

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

Заведующий кафедрой  
органической химии



Х.С. Шихалиев  
20.02.2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.04 Стереохимия и методы стереоселективного синтеза 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:**

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 № 10-02 от 13.02.2025

**8. Учебный год:** 2025-2026

**Семестр(ы):** 1

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

*Целью освоения учебной дисциплины является:* рассмотрение основных современных теоретических представлений о стереохимии органических соединений, анализ источников научно-технической информации, основы поиска патентной информации

*Задачи учебной дисциплины:*

- знакомство с основными теоретическими представлениями и современными тенденциями в области стереохимии
- изучение различных видов пространственных изомеров, определение конфигурации стереоизомеров.
- освоение основных приемов анализа и разделения стереоизомеров.
- овладение способностью планировать стереоселективный синтез органических, в том числе гетероциклических, соединений.

**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 1. Дисциплины (модули).

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 разделения и концентрирования в научных исследованиях и химическом производстве», «Математические методы в химических исследованиях», «Поверхностно-активные вещества», «Структура и свойства полимерных материалов».

**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 - 1	Способен проводить сбор, систематизацию и критический анализ научной, технической и патентной информации, необходимой для решения исследовательских задач химической направленности	ПК -1.1	Обеспечивает сбор научной, технической и патентной информации, необходимой для решения исследовательских задач	Знать: - источники научно-технической информации, журналы отечественной и международной научной периодики, основы поиска патентной информации; - 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, перспективы и тенденции развития органической стереохимии. Уметь: - осуществлять поиск научно-технической информации с использованием ресурсов сети Интернет, баз данных по заданной тематике;

				<ul style="list-style-type: none"> <li>- определять стереоцентры в хиральных молекулах, записывать уравнения химических реакций с участием стереоцентра или приводящих к его образованию.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками обобщения, анализа и систематизации информации;</li> <li>- основными теориями, механизмами и моделями, описывающими физические и химические свойства хиральных органических соединений; номенклатурой хиральных органических соединений различных классов.</li> </ul>
		ПК -1.2	Составляет аналитический обзор собранной научной, технической и патентной информации по тематике исследовательского проекта	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- структуру аналитического отчета, отчета о литературном и патентном поиске.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оформлять отчет о результатах поиска научно-технической информации;</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- приемами поиска научно-технической информации и методами составления отчетов о результатах поиска.</li> </ul>
ПК – 2	Способен применять современные методы анализа, синтеза и моделирования для решения сложных научно-исследовательских задач в химии с целью разработки новых веществ и материалов	ПК -2.1	Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных его стадий	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ставить цели и задачи исследования;</li> <li>- выбирать и использовать методы анализа.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками планирования, анализа и обобщения результатов эксперимента.</li> </ul>
		ПК - 2.2	Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы планирования эксперимента;</li> <li>- принципы работы современного химического оборудования.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формулировать выводы по полученным результатам анализа;</li> <li>- выполнять градуировку приборов и проводить практические измерения физико-химических величин.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов;</li> <li>- навыками работы на оборудовании в различных заданных условиях эксперимента, получать зависимости различного характера для исследуемых экспериментально процессов.</li> </ul>

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час (в соответствии с учебным планом) — 6/216.**

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

### 13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость		
	Всего	По семестрам	
		№ 1	
Аудиторные занятия	54	54	
в том числе:	лекции	18	18
	практические	36	36
	лабораторные	-	-
Самостоятельная работа	126	126	
в том числе: курсовая работа (проект)	-	-	
Форма промежуточной аттестации (экзамен.)	36	36	
Итого:	216	216	

#### 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.	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. Стереизомеры. 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.	*Стереохимия органических соединений, <a href="https://edu.vsu.ru/course/edit.php?id=4756">https://edu.vsu.ru/course/edit.php?id=4756</a>
1.2	Методы исследования в стереохимии	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>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 C-C, C-X, C-C, C≡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 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>
1.3	Сtereoхимия основных классов углеводов	<p>Сtereoхимия алканов и их производных. Конформационный анализ алканов и их производных. Конформация диастереомеров. 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 С=С-связями. E,Z-изомерные алкены, их свойства, устойчивость и взаимопревращения. Получение E,Z-изомеров. Stereoхимия реакций присоединения по двойной С=С 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. Стерические 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	Сtereoхимия азотсодержащих соединений, соединений	<p>Сtereoхимия соединений азота. Stereoхимия аминов. Тетраэдрическое строение молекул аминов. Пирамидальная инверсия азота.</p>

	серы, фосфора, кремния и бора.	Планарная инверсия азота. Stereoхимия соединений азота, связанного двойной связью: оксимы, гидразоны, основания Шиффа, азасоединения. Оптическая активность соединений четырехкоординационного азота. Stereoхимия насыщенных шестичленных гетероциклов. Пиперидин. Пергидрохинолин. Причины смещения конформационного равновесия в пергидрохинолине и его производных. Пергидроакридин. Stereoхимия амидов и их производных. Кислородсодержащие гетероциклы. Stereoхимия соединений серы, фосфора, кремния и бора.
1.5	Stereoхимия природных соединений	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 спиральной хиральностью.
1.6	Динамическая stereoхимия	Динамическая stereoхимия. Механизмы реакций органических соединений, их классификация и stereoхимические аспекты. Stereoхимический результат реакции. Stereoселективность и stereoспецифичность. Реакции, протекающие с участием хирального центра. Рацемизация. Эпимеризация. Stereoхимия реакций присоединения. Stereoхимия реакций элиминирования. Stereoхимия диенового синтеза.
1.7	Реакции карбонильных соединений	Возникновение хирального центра из карбонильной группы. Нуклеофильная атака по карбонильной группе циклических и ациклических карбонильных соединений. Правило Крама, правило Фелкина-Она. Эффекты закрепления конформации в реакциях нуклеофильного присоединения по карбонильной группе. Альдольная конденсация.
1.8	Stereoхимия алкенов.	Stereoхимия основных реакций, приводящих к образованию алкенов. Реакции элиминирования. Реакция Виттига и родственные реакции, реакции сульфонов. Stereoхимические особенности некоторых реакций простых алкенов: реакции бромирования, реакции с участием тетраоксида осмия, эпоксидирование, реакции алкенов с карбенами.
1.9	Stereoхимия реакций циклизации	Реакции Дильса-Альдера. Циклоприсоединение с участием алкенов и кетенов. Электроциклические реакции. Внутримолекулярная атака нуклеофила. Циклизации с участием карбокатионов. Радиальная циклизация.
1.10	Методы получения стереоизомеров	Методы получения оптически активных веществ. Синтезы на основе природных оптически активных веществ. Методы, основанные на расщеплении рацематов. Ассиметрический синтез и его модификации. Биохимические методы. Энантиоселективность. Кинетическое расщепление. Расщепление рацематов отбором кристаллов и самопроизвольная кристаллизация. Кристаллизация в оптически активных растворителях. Расщепление через

		диастереомеры. Использование "соединительных звеньев". Расщепление через молекулярные соединения. Адсорбционное расщепление. Биохимическое получение оптически активных веществ. Абсолютный асимметрический синтез.	
<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.	*Сtereoхимия 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	Сtereoхимия 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	Сtereoхимия азотсодержащих соединений, соединений серы, фосфора, кремния и бора.	Сtereoхимия соединений аминоксидов, азосоединений, фосфинов, сульфонов..	
2.5	Сtereoхимия природных соединений	Проекция Фишера. Сtereoхимия углеводов и аминокислот	
2.6	Динамическая стереохимия	Основные особенности механизмов органических реакций с участием или образованием хирального центра, их классификация и стереохимические аспекты. Определение стереоселективности и стереоспецифичности реакций. Реакции, протекающие с участием хирального центра. Рацемизация. Эпимеризация.	
2.7	Реакции карбонильных соединений	Применение на практике правила Крама и правила Фелкина-Она. Обсуждение механизмов реакции нуклеофильного присоединения по карбонильной группе, выбор предпочтительных стереоизомеров. Сtereoхимические аспекты альдольной конденсации различных альдегидов и кетонов.	
2.8	Сtereoхимия алкенов.	Особенности реакций элиминирования в зависимости от структуры исходного субстрата и действующего реагента. Сtereoнаправленность реакции Виттига и других аналогичных реакций, реакций сульфонов. Сtereoхимические особенности некоторых реакций простых алкенов: реакции бромирования, реакции с участием тетраоксида осмия, эпоксирирование, реакции алкенов с карбенами.	
2.9	Сtereoхимия реакций циклизации	Зависимость структуры продукта реакции Дильса-Альдера от конфигурации исходного диена и диенофила. Циклоприсоединение с участием алкенов и кетонов. Электроциклические реакции. Внутримолекулярная атака нуклеофила. Циклизации с участием карбокатионов. Радикальная циклизация.	
2.10	Методы получения стереоизомеров	Методы получения оптически активных веществ. Синтезы на основе природных оптически активных веществ. Методы, основанные на расщеплении	

		рацематов. Асимметрический синтез и его модификации. Биохимические методы. Энантоселективность. Кинетическое расщепление. Расщепление рацематов отбором кристаллов и самопроизвольная кристаллизация. Кристаллизация в оптически активных растворителях. Расщепление через диастереомеры. Использование "соединительных звеньев". Расщепление через молекулярные соединения. Адсорбционное расщепление. Биохимическое получение оптически активных веществ. Примеры абсолютного асимметрического синтеза биологически активных веществ.
--	--	---

\* 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.	2	4	14	-	20
2	Методы исследования в стереохимии	2	4	14	-	20
3	Сtereoхимия основных классов углеводов	2	4	14	-	20
4	Сtereoхимия азотсодержащих соединений, соединений серы, фосфора, кремния и бора.	2	4	14	-	20
5	Сtereoхимия природных соединений	2	2	8	-	12
6	Динамическая стереохимия	1	2	8	-	11
7	Реакции карбонильных соединений	2	4	14	-	20
8	Сtereoхимия алкенов.	1	4	12	-	17
9	Сtereoхимия реакций циклизации	2	4	14	-	20
10	Методы получения стереоизомеров	2	4	14	-	20
11	Контроль - экзамен	-	-	-	36	36
	Итого:	18	36	126	36	216

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

Работа с конспектами лекций, презентационным материалом, выполнение практических заданий, заданий текущей аттестации. При реализации дисциплины с использованием дистанционных образовательных технологий используются инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (*Сtereoхимия 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.

Целью практических занятий является систематизация и обобщение знаний по изучаемой теме или разделу, формирование навыков работы с источниками научно-технической информации, журналами отечественной и международной научной периодики, овладение основами поиска патентной информации, развитие умений сопоставлять и сравнивать разные точки зрения. Подготовка к практическому занятию предполагает самостоятельную проработку учебной и научно-технической литературы по соответствующим вопросам.

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.

Самостоятельная работа предполагает, как регулярную подготовку студентов к различным формам занятий, так и выполнение отдельных заданий в процессе изучения теоретических положений в ходе проведения занятий. Внеаудиторная самостоятельная работа включает проработку конспектов предыдущих лекций, выполнение заданий в рамках подготовки к практическим занятиям, конспектирование материала по темам, выносимым на самостоятельное изучение.

Текущая аттестация обеспечивает проверку освоения учебного материала, приобретения знаний, умений и навыков в процессе аудиторной и самостоятельной работы студентов. Она включает регулярную работу на практических занятиях. При подготовке к текущей аттестации студенты изучают рекомендованную преподавателем литературу. Планирование и организация текущей аттестации осуществляется в соответствии с содержанием рабочей программы и календарно-тематическим планом с применением фонда оценочных средств. Текущая аттестация является обязательной, ее результаты оцениваются в бальной системе и могут быть учтены при промежуточной аттестации обучающихся.

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. Ежеженедельно студенты имеют возможность выяснять все вопросы, освоение которых вызывает трудности, на консультациях с лектором в специально отведенные для этого контактные часы.

При подготовке к промежуточной аттестации (экзамену) необходимо опираться на рекомендованные литературные источники, материал лекций, практических работ (теоретическая часть), образовательные интернет-ресурсы. Необходимо структурировать весь материал, рекомендуется по каждому вопросу составить краткий опорный конспект, составить словарь ключевых терминов. Для повышения эффективности, по мере повторения материала, необходимо проводить анализ взаимосвязи различных разделов дисциплины. Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом их индивидуальных психофизических особенностей. Для лиц с нарушением слуха информация по учебной дисциплине предоставляется на бумажном или электронном носителе, допускается присутствие ассистентов и сурдопереводчиков на занятиях. Промежуточная аттестация для таких студентов проводится в письменной форме с общими критериями оценивания; при необходимости время подготовки на экзамене может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации с использованием программ-синтезаторов речи, а также использование звукозаписывающих устройств на лекциях. На занятиях также может присутствовать ассистент. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование. время подготовки на экзамене может быть увеличено.

Студенты с нарушениями опорно-двигательного аппарата могут проходить часть занятий дистанционно. Промежуточная аттестация для них проводится на общих основаниях, при необходимости процедура экзамена может быть реализована дистанционно.

При реализации дисциплины с применением дистанционных образовательных технологий используются инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru/>) и/или 'МООК ВГУ' (<https://mooc.vsu.ru/>), сервисы видеоконференций (BigBlueButton), электронная почта, мессенджеры и соцсети.

**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, 2014. - 706 с.
2	Бакстон Ш. Введение в стереохимию органических соединений / Ш. Бакстон, С Робертс. - М. : Мир, 2015. - 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, 2009. — 119 с.

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

№ п/п	Ресурс
6	«Университетская библиотека online»
7	ЭБС «Лань»
8	ЭБС «Образовательная платформа ЮРАЙТ»
9	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4756">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4756</a> Курс «Сtereохимия 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 практические 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 практических 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 «Сtereoхимия 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)*

Учебная аудитория (ауд. 263), доска меловая, мультимедиа-проектор, ноутбук, экран для проектора.

WinPro8, Office Standard 2019, Kaspersky Endpoint Security, Google Chrome, Mozilla Firefox  
Помещение для самостоятельной работы обучающихся, компьютерный класс (ауд. 271), специализированная мебель, компьютер с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ВГУ  
WinPro8, Office Standard 2019, Kaspersky Endpoint Security, Google Chrome, Mozilla Firefox.

## 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.	ПК-1, ПК-2	ПК-1.1, ПК-1.2 ПК-2.1, ПК-2.2,	Домашние задания Комплект тестов Контрольная работа
2	Методы исследования в стереохимии	ПК-1, ПК-2	ПК-1.1, ПК-1.2 ПК-2.1, ПК-2.2,	Домашние задания Комплект тестов Темы рефератов
3	Сtereoхимия основных классов углеводородов	ПК-1, ПК-2	ПК-1.1, ПК-1.2 ПК-2.1, ПК-2.2,	Домашние задания Комплект тестов Контрольная работа
4	Сtereoхимия азотсодержащих соединений, соединений серы, фосфора, кремния и бора.	ПК-1, ПК-2	ПК-1.1, ПК-1.2 ПК-2.1, ПК-2.2,	Домашние задания Комплект тестов
5	Сtereoхимия природных соединений	ПК-1, ПК-2	ПК-1.1, ПК-1.2 ПК-2.1, ПК-2.2,	Домашние задания Комплект тестов Контрольная работа
6	Динамическая стереохимия	ПК-1, ПК-2	ПК-1.1, ПК-1.2 ПК-2.1, ПК-2.2,	Домашние задания Комплект тестов
7	Реакции карбонильных соединений	ПК-1, ПК-2	ПК-1.1, ПК-1.2 ПК-2.1, ПК-2.2,	Домашние задания Комплект тестов
8	Сtereoхимия алкенов.	ПК-1, ПК-2	ПК-1.1, ПК-1.2 ПК-2.1, ПК-2.2,	Домашние задания Комплект тестов
9	Сtereoхимия реакций циклизации	ПК-1, ПК-2	ПК-1.1, ПК-1.2 ПК-2.1, ПК-2.2,	Домашние задания Комплект тестов Контрольная работа

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
10	Методы получения стереоизомеров	ПК-1, ПК-2	ПК-1.1, ПК-1.2 ПК-2.1, ПК-2.2,	Домашние задания Комплект тестов Контрольная работа Темы рефератов
Промежуточная аттестация форма контроля – экзамен				КИМ

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

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

### 20.1 Текущий контроль успеваемости

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Она включает в себя несколько форм контроля: практикоориентированные задания/домашние задания, Контрольная работа, Тесты, Реферат, направленные на комплексную оценку знаний и навыков студентов.

Аттестация включает устный опрос, который может проводиться как в форме индивидуального опроса, так и фронтальной беседы. Письменные работы представлены контрольными работами и тестами. Контрольные работы позволяют проверить знания и умение студентов применять теоретические концепции на практике. Тестирование используется для быстрой оценки уровня знаний по определенным темам.

Контрольные работы и тесты могут проводиться как в электронной форме, так и на занятиях. Время выполнения этих задач устанавливается преподавателем. Результаты текущей аттестации могут быть учтены при проведении промежуточной аттестации.

Технология проведения текущей аттестации включает использование электронных ресурсов для организации процесса контроля, что позволяет автоматизировать оценку и хранение результатов. Мониторинг успеваемости осуществляется через электронный журнал оценок, что позволяет преподавателям и студентам отслеживать прогресс в режиме реального времени.

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. Стереохимия, ее предмет и задачи.
2. Место стереохимии в системе химических наук. Значение стереохимии как одной из составных частей теоретической органической химии.
3. Сtereoизомеры. 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 стереохимических представлений и методов.
7. Характеристики связей (длина связей, валентные и диэдральные углы).
8. Молекулярные модели. Конформационные явления. Перспективные проекционные формулы, проекции Фишера
9. Стереохимические 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 стереохимии.
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. Стереоизомерия 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.

### **Перечень вопросов (к контрольной работе № 3)**

1. Стереохимия реакций присоединения по двойной С=C связи. Стереохимия соединений с кратными связями в цикле: циклоолефины, циклооктатетраен, циклоалкины.
2. Перициклические реакции и их стереохимия. Перициклические и реакции и их классификация.
3. Стереохимия реакций элиминирования.
4. Электроциклические реакции.
5. Циклоприсоединение.
6. Сигматропные реакции.
7. Стереоспецифичность биохимических процессов.
8. Проблема возникновения первичной асимметрии.
9. Динамическая стереохимия.
10. Механизмы реакций органических соединений, их классификация и стереохимические аспекты.
11. Реакции, протекающие с участием хирального центра.

### **Перечень вопросов (к контрольной работе № 4)**

1. Методы получения оптически активных веществ.
2. Стереохимический результат реакции.
3. Стереоселективность и стереоспецифичность.
4. Рацемизация.
5. Эпимеризация.
6. Синтезы на основе природных оптически активных веществ.
7. Методы, основанные на расщеплении рацематов.
8. Ассиметрический синтез и его модификации.
9. Биохимические методы.
10. Энантиоселективность.
11. Кинетическое расщепление.
12. Расщепление рацематов отбором кристаллов и самопроизвольная кристаллизация.
13. Кристаллизация в оптически активных растворителях.
14. Расщепление через диастереомеры.
15. Использование "соединительных звеньев".
16. Расщепление через молекулярные соединения.
17. Адсорбционное расщепление.
18. Биохимическое получение оптически активных веществ.
19. Возникновение хирального центра из карбонильной группы: правила Прелога и Крама.
20. Абсолютный асимметрический синтез.

### **ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ (1):**

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

### **ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ (2):**

Подготовить реферат по ассиметрическому синтезу любого биологически активного соединения. Охарактеризовать схему синтеза, стадии, на которых происходит образование или превращение хирального центра.

### ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ (3):

Подготовить реферат по стереохимическим аспектам собственной научно-исследовательской работе. Подготовить обзор литературных данных и сформулировать план дальнейшего исследования.

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

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)  $-CH_3$
- Б)  $-COOH$
- В)  $-OH$
- Г)  $-SH$

##### ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ С КОРОТКИМ ОТВЕТОМ

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

Ответ: L-аминокислоты

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

Ответ: D-сахара

##### ПРИМЕРЫ ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ЗАДАНИЙ

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.

#### 20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация

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

Пример КИМ к экзамену:

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
органической химии

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

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

Направление подготовки / специальность 040401 Химия  
Дисциплина Стереохимия и методы стереоселективного синтеза 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

### ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ:

1. Стереохимия, ее предмет и задачи. Основные разделы стереохимии.
2. Методы определения конфигурации энантиомеров.
3. Понятие о симметрии и асимметрии. Хиральность. Элементы симметрии и хиральности. Основы теории точечных групп.
4. Физико-химические методы, используемые для конформационного анализа.
5. Характеристики связей (длина связей, валентные и диэдральные углы). Молекулярные модели. Конформационные явления.
6. Поляриметрия, хироптические и другие методы исследования в стереохимии.
7. Перспективные проекционные формулы, проекции Фишера Стереохимические номенклатуры. Абсолютная и относительная конфигурации.
8. Анизотропия магнитной восприимчивости групп с аксиальной симметрией и плоских фрагментов, влияние ее на величину химического сдвига в спектрах ЯМР.
9. Оптическая изомерия, обусловленная наличием хирального центра. Энантиомеры. Диастереомеры.
10. Определение пространственной конфигурации. Определение конфигурации  $\sigma$ - и  $\pi$ -диастереоизомеров.
11. Соединения с несколькими хиральными центрами,  $\sigma$ -диастереомеры.  $\pi$ -диастереомеры (геометрические изомеры).
12. Псевдоасимметрический атом углерода. Прохиральность и ее обозначения.
13. Стереохимия алканов и их производных. Конформационный анализ алканов и их производных.
14. История возникновения и развития стереохимических представлений и методов. Характеристики связей (длина связей, валентные и диэдральные углы).
15. Конформация диастереомеров. Оптически активные алифатические соединения. Влияние строения на оптическую активность и методы ее расчета.
16. Стереохимический результат реакции. Стереоселективность и стереоспецифичность.
17. Стереохимия алициклических соединений. Особенности пространственной изомерии в циклах. Напряжения в циклических системах. Стереохимия малых циклов.
18. Возникновение хирального центра из карбонильной группы: правила Прелога и Крама. Абсолютный асимметрический синтез.
19. Стереохимия соединений с кратными С=C-связями. E,Z-изомерные алкены, их свойства, устойчивость и взаимопревращения. Получение E,Z-изомеров. Стереохимия реакций присоединения по двойной С=C связи.
20. Динамическая стереохимия. Механизмы реакций органических соединений, их классификация и стереохимические аспекты.
21. Перициклические реакции, их стереохимия, классификация. Электроциклические реакции.

22. Стереоселективность и стереоспецифичность. Реакции, протекающие с участием хирального центра. Рацемизация. Эпимеризация.
23. Стереохимия ароматических соединений. Конформации замещенных аренов. Оптически активные ароматические соединения: производные бензола с хиральной боковой цепью, производные дифенила, циклофаны, анса-соединения, гелицены. Ассиметрический синтез и его модификации. Биохимические методы.
24. Энантиоселективность. Кинетическое расщепление. Расщепление рацематов отбором кристаллов и самопроизвольная кристаллизация.
25. Стереохимия реакций алифатических соединений: реакции нуклеофильного, электрофильного и свободнорадикального замещения у насыщенного атома углерода.
26. Тетраэдрическое строение молекул аминов. Пирамидальная инверсия азота. Планарная инверсия азота. Стереохимия соединений азота, связанного двойной связью: оксимы, гидразоны, основания Шиффа, азасоединения. Оптическая активность соединений четырехкоординационного азота.
27. Стереохимия природных и комплексных соединений. Представления о пространственном строении углеводов, белков, нуклеиновых кислот.
28. Биохимическое получение оптически активных веществ.
29. Стереохимия циклогексановых соединений: форма колец, аксиальные и экваториальные заместители, конверсия, конформационная энергия. Стереохимия реакций производных циклогексана.
30. Ассиметрический синтез и его модификации. Биохимические методы.
31. Стереохимия реакций присоединения по двойной C=C связи.
32. Средние циклы, особенности их строения и свойства (трансанулярные взаимодействия и реакции). Макроциклы.

Описание технологии проведения Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о проведении промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования Воронежского государственного университета.

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

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

Подготовка к промежуточной аттестации является формой самостоятельной работы студентов. При этом обучающийся должен использовать рекомендованный 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.

Промежуточная аттестация проводится в устной или письменной форме. Преподаватель, ответственный за её проведение, вправе задавать студентам дополнительные вопросы по любым разделам учебной дисциплины; все вопросы и ответы фиксируются в листе ответов студента. Время зачета с оценкой и экзамена регламентируется действующими нормативными документами. Результат промежуточной аттестации заносится преподавателем в лист ответов обучающегося (после чего студент расписывается, подтверждая своё согласие с выставленной оценкой), а также в зачетно-экзаменационную ведомость и зачетную книжку.

Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания:

Оценка результатов обучения на промежуточной аттестации происходит по следующим показателям:

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.

По результатам всех выполненных заданий текущего контроля студентам может быть выставлен экзамен автоматом: средняя оценка

3-3,75 - «удовлетворительно»,

3,75-4,5 - «хорошо»,

4,5-5 - «отлично».

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

Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания:

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
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 стереоцентрированных органических соединений, основных методов определения структуры стереоцентров и выделения одного из стереоизомеров, перспектив и тенденций развития органической стереохимии, умение определять стереоцентры в хиральных молекулах, записывать уравнения химических реакций с участием стереоцентрированного 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	Повышенный уровень	отлично
Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом органической химии, способен иллюстрировать ответ примерами, уравнениями реакций, экспериментальными данными.	Базовый уровень	хорошо
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.	Пороговый уровень	удовлетворительно
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.	–	неудовлетворительно

**20.3** Задания, рекомендованные к использованию при проведении диагностических работ с целью оценки остаточных знаний по результатам освоения данной дисциплины

#### ПК-1

**Тесты с выбором правильного ответа из предложенных возможных**

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)  $-\text{CH}_3$
- Б)  $-\text{COOH}$
- В)  $-\text{OH}$
- Г)  $-\text{SH}$**
4. Выберите младшую функциональную группу в соответствии с правилом Кана-Ингольда-Прелога:
- А)  $-\text{Cl}$
- Б)  $-\text{NO}_2$
- В)  $-\text{NH}_2$
- Г)  $-\text{CH}_3$**
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
7. Для получения рацемата бутанола-2 необходимо прогидрировать:
- А) Ацетон
- Б) Бутанон**
- В) Пентаналь
- Г) Циклопентанон
8. При взаимодействии (R)-2-хлорпентана с аммиаком реализуется бимолекулярный механизм и образуется:
- А) 1-хлорпентан
- Б) (R,S)-пентан-2-амин
- В) (S)-пентан-2-амин**
- Г) Пентановая кислота
9. При гидролизе (R)-1-хлор-1-фенилпропана водным раствором щелочи реализуется молекулярный механизм и образуется:
- А) Рацемат 1-фенилпропанола-1**
- Б) (S)-1-хлор-1-фенилпропан
- В) Бензиловый спирт
- Г) Пропанол
10. При присоединении бензилмагнийбромида к какому карбонильному соединению образуется рацемат?
- А) Бензальдегид**
- Б) Ацетон
- В) Циклогексанон
- Г) Дифенилкетон
11. Прохиральный атом углерода имеет:
- А) Пропаналь**
- Б) Ацетон
- В) Диэтилкетон
- Г) Формальдегид
12. Какая из аминокислот не входит в состав белков?
- А) Глицин
- Б) L-пролин
- В) D-аланин**
- Г) L-лейцин

#### Тесты без предложенных возможных вариантов ответа

1. Имеет ли молекула 2,3-дибромбутана мезоформу?  
 Ответ: Да
2. Какие биополимеры образуют правозакрученную двойную спираль?

Ответ: ДНК, дезоксирибонуклеиновые кислоты

3. Цистеин - заменимая аминокислота, участвующая в регуляции процессов обмена веществ, представляет собой L-1-амино-2-меркаптопропионовую кислоту. Дайте название этой аминокислоте по R,S-номенклатуре?

Ответ: (R)-1-амино-2-меркаптопропионовая кислота

4. Треоза и эритроза представляют собой тетраозы и являются пространственными изомерами. Сколько оптически изомеров они имеют?

Ответ: Четыре.

### Практико-ориентированные задания

1. При озонлизе алкен состава  $C_8H_{12}$  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)

3. Какие спирты могут образовываться в результате реакции восстановления метилэтилкетона?

Ответ: возможно образование (R)-бутанола-2 и (S)-бутанола-2

4. Напишите все возможные стереоизомеры и дайте им название по R,S-номенклатуре?

Ответ: Конфигурации хиральных центров в реакции не меняется. Получится только один изомер: (R)-1-метилпропил (S)-фенилацетат

### ПК-2

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

7. Оптически активный спирт образуется при гидрировании:

А) Ацетона

**Б) Бутанона**

В) Пентанала

- Г) Циклопентанона
8. К образованию пространственных изомеров приводит реакция бромирования:
- А) Этена  
 Б) Ацетилена  
**В) Бутена**  
 Г) Уксусной кислоты
9. D-аланин и L-аланин по отношению друг к другу:
- А) Гомологи  
**Б) Энантиомеры**  
 В) Таутомеры  
 Г) Геометрические изомеры
10. При присоединении бензилмагнийбромида к бутанону образуется:
- А) Рацемат**  
 Б) (R)-изомер  
 В) Цис-изомер  
 Г) Транс-изомер
11. Отщепление галогеноводородов от галогенпроизводных или дегидратация спиртов с образованием алкенов протекает по правилу:
- А) Зайцева**  
 Б) Марковникова  
 В) Хараша  
 Г) Эльтекова
12. Какая из аминокислот не обладает оптической активностью?
- А) Глицин**  
 Б) L-пролин  
 В) D-аланин  
 Г) L-лейцин

#### Тесты без предложенных возможных вариантов ответа

1. В состав белков входят L- или D-аминокислоты?  
 Ответ: L-аминокислоты
2. В состав углеводов входят L- или D-сахара?  
 Ответ: D-сахара
3. Всегда ли R-изомер является правовращающим?  
 Ответ: Нет
4. Наличие хирального центра – обязательное условие оптической активности?  
 Ответ: Нет

#### Практико-ориентированные задания

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.
3. Атом углерода, который в результате химической реакции может быть преобразован в хиральный атом.  
 Ответ: Прохиральный
4. Что такое рацемат, является ли рацемат оптически активным?  
 Ответ: Рацемат – смесь энантиомеров в равных количествах. Оптически не активен.

При прохождении обучающимися процедур для оценки достижения результатов обучения обучающемуся разрешается использование:

- непрограммируемого калькулятора;
- справочных материалов (предоставляются Университетом).

**Критерии и шкалы оценивания заданий для оценки сформированности компетенций:**

Для оценивания выполнения заданий используется балльная шкала:

- 1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):
- 1 балл - указан верный ответ;
  - 0 баллов - указан неверный ответ (полностью или частично неверный).
- 2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

- 2 балла - указан верный ответ;
- 0 баллов - указан неверный ответ (полностью или частично неверный).

3) открытые задания (мини-кейсы, средний уровень сложности):

- 5 баллов - задание выполнено верно (получен правильный ответ, обоснован (аргументирован) ход выполнения (при необходимости));

- 2 балла - выполнение задания содержит незначительные ошибки, но приведен правильный ход рассуждений, или получен верный ответ, но отсутствует обоснование хода его выполнения (если оно было необходимым), или задание выполнено не полностью, но получены промежуточные (частичные) результаты, отражающие правильность хода выполнения задания, или, в случае если задание состоит из нескольких подзаданий, верно выполнено 50% таких подзаданий;

0 баллов - задание не выполнено или выполнено неверно (получен неправильный ответ, ход выполнения ошибочен или содержит грубые ошибки).