

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Гаскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор	МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	
Дата подписания: 04.04.2025 13:52:48 Уникальный идентификатор документа: 04c19ed8bfb981506cb77a486b9a878808322525	Рабочая программа дисциплины "Биоорганическая химия" по направлению подготовки (специальности) "Медицинская биохимия" направленности (профилю) Медицинская биохимия ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1

## Рабочая программа дисциплины (модуля)\*

Биоорганическая химия

Направление подготовки (специальность)

30.05.01 Медицинская биохимия

Направленность (профиль)

Медицинская биохимия

Присваиваемая квалификация (степень)

Врач-биохимик

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2022

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

Челябинск 2022 г.



## Содержание

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



### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины является формирование системных знаний об основных физико-химических закономерностях протекания химических процессов на молекулярном и клеточном уровнях; о строении и механизмах функционирования биологически активных соединений.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов:

ОПК-1.1. Обладает фундаментальными и прикладными знаниями в области медицины, биологии и других естественнонаучных направлений.

ОПК-1.2. Демонстрирует умение применять и использовать фундаментальные и прикладные знания в области медицины, биологии и других естественнонаучных направлений для постановки и решения клинико-лабораторных и научно-исследовательских задач.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.О.01.07

#### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Органическая химия

Общая и неорганическая химия

Биология

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

Биохимия

Биохимия питания

Патохимия

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

**ОПК-1: Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности**

#### Знать:

Для достижения ОПК-1.1 знать: Принципы классификации и систематической номенклатуры органических соединений, основы электронного и стехиометрического строения органических молекул. Основные механизмы реакций органических соединений. Факторы, определяющие реакционную способность органических соединений. Принципы классификации, номенклатуры, строение и химические свойства основных классов биологически важных органических соединений; строение и основные химические свойства групп соединений растительного и животного происхождения - терпенов, стероидов, алкалоидов.

Для достижения ОПК-1.2 знать: основы расшифровки спектров протонного магнитного резонанса для определения структуры органического соединения

#### Уметь:

Для достижения ОПК-1.1 уметь: прогнозировать направление химических процессов, протекающих в живых системах, опираясь на теоретические положения органической химии.

Для достижения ОПК-1.2 уметь: определять принадлежность соединений к определенным классам и группам на основе классификационных признаков; составлять формулы по названию и давать название по структурной формуле в соответствии с правилами номенклатуры ИЮПАК.

#### Владеть:

Для достижения ОПК-1.1 владеть: навыками написания химических реакций биоорганических соединений

Для достижения ОПК-1.2 владеть: навыками работы с химическими редакторами для набора структурных формул, навыками поиска нужных соединений в базе данных, навыками решения ситуационных и расчетных задач

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

3.1 Знать:



3.1.1 Принципы классификации и систематической номенклатуры органических соединений, основы электронного и стехиометрического строения молекул органических соединений. Основные механизмы реакций органических соединений. Факторы, определяющие реакционную способность органических соединений. Характерные химические свойства поли и гетеро функциональных соединений, обусловленные взаимным влиянием различных групп. Структурную организацию и основные свойства молекул липидов, углеводов, пептидов и белков, нуклеиновых кислот. Основы расшифровки спектров протонного магнитного резонанса для определения структуры органического соединения.

**3.2 Уметь:**

3.2.1 Прогнозировать направление химических процессов, протекающих в живых системах, опираясь на теоретические положения органической химии.

3.2.2 определять принадлежность соединений к определенным классам и группам на основе классификационных признаков; составлять формулы по названию и давать название по структурной формуле в соответствии с правилами номенклатуры ИЮПАК. Находить кислотные, основные, электрофильные и нуклеофильные центры в молекуле для определения потенциальной реакционной способности.

**3.3 Владеть:**

3.3.1 навыками написания химических реакций биоорганических соединений, навыками работы с химическими редакторами для набора структурных формул, навыками поиска нужных соединений в базе данных, навыками решения ситуационных и расчетных задач

**4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Общая трудоемкость	4 ЗЕТ
Часов по учебному плану : 144	Виды контроля в семестрах: экзамены 3
в том числе :	
аудиторные занятия : 102	
самостоятельная работа : 24	
часов на контроль : 18	

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

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	<b>Раздел 1. Биоорганическая химия. Биополимеры и их структурные компоненты.</b>			
1.1	Биоорганическая химия как область науки, изучающая строение и механизм функционирования биологически активных молекул с позицией органической химии. /Лек/	3	2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2
1.2	Пространственное строение органических соединений. /Лек/	3	2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2
1.3	Кислотность и основность органических соединений; теории Брендстеда и Льюиса. Классификация органических реакций. /Лек/	3	2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2
1.4	Реакции электрофильного присоединения к двойной связи в углеводородном радикале. Реакции нуклеофильного присоединения к карбонильным соединениям. /Лек/	3	2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2
1.5	Реакции окисления и восстановления в рядах органических соединений. /Лек/	3	2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2
1.6	Поли- и гетерофункциональность как один из характерных признаков органических соединений, участвующих в процессах жизнедеятельности и являющихся родоначальниками важнейших групп лекарственных средств. /Лек/	3	2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2
1.7	Альдегидо- и кетонкислоты. Гетерофункциональные производные бензольного ряда как лекарственные средства. /Лек/	3	2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2
1.8	Биологически важные гетероциклические системы. Гетероциклы с одним гетероатомом. /Лек/	3	2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2
1.9	Биологически важные гетероциклические системы. Гетероциклы с несколькими гетероатомами. /Лек/	3	2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2



1.10	Биологически важные азотсодержащие, гидроксисодержащие и карбоксисодержащие органические соединения. Компоненты цикла трикарбоновых кислот. /Лек/	3	2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2
1.11	Нуклеозиды, нуклеотиды, нуклеиновые кислоты. Нуклеозидполифосфаты, коферменты нуклеотидной природы. /Лек/	3	2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2
1.12	Моносахариды, дисахариды, гомополисахариды. /Лек/	3	2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2
1.13	Гетерополисахариды и смешанные биополимеры. /Лек/	3	2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2
1.14	Липиды и их структурные компоненты. Сложные липиды (фосфолипиды, сульфолипиды, гликолипиды). /Лек/	3	2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2
1.15	Неомыляемые липиды (терпены, стероиды, эйкозаноиды). /Лек/	3	2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2
1.16	Основы расшифровки спектров ПМР /Лек/	3	2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2
1.17	Функциональные группы и классы органических соединений: спирты, фенолы, тиолы, амины, карбонильные соединения, карбоновые кислоты и их производные, сульфокислоты. ¶Основные правила систематической номенклатуры органических соединений; заместительная и радикально-функциональная номенклатура. Полифункциональные соединения. Старшинство групп. /Пр/	3	8	Л1.1Л2.1 Э1 Э2
1.18	Пространственное строение органических соединений. Стереохимические формулы, понятия стереохимии – конформация и конфигурация. Конформация открытых цепей. Вращение вокруг одинарной связи как причина возникновения различных конформаций. Проекционные формулы Ньюмена. Пространственное сближение определенных участков цепи как одна из причин преимущественного образования цепи – и шестичленных циклов. Энергетическая характеристика конформационных состояний (заслонные, заторможенные, скошенные конформации). Конформации (кресло, ванна) циклических соединений (циклогексан, тетрагидропиран). Аксиальные и экваториальные связи. Конфигурация. Стереизомерия молекул с одним центром хиральности (энантиомерия). Оптическая активность. Глицериновый альдегид как конфигурационный стандарт. Проекционные формулы Фишера. D- и L- система стереохимической номенклатуры. Представление о R, S – номенклатуре. Стереизомерия молекул с двумя и более центрами хиральности (энантиомерия и диастереомерия). Мезо-формы. Рацематы. Стереизомерия в ряду соединений с двойной связью ( $\pi$ - диастереомерия). Цис- и трансизомеры. Взаимное влияние атомов и способы его передачи в молекулах органических веществ. Сопряжение ( $\pi$ , $\pi$ - и $\pi$ , $\pi$ - сопряжение). Сопряженные системы с замкнутой цепью. Ароматичность, критерии ароматичности. Ароматичность бензоидных и гетероциклических соединений. Делокализация электронов как один из важнейших факторов повышения устойчивости молекул и ионов, ее широкая распространенность в биологических молекулах (порфин, гем и др.). Поляризация связей и электронные эффекты (индуктивный и мезомерный) как причина неравномерного распределения электронной плотности и возникновения реакционных центров в молекуле. Электронодонорные и электроноакцепторные заместители. /Пр/	3	8	Л1.1Л2.1 Э1 Э2



1.19	<p>Теори кислот и оснований Бренстада-Лоури, OH-, SH-, NH- и CH-кислоты. Сила кислот и оснований. pKa и pKb. Стабилизация сопряженного основания резонансными структурами (примеры). Влияние электрондонорного и электроноакцепторного заместителя. Обобщенная теория кислот и оснований Льюиса. Примеры кислотно-основных реакций Льюиса. Принцип ЖМКО Пирсона. Жесткость молекулы. Предсказание реакционной способности соединений с двумя реакционными центрами. Сила "жестких" и «мягких» кислот и оснований.</p> <p>Водородная связь как специфическое проявление кислотно-основных свойств.</p> <p>Классификация органических реакций (замещение, присоединение, элиминирование, перегруппировка, окислительно-восстановительные) (радикальные, электрофильные, нуклеофильные). Понятия: реакционный центр, уходящая группа. Признаки хорошей уходящей группы. Типы разрыва ковалентной связи в органических соединениях и образующиеся при этом частицы: свободные радикалы (гомолитический разрыв), карбокатионы и карбоанионы (гетеролитический разрыв). Электронное и пространственное строение этих частиц и факторы, обуславливающие их относительную устойчивость. /Пр/</p>	3	8	Л1.1Л2.1 Э1 Э2
------	--	---	---	-------------------



1.20	<p>Реакции свободно-радикального замещения: гомолитические реакции с участием С-Н связей <math>sp^3</math>-гибридизованного атома углерода. Галогенирование, окисление кислородом. Региоселективность свободно-радикального замещения в алильных и бензильных системах. Реакции электрофильного присоединения: гетеролитические реакции с участием <math>\pi</math>-связи. Механизм реакций гидрогалогенирования и гидратации. Кислотный катализ. Влияние статистических и динамических факторов на региоселективность реакций. Правило Марковникова. Особенности электрофильного присоединения к сопряженным системам. Реакции электрофильного замещения: гетеролитические реакции с участием ароматической системы. Механизм реакций галогенирования и алкилирования ароматических соединений. <math>\sigma</math>- комплексы. Влияние заместителей в ароматическом ядре и гетероатомов в гетероциклических соединениях на реакционную способность в реакциях электрофильного замещения. Ориентирующее влияние заместителей и гетероатомов. Реакции нуклеофильного замещения у <math>sp^3</math>-гибридизованного атома углерода: гетеролитические реакции, обусловлены поляризацией <math>\sigma</math>-связи углерод-гетероатом (галогенопроизводные, спирты). Влияние электронных и пространственных факторов на реакционную способность соединений в реакциях нуклеофильного замещения. Реакция гидролиза галогенопроизводных. Реакции алкилирования спиртов, фенолов, тиолов, сульфидов, аммиака и аминов. Роль кислотного катализа в нуклеофильном замещении гидроксильной группы. Дезаминирование соединений с первичной аминогруппой. Биологическая роль реакций алкилирования. Реакции элиминирования (дегидрогалогенирование, дегидратация). Повышенная СН-кислотность как причина реакций элиминирования, сопровождающих нуклеофильное замещение у <math>sp^3</math>-гибридизованного атома углерода. Реакции нуклеофильного присоединения: гетеролитические реакции с участием <math>\pi</math>-связи углерод-кислород (альдегиды, кетоны). Реакции карбонильных соединений с водой, спиртами, тиолами, первичными аминами. Влияние электронных и пространственных факторов, роль кислотного катализа, обратимость реакций нуклеофильного присоединения. Гидролиз ацеталей и иминов. Реакции альдольного присоединения. Основной катализ. Строение енолят-иона. Альдольное расщепление как реакция обратная альдольному присоединению. Биологическое значение этих процессов. Реакции нуклеофильного замещения у <math>sp^3</math>-гибридизованного атома углерода. (карбоновые кислоты и их функциональные производные). Реакции ацилирования – образование ангидридов, сложных эфиров, сложных тиоэфиров, амидов – и обратные им реакции гидролиза. Ацилирующие реагенты (ангидриды, карбоновые кислоты, сложные эфиры, сложные тиоэфиры), сравнительная активность этих реагентов. Ацилфосфаты и ацилкофермент А- природные макроэргические ацилирующие реагенты. Биологическая роль реакций ацилирования. Реакции по типу альдольного присоединения с участием кофермента А как путь образования углерод-углеродной связи. /Пр/</p>	3	8	Л1.1Л2.1 Э1 Э2
1.21	<p>Реакции окисления и восстановления органических соединений. Реакции окисления спиртов, тиолов, сульфидов, карбонильных соединений, дисульфидов, иминов. Понятие о переносе гидрид-иона и действие системы НАД+ НАДН. Понятие об одноэлектронном переносе и действии системы ФАД-ФАДН. Окисление <math>\pi</math>-связи и ароматических фрагментов (эпоксилирование, гидроксилирование). /Пр/</p>	3	4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2



1.22	Реакции электрофильного замещения в ароматических циклических соединениях. Реакции нуклеофильного замещения. Понятие нуклеофила и нуклеофуга. /Лек/	3	2	
1.23	Поли- и гетерофункциональность как один из характерных признаков органических соединений, участвующих в процессах жизнедеятельности и являющихся родоначальниками важнейших групп лекарственных средств. Особенности проявления кислотно-основных свойств (амфолиты). Циклизация и хелатообразование – свойства, присущие только поли- и гетерофункциональным соединениям. Особенности во взаимном влиянии функциональных групп в зависимости от их относительного расположения. Многоатомные спирты: этиленгликоль, глицерин, инозит. Образование хелатных комплексов как качественная реакция на $\alpha$ -диольный фрагмент. Двухатомные фенолы: гидрохинон, резорцин, пирокатехин. Окисление двух-атомных фенолов. Система гидрохинон-хинон. Фенол как антиоксиданты. Полиамины: этилендиамин, путресцин, кадаверин. Двухосновные карбоновые кислоты: щавелевая, малоновая, янтарная, глутаровая, fumarовая. Превращение янтарной кислоты в fumarовую как пример биологической реакции дегидрирования. Угольная кислота и ее производные (уретаны, уреиды кислот, мочевины). Гуанидин. Карбамоил фосфат. Аминоспирты: аминоктанол (коламин), холин и ацетилхолин. Аминофенолы: дофамин, норадреналин, адреналин. Понятие о биологической роли этих соединений и их производных. Гидроксиды и аминокислоты. Реакции циклизации. Лактоны. Лактамы. Гидролиз лактонов, лактамов. Реакции элиминирования ( $\beta$ -гидроксиды и $\beta$ -аминокислоты). Одноосновные (молочная, $\beta$ - и $\gamma$ -гидроксимасляные), двухосновные (яблочная, винная), трехосновные (лимонная) гидроксикислоты. Образование лимонной кислоты в результате альдольного присоединения. Представления о строении $\beta$ -лактамных антибиотиков. /Пр/	3	4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2
1.24	Альдегидо- и кетоникислоты: глиоксидовая, пировиноградная (фосфоенолпируват), ацетоуксусная, щавелевоуксусная, $\alpha$ -оксоглутаровая. Реакции декарбонирования $\beta$ -кетокислот и окислительного декарбонирования $\alpha$ -кетокислот. Кето-енольная таутомерия. Гетерофункциональные производные бензольного ряда как лекарственные средства. Салициловая кислота и ее производные (ацетилсалициловая кислота, фенилсалицилат), п-аминобензойная кислота и ее производные (анестезин, новокаин). Сульфаниловая кислота и ее амид (стрептоцид). Сульфаниламидные препараты. /Пр/	3	4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2
1.25	Биологически важные гетероциклические системы. Гетероциклы с одним гетероатомом. Пиррол, индол, пиридин, хинолин. Понятие о тетрапиррольных соединениях (порфин, гем). Биологически важные производные пиридина-никотинамид, пиридоксаль, производные изоникотиновой кислоты. Производные 8-гидроксихинолина-антибakterиальные средства комплекса образующего действия. Гетероциклы с несколькими гетероатомами. Пиразол, имидазол, тиазол, пиразин, пиримидин. Гетероциклы с несколькими гетероатомами. Пиразол, имидазол, тиазол, пиразин, пиримидин, пурин. Таутомерия на примере имидазола. Пиразолон – 5 – основа ненаркотических анальгетиков. Барбитуровая кислота и ее производные. Гидроксипурины (гипоксантин, ксантин, мочевиная кислота). Биотин. Тиамин. Понятие о строении и биологической роли. Алкалоиды. Метилизованные ксатины (теобромин, теофиллин, кофеин). Представление о строении никотина, морфина, хинина, атропина. /Пр/	3	4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2



1.26	Гетероциклы с несколькими гетероатомами. Пиразол, имидазол, тиазол, пиразин, пиримидин, пурин. Таутомерия на примере имидазола. Пиразолон – 5 – основа ненаркотических анальгетиков. Барбитуровая кислота и ее производные. Гидроксипурины (типоксантин, ксантин, мочевая кислота). Биотин. Тиамин. Понятие о строении и биологической роли. Алкалоиды. Метилизованные ксатины (теобромин, теofilлин, кофеин). Представление о строении никотина, морфина, хинина, атропина. /Пр/	3	4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2
1.27	Аминокислоты, входящие в состав белков. Строение, номенклатура, стереоизомерия, кислотно-основные свойства, биополярная структура. Классификация с учетом различных признаков: по химической природе радикала и содержащихся в нем заместителей; по кислотно-основным свойствам. Биосинтетические пути образования $\alpha$ - аминокислот из кетонокислот: реакции восстановительного аминирования и реакции транс-аминирования. Пиридоксальевый катализ. Химические свойства $\alpha$ - аминокислот как гетерофункциональных соединений. Образование внутримолекулярных солей. Реакции этерификации, ацилирования, алкилирования, образование иминов. Биологически важные реакции $\alpha$ - аминокислот. Реакции дезаминирования (окислительного и неокислительного). Реакции гидроксирования. Декарбокислирование $\alpha$ - аминокислот – путь к образованию биогенных аминов и биорегуляторов (коламин, гистамин, триптамин, серотонин, кадаверин, $\beta$ -аланин, $\gamma$ -аминомасляная кислота). Пептиды. Строение пептидной группы. Гидролиз пептидов. Установление аминокислотного остатка с помощью современных физико-химических методов. Первичная структура белков. Частичный и полный гидролиз. Понятие о сложных белках. Гликопротеины, липопротеины, нуклеопротеины. /Пр/	3	4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2
1.28	Углеводы. Моносахариды. Классификация. Стереоизомерия моносахаридов. D- и L- стереохимические ряды. Открытые и циклические формы. Формы. Формулы Фишера и формулы Хеуорса. Фуранозы и пиранозы; $\alpha$ - и $\beta$ - аномеры. Цикло-оксо-таутомерия. Конформация пиранозных форм моносахаридов. Строение наиболее важных представителей пентоз (рибоза, ксилоза), гексоз (глюкоза, манноза, галактоза, фруктоза), дезоксисахаров (2-дезоксирибоза), аминсахаров (глюкозамин, маннозамин, галактозамин). Нуклеофильное замещение у аномерного центра в циклических формах моносахаридов. O- и N-гликозидов. Фосфаты моносахаридов. Ацилирование аминсахаров. Окисление моносахаридов. Восстановительные свойства альдоз. Гликоновые, гликарвовые, гликуроновые кислоты. Аскорбиновая кислота. Восстановление моносахаридов (ксилит, сорбит, маннит). Взаимопревращение альдоз и кетоз. Реакции альдольного типа в ряду моносахаридов: альдольное присоединение дигидроксиацетона к глицериновому альдегиду; альдольное расщепление фруктозы; образование нейралиновой кислоты. Олигосахариды. Дисахариды: мальтоза, целлобиоза, лактоза, сахароза. Строение, цикло-оксо-таутомерия. Восстановительное строение мальтозы и целлобиозы. Полисахариды. Гомополисахариды: крахмал (амилоза и амилопектин), гликоген, декстран, целлюлоза. Пектины (полигалактуроновая кислота). Первичная структура, гидролиз. Понятие о вторичной структуре (амилоза, целлюлоза). Гетерополисахариды: гиалуроновая кислота, хондроитин – сульфаты. Первичная структура. Представление о смешанных биополимерах (пептидогликаны, протеогликианы, гликопротеины, гликолипиды). /Пр/	3	4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2



1.29	Нуклеиновые кислоты. Пиримидиновые (урацил, тимин, цитозин) и пуриновые (аденин, гуанин) основания. Ароматические свойства. Лактим- лактамная таутомерия. Реакции дезаминирования. Комплементарность нуклеиновых оснований. Водородные связи в комплементарных парах нуклеиновых оснований. Нуклеозиды. Гидролиз нуклеозидов. Нуклеотиды. Строение мононуклеотидов, образующих нуклеиновые кислоты. Гидролиз нуклеотидов. Первичная структура нуклеиновых кислот. Фосфодиэфирная связь. Рибонуклеиновые и дезоксирибонуклеиновые кислоты. Нуклеотидный состав РНК и ДНК. Гидролиз нуклеиновых кислот. Понятие о вторичной структуре ДНК. Роль водородных связей в формировании вторичной структуры. Лекарственные средства на основе модифицированных нуклеиновых оснований (фторурацил, меркаптопурин). Нуклеозиды – антибиотики. Принцип химического подобия. Изменение структуры нуклеиновых кислот под действием химических веществ. Мутагенное действие азотистой кислоты. Нуклеозидмоно- и полифосфаты. АМФ, АДФ, АТФ. Никотинамиднуклеотидные коферменты. Строение НАД <sup>+</sup> и его фосфаты НАДФ <sup>+</sup> . Система НАД <sup>+</sup> - НАДН. /Пр/	3	4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2
1.30	Липиды. Омыляемые липиды. Нейтральные липиды. Естественные жиры как смесь триацилглицеринов. Природные высшие жирные кислоты: пальмитиновая, стеариновая, линолевая, линоленовая, арахидоновая. Пероксидное окисление фрагментов жирных кислот в клеточных мембранах. Фосфолипиды. Фосфатидовые кислоты. Фосфатидилколламины и фосфатидилсерины (кефалины), фосфатидилхолины (лецитины) – структурные компоненты клеточных мембран. Сфинголипиды, церамиды, сфингомиелины. Гликолипиды (цереброзиды, ганглиозиды). Понятие о структурных компонентах. Неомыляемые липиды. Изопреноиды. Терпены. Моно- и бициклические терпены. Лимонен, ментол, камфора. Сопряженные полиены: каротиноиды, витамин А. Стероиды. Представление об их биологической роли. Стеран, конформационное строение 5 $\alpha$ - и 5 $\beta$ -стеранового скелета. Углеводороды – родоначальники групп стероидов: эстран, андростан, прегнан, холан, холестеран. Стероидные гормоны. Эстрогены, андрогены, гестагены, кортикостероиды. Желчные кислоты. Холевая кислота. Гликохолевая и таурохолевая кислоты. Стерины. Холестерин. Эргостерин, превращение его в витамины группы D. Агликоны сердечных гликозидов. Дигитоксигенин. Строфантинин. /Пр/	3	4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2
1.31	Решение ситуационных задач. /Ср/	3	10	Л1.1Л2.1 Э1 Э2
1.32	Подготовка к экзамену. /Ср/	3	14	Л1.1Л2.1 Э1 Э2

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

Для текущего контроля: устный опрос, ситуационные задачи, тесты.

Промежуточная аттестация: экзамен в форме устного опроса.

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

Примеры тестовых заданий

1. Признаком хиральности молекулы является:

- а) размер
- б) наличие центра симметрии
- в) наличие плоскости симметрии
- г) наличие атома с четырьмя разными заместителями (+)

2. Аминокислота, которая не входит в состав белков:



- а) пролин  
б) лизин  
в) гамма-аминомаслянная кислота (+)  
г) валин

Примеры задач:

1. Выберите молекулы, в которых есть плоскость симметрии:

- а) триэтиламин, б) щавелевая кислота, в) 2,2-дифторпропан, г) ацетон, д) ацетондикарбоновая кислота

Изобразите пространственные формулы. Покажите плоскость симметрии.

Придумайте три молекулы, в которых есть плоскость симметрии.

2. Выберите молекулы с двумя хиральными центрами. Напишите структурные формулы. Отметьте хиральные атомы.

Изобразите трехмерные клиновидные проекции R и S конфигураций. Дайте названия с учетом конфигурации.

Определите энантиомеры и диастереомеры.

- а) 2-амино-3-гидроксипентановая кислота), б) 4-аминопентанол-2, в) бутанол-2, г) 2,4-дихлоргексан, д) янтарный диальдегид

Примеры вопросов устного опроса:

Что такое рацемат?

Почему в фармакологии важно различать стереоизомеры?

Назовите основные правила построения проекционных формул Фишера.

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

Пример вопросов для экзамена:

1. Сравнительная характеристика кислотности и основности органических соединений.

Примерный план ответа:

- а) Сравнительная характеристика спиртов, фенолов, тиолов, карбоновых кислот, аминов;  
б) Электронное влияние заместителей на кислотность/основность;  
в) Стабилизация сопряженного основания резонансными структурами (примеры). Электронное строение карбоксилат-аниона как делокализованной системы;  
г) Сравнительная характеристика кислотных свойств одно- и двухосновных алифатических и ароматических кислот.

2. Обобщенная теория кислот и оснований Льюиса.

Примерный план ответа:

- а) Кислоты и основания по Льюису;  
б) Примеры кислотно-основных реакций Льюиса;  
в) Принцип ЖМКО Пирсона;  
г) Жесткость молекулы;  
д) Предсказание реакционной способности соединений с двумя реакционными центрами;  
е) Сила «жестких» и «мягких» кислот и оснований.

### 6.4. Критерии оценивания

Критерием успешности освоения учебного материала является экспертная оценка преподавателя, учитывающая регулярность посещения лекционных и семинарских занятий, знаний теоретического раздела программы по дисциплине (в том числе материала самостоятельной работы), которые оцениваются устным опросом по вопросам дисциплины и по качеству решения ситуационных задач и тестов.

Оценка устного ответа студента на семинарском занятии:

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он владеет понятийным аппаратом, демонстрирует глубину и полное овладение содержанием учебного материала, в котором легко ориентируется; дал полный ответ и показал глубокие знания по каждому из вопросов.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, за умение грамотно излагать материал, но при этом содержание и форма ответа могут иметь отдельные неточности;

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент обнаруживает знания и понимание основных положений учебного материала, но излагает его неполно, непоследовательно, допускает неточности в определении понятий, не умеет доказательно обосновывать свои суждения;

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если студент имеет разрозненные, бессистемные знания, не умеет выделять главное и второстепенное, допускает ошибки в определении понятий, искажает их смысл.

Критерии оценки решения ситуационной задачи:

5 «отлично» – комплексная оценка предложенной ситуации; знание теоретического материала с учетом междисциплинарных связей, правильный выбор тактики действий; последовательное, уверенное выполнение практических манипуляций;

4 «хорошо» – комплексная оценка предложенной ситуации, незначительные затруднения при ответе на теоретические вопросы, неполное раскрытие междисциплинарных связей; правильный выбор тактики действий; логическое обоснование теоретических вопросов с дополнительными комментариями педагога; последовательное, уверенное выполнение практических манипуляций;



3 «удовлетворительно» – затруднения с комплексной оценкой предложенной ситуации; неполный ответ, требующий наводящих вопросов педагога; выбор тактики действий в соответствии с ситуацией возможен при наводящих вопросах педагога, правильное последовательное, но неуверенное выполнение манипуляций;

2 «неудовлетворительно» – неверная оценка ситуации; неправильно выбранная тактика действий, приводящая к ухудшению ситуации, нарушению безопасности пациента; неправильное выполнение практических манипуляций, проводимое с нарушением безопасности пациента и медперсонала.

Критерии оценки теста:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если задание выполнено на 91-100% (высокий уровень освоения проверяемых компетенций);

- оценка «хорошо» выставляется студенту, если задание выполнено на 81-90% (средний уровень освоения проверяемых компетенций);

- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если задание выполнено на 70-80% (базовый уровень освоения проверяемых компетенций);

- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если задания выполнено менее чем на 70% (недостаточный уровень освоения проверяемых компетенций);.

Промежуточная аттестация проводится по окончании 3 семестра в форме экзамена. Экзамен проводится в виде устного собеседования по вопросам дисциплины, и решением ситуационной задачи.

Оценка устного ответа обучающегося на зачете с оценкой/экзамене:

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся показал глубокое знание вопроса; полно, аргументировано, последовательно ответил по учебному материалу.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся показал знание вопроса, но допускает ряд неточностей; полно, аргументировано, последовательно ответил по учебному материалу.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся показал знание вопроса, но допускает множество неточностей; имеет проблемы с полнотой, аргументацией, последовательностью изложения учебного материала.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся не знает материал вопроса или имеет поверхностные знания и не может полно, аргументировано, последовательно ответить по учебному материалу.

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

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л1.1	Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И., Зурабян С.Э.	Биоорганическая химия: учебник ( <a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970454152.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970454152.html</a> )	Москва : ГЭОТАР- Медиа, 2020	ЭБС

#### 7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л2.1	Тюкавкина Н.А.	Биоорганическая химия: руководство к практическим занятиям: учебное пособие ( <a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970442098.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970442098.html</a> )	Москва : ГЭОТАР- Медиа, 2017	ЭБС

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

Э1	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU» - раздел «Журналы открытого доступа» ( <a href="https://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_free.asp">https://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_free.asp</a> ) на 01.10.2018 г. содержит более 6000 научных журналов <a href="http://www.elibrary.ru">http://www.elibrary.ru</a> <a href="http://www.elibrary.ru">http://www.elibrary.ru</a>
Э2	Научная электронная библиотека. Монографии, изданные в издательстве Российской Академии Естествознания полнотекстовый ресурс научных и учебных изданий PAE <a href="https://www.monographies.ru/">https://www.monographies.ru/</a>

### 7.3 Перечень информационных технологий

#### 7.3.1 Программное обеспечение

LMS Moodle
MS Office365
Adobe Reader

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

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (<https://elibrary.ru/defaultx.asp?>) eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL: <https://elibrary.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный



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

Рабочая программа дисциплины "Биоорганическая химия" по направлению подготовки (специальности)  
"Медицинская биохимия" направленности (профилю) Медицинская биохимия ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 13

Национальная электронная библиотека (НЭБ) (<https://rusneb.ru/>) Национальная электронная библиотека (НЭБ) :  
объединенный электронный каталог фондов российских библиотек : сайт. – URL: <http://нэб.рф>. – Режим доступа: из  
читальных залов библиотеки ЧелГУ. – Текст : электронный.

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

Лекционные занятия проводятся в лекционных аудиториях. Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования (ноутбук, проектор, экран, колонки) и учебно-наглядных пособий (презентации по всем разделам дисциплины).

Для проведения занятий семинарского типа в университете аудитория оборудована мультимедийным комплексом и экраном для демонстрации слайдовых презентаций.

Для проведения лабораторных занятий аудитория оборудована следующим оборудованием: весы электронные, дистиллятор, дозаторы одноканальные, рН-метры, водяная баня, секундомеры, термометры, колориметр фотоэлектрический концентрационный, спектрофотометр, биохимический анализатор, термостат электрический суховоздушный охлаждающий, центрифуга с охлаждением, плитка электрическая, шкаф сушильный, химическая посуда, химические реактивы и таблицы.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета, куда каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом.

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

Успешное освоение дисциплины предполагает активную работу студента на всех занятиях аудиторной формы (лекции, семинарские, лабораторные занятия), выполнение контрольных мероприятий, планомерную самостоятельную работу. В ходе освоения дисциплины студент расширяет свой опыт, развивает такие общекультурные и профессиональные компетенции как овладение навыками исследовательской деятельности; целеполагание, планирование, анализ и рефлексия в процессе познания; формирование мышления. Посещение лекционных занятий и конспектирование лекционного материала является необходимым, но недостаточным условием для успешного усвоения дисциплины. Студенту необходимо систематически работать с рекомендованной литературой, дополняя конспект лекций необходимыми пояснениями, уточнениями и терминами по изучаемой теме.

Для качественного усвоения данной дисциплины необходимо посещать семинарские занятия, изучать вопросы тем самостоятельной подготовки. Практические занятия требуют предварительной теоретической подготовки по соответствующей теме: изучения учебной и дополнительной литературы.

Особую роль в курсе занимают лабораторные занятия. Они формируют практические умения и навыки, закрепляют и развивают теоретические навыки, поддерживают интерес к изучению дисциплины. Лабораторные занятия организованы так, что на каждом из них каждый студент активно участвует в работе, его знания оцениваются. Поэтому студент заинтересован готовиться к каждому занятию без исключения.

В ходе изучения дисциплины применяется такой вид теоретического занятия как самостоятельная работа студентов. Роль преподавателя при этом заключается в организации самостоятельной работы студентов, в обучении их методам самостоятельного изучения вопросов теории. Эта организация заключается в определении задания, сроков исполнения, осуществлении контроля и оценке результатов изучения учебного материала.

Основными видами самостоятельной работы являются: работа с печатными источниками информации (конспектом, книгой, документами), работа с интернет-ресурсами.

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

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

1. Мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения: портативный компьютер с вводом/выводом шрифтом Брайля с синтезатором речи «EIBraile-W14J G2»; ноутбуки с программной экранного доступа NVDA; электронные увеличители для удаленного просмотра; видеоувеличители портативные; тифлоплеер; цифровые диктофоны.

2. Мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями слуха: система свободного звукового поля со встроенной совместимостью с FM-устройствами; радиоклассы «Сонет-PCM» с передатчиком, заушным индуктором и индукционной петлей; система информационная для слабослышащих переносная «Исток»



A2 со встроенным плеером – звуковым информатором; документ-камера; программируемые слуховые аппараты индивидуального пользования.

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

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

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

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

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

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

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

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

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

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

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

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

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



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

Рабочая программа дисциплины "Биоорганическая химия" по направлению подготовки (специальности)  
"Медицинская биохимия" направленности (профилю) Медицинская биохимия ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 15

Проведение процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

**2022-2023\_30\_05\_01\_ФМБХ\_о\_2022\_3\_plx\_Биоорганическая химия (1)**

Проректор по учебной работе      утверждено 30.05.2022      В.Е. Федоров

Ученым советом факультета фундаментальной медицины

Протокол заседания № 3 от 25.05.2022

Председатель Ученого совета  
факультета фундаментальной  
медицины

согласовано

О.Б. Цейликман

**Заседанием факультета фундаментальной медицины**

Протокол заседания № 5 от 13.05.2022

Заведующий кафедрой

согласовано

О.Н. Егоров

Автор (составитель)

М.В. Васильева

**Структура рабочей программы соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО  
«ЧелГУ» от «13» апреля 2021 г. № 247-1**