-1
  - Б) Бутанола -2**
  - В) Изопропанола
  - Г) трет-бутанола
2. (+)-Молочная кислота

**А) Отклоняет плоскополяризованный луч света вправо.**

- Б) Отклоняет плоскополяризованный луч света влево
- В) Не является оптически активной
- Г) Не имеет хирального атома

3. Выберите старшую функциональную группу в соответствии с правилом Кана-Ингольда-Прелога:

- А) -CH<sub>3</sub>
- Б) -COOH
- В) -OH
- Г) -SH**

4. Выберите младшую функциональную группу в соответствии с правилом Кана-Ингольда-Прелога:

- А) -Cl
- Б) -NO<sub>2</sub>
- В) -NH<sub>2</sub>
- Г) -CH<sub>3</sub>**

5. Энантиомеры – это:

**А) Оптические изомеры, являющиеся зеркальным отображением друг друга**

- Б) Соединения, не имеющие хирального центра
- В) Соединения, отличающиеся друг от друга по основным физико-химическим характеристикам
- Г) Соединения, имеющие разный состав

6. Сколько конформаций имеет молекула этана?

- А) Ни одной
- Б) Одну
- В) Бесконечное множество**
- Г) Две

##### ПК-3

1. Химическое название ибупрофена – анальгезирующего, жаропонижающего, противовоспалительного лекарственного средства - (RS)-2-(4-(2-Метилпропил)фенил)пропановая кислота. Какой из приведенных фактов не верный?

А) Является рацематом

**Б) Не имеет асимметрического центра**

В) Имеет один хиральный атом

Г) Является смесью энантиомеров

2. Какая из приведенных конформаций циклогексана обладает наименьшей энергией?

**А) Кресло**

Б) Ванна

В) Твист

Г) Конверт

3. Выберите старшую функциональную группу в соответствии с правилом Кана-Ингольда-Прелога в молекуле аланина:

А) -CH<sub>3</sub>

Б) -COOH

В) -H

**Г) -NH<sub>2</sub>**

4. Выберите младшую функциональную группу в соответствии с правилом Кана-Ингольда-Прелога в молекуле глицеральдегида:

А) -CH<sub>2</sub>OH

Б) -CHO

В) -OH

**Г) -H**

5. Аксиальной хиральностью обладают:

**А) Спираны**

Б) Циклоалканы

В) Геометрические изомеры

Г) Спирты

6. Витамин С или аскорбиновая кислота имеет в своей структуре два хиральных атома углерода. Сколько пространственных изомеров она имеет?

А) Один

Б) Десять

**В) Четыре**

Г) Восемнадцать

### 20.1.3

**ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ С КОРОТКИМ ОТВЕТОМ (Тесты без предложенных возможных вариантов ответа)**

#### ПК-2

1. В состав белков входят L- или D-аминокислоты?

Ответ: L-аминокислоты

2. В состав углеводов входят L- или D-сахара?

Ответ: D-сахара

#### ПК-3

1. Имеет ли молекула 2,3-дибромбутана мезоформу?

Ответ: Да

2. Какие биополимеры образуют правозакрученную двойную спираль?

Ответ: ДНК, дезоксирибонуклеиновые кислоты

### 20.1.4

**ПРИМЕРЫ ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ЗАДАНИЙ**

#### ПК-2

1. Какой атом углерода называют хиральным?

Ответ: Атом углерода, у которого все четыре заместителя разные.

2. Как определяют старшинство функциональных групп в стереохимии?

Ответ: По правилу Кана-Ингольда-Прелога. По порядковому номеру элемента в периодической системе: чем больше номер, тем старше заместитель.

#### ПК-3

1. При озонлизе алкен состава C<sub>8</sub>H<sub>12</sub> образует только одно карбонильное соединение, а при бромировании мезо-дибромид. Определите конфигурацию (E- или Z-) исходного алкена и назовите его по номенклатуре ИЮПАК?

Ответ: (Z)-2,3-диметилбутен-2.

2. Расположите заместители в порядке увеличения их старшинства: -SH, -NO<sub>2</sub>, -OH, -COOH?

Ответ: -COOH (самый младший), -OH, -NO<sub>2</sub>, -SH(самый старший)

## 20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: *Собеседование по экзаменационным билетам.*

Перечень заданий, тем рефератов, тем презентаций, курсовых, докладов, требования к представлению портфолио, вопросов к экзамену (зачету) и порядок формирования КИМ

## 20.2

### Комплект КИМ к экзамену

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
органической химии

д.х.н., проф. \_\_\_\_\_ Х.С. Шихалиев

\_\_\_\_\_.\_\_\_\_.20\_\_

Направление подготовки / специальность 040401 Химия  
Дисциплина Стереохимия органических соединений  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточная

### Контрольно-измерительный материал № 1

1. Стереохимия, ее предмет и задачи. Основные разделы стереохимии.
2. Методы определения конфигурации энантиомеров.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. Н.В. Столповская

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
органической химии

д.х.н., проф. \_\_\_\_\_ Х.С. Шихалиев

\_\_\_\_\_.\_\_\_\_.20\_\_

Направление подготовки / специальность 040401 Химия  
Дисциплина Стереохимия органических соединений  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточная

### Контрольно-измерительный материал № 2

1. Понятие о симметрии и асимметрии. Хиральность. Элементы симметрии и хиральности. Основы теории точечных групп.
2. Физико-химические методы, используемые для конформационного анализа.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. Н.В. Столповская

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
органической химии

д.х.н., проф. \_\_\_\_\_ Х.С. Шихалиев

\_\_\_.\_\_.20\_\_

Направление подготовки / специальность 040401 Химия  
Дисциплина Стереохимия органических соединений  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточная

### Контрольно-измерительный материал № 3

1. Характеристики связей (длина связей, валентные и диэдральные углы). Молекулярные модели.  
Конформационные явления.

2. Поляриметрия, хироптические и другие методы исследования в стереохимии.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. Н.В. Столповская

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
органической химии

д.х.н., проф. \_\_\_\_\_ Х.С. Шихалиев

\_\_\_.\_\_.20\_\_

Направление подготовки / специальность 040401 Химия  
Дисциплина Стереохимия органических соединений  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточная

### Контрольно-измерительный материал № 4

1. Перспективные проекционные формулы, проекции Фишера Стереохимические номенклатуры.  
Абсолютная и относительная конфигурации.

2. Анизотропия магнитной восприимчивости групп с аксиальной симметрией и плоских фрагментов,  
влияние ее на величину химического сдвига в спектрах ЯМР.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. Н.В. Столповская

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
органической химии

д.х.н., проф. \_\_\_\_\_ Х.С. Шихалиев

\_\_\_.\_\_.20\_\_

Направление подготовки / специальность 040401 Химия  
Дисциплина Стереохимия органических соединений  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточная

### Контрольно-измерительный материал № 5

1. Оптическая изомерия, обусловленная наличием хирального центра. Энантиомеры. Диастереомеры.
2. Определение пространственной конфигурации. Определение конфигурации  $\sigma$ - и  $\pi$ -диастереоизомеров.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. Н.В. Столповская

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
органической химии

д.х.н., проф. \_\_\_\_\_ Х.С. Шихалиев

\_\_\_.\_\_.20\_\_

Направление подготовки / специальность 040401 Химия  
Дисциплина Стереохимия органических соединений  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточная

### Контрольно-измерительный материал № 6

1. Соединения с несколькими хиральными центрами,  $\sigma$ -диастереомеры.  $\pi$ -диастереомеры (геометрические изомеры).
2. Влияние внутримолекулярного Ван-дер-Ваальсова взаимодействия на величину химического сдвига в протонном и углеродном спектрах ЯМР; гомоядерный эффект Оверхаузера.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. Н.В. Столповская

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
органической химии

д.х.н., проф. \_\_\_\_\_ Х.С. Шихалиев

\_\_\_\_\_.20\_\_

Направление подготовки / специальность 040401 Химия  
Дисциплина Стереохимия органических соединений  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточная

### Контрольно-измерительный материал № 7

1. Псевдоасимметрический атом углерода. Прохиральность и ее обозначения.
2. Стереохимия алканов и их производных. Конформационный анализ алканов и их производных.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. Н.В. Столповская

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
органической химии

д.х.н., проф. \_\_\_\_\_ Х.С. Шихалиев

\_\_\_\_\_.20\_\_

Направление подготовки / специальность 040401 Химия  
Дисциплина Стереохимия органических соединений  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточная

### Контрольно-измерительный материал № 8

1. История возникновения и развития стереохимических представлений и методов.  
Характеристики связей (длина связей, валентные и диэдральные углы).
2. ИК-, КР-, и ЯМР-спектроскопия как методы анализа в стереохимии.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. Н.В. Столповская



УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
органической химии

д.х.н., проф. \_\_\_\_\_ Х.С. Шихалиев

\_\_ . \_\_ .20\_\_

Направление подготовки / специальность 040401 Химия  
Дисциплина Стереохимия органических соединений  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточная

### Контрольно-измерительный материал № 9

1. Перспективные проекционные формулы, проекции Фишера Стереохимические номенклатуры. Абсолютная и относительная конфигурации.
2. Определение пространственной конфигурации. Определение конфигурации  $\sigma$ - и  $\pi$ -диастереоизомеров.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. Н.В. Столповская

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
органической химии

д.х.н., проф. \_\_\_\_\_ Х.С. Шихалиев

\_\_ . \_\_ .20\_\_

Направление подготовки / специальность 040401 Химия  
Дисциплина Стереохимия органических соединений  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточная

### Контрольно-измерительный материал № 10

1. Энантиомеры. Диастереомеры. Соединения с несколькими хиральными центрами,  $\sigma$ -диастереомеры.  $\pi$ -диастереомеры (геометрические изомеры).
2. Физико-химические методы, используемые для конформационного анализа.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. Н.В. Столповская

Описание технологии проведения Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о проведении промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования П ВГУ 2.1.07– 2018. По решению кафедры оценки за экзамен могут быть выставлены по результатам текущей аттестации обучающегося в семестре, но не ранее, чем на заключительном занятии. При несогласии студента с оценкой последний вправе сдавать экзамен/зачет на общих основаниях.

Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания:

Для оценивания результатов обучения на экзамене используются следующие показатели:

1) знание основных определений, понятий и терминов стереохимии; принципов стереоселективного синтеза органических соединений; особенностей строения атома углерода в хиральных органических соединениях; механизмов химических реакций, протекающих с образованием стереогенных органических соединений, основных методов определения структуры стереосоединений и выделения одного из стереоизомеров, перспектив и тенденций развития органической стереохимии

2) умение определять стереогенные центры в хиральных молекулах, записывать уравнения химических реакций с участием стереогенного центра или приводящих к его образованию;

3) владение основными теориями, механизмами и моделями, описывающими физические и химические свойства хиральных органических соединений; номенклатурой хиральных органических соединений различных классов

Для оценивания результатов обучения на экзамене с оценкой используется – отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно. Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<p>Полное соответствие ответа обучающегося всем перечисленным критериям. Продемонстрировано знание основных определений, понятий и терминов стереохимии; принципов стереоселективного синтеза органических соединений; особенностей строения атома углерода в хиральных органических соединениях; механизмов химических реакций, протекающих с образованием стереогенных органических соединений, основных методов определения структуры стереосоединений и выделения одного из стереоизомеров, перспектив и тенденций развития органической стереохимии, умение определять стереогенные центры в хиральных молекулах, записывать уравнения химических реакций с участием стереогенного центра или приводящих к его образованию; владение основными теориями, механизмами и моделями, описывающими физические и химические свойства хиральных органических соединений; номенклатурой хиральных органических соединений различных классов</p>	Повышенный уровень	отлично
<p>Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом органической химии, способен иллюстрировать ответ примерами, уравнениями реакций, экспериментальными данными.</p>	Базовый уровень	хорошо

<p>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 хиральных органических соединений, их строения, способов получения, физических и химических свойств.</p>	<p>Пороговый уровень</p>	<p>удовлетворительно</p>
<p>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 хиральных органических соединений, их строения, способов получения, физических и химических свойств, не умеет определить хиральные центры в молекуле, объяснить принципы стереонаправленности основных реакций, допускает существенные ошибки при написании уравнений реакции.</p>	<p>–</p>	<p>неудовлетворительно</p>

*Задания разделов 20.1.2-20.1.4 рекомендуются к использованию при проведении диагностических работ с целью оценки остаточных знаний по результатам освоения данной дисциплины*