

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Басий Раиса Васильевна  
Должность: Проректор по учебной работе  
Дата подписания: 12.02.2025 09:03:29  
Уникальный программный ключ:  
1f1f00dcee08ce5fee9b1af247120f3bdc9e28f8

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования

«Донецкий государственный медицинский университет имени М. Горького»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации

«Утверждаю»  
Проректор по учебной работе  
доц. Басий Р.В.

« 24 » *Васильева* 2024 г.



**Рабочая программа дисциплины**

**ХИМИЯ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

для студентов 1 курса медико-фармацевтического факультета

Направление подготовки	33.00.00 Фармация
Специальность	33.05.01 Фармация
Форма обучения:	очная.

г. Донецк  
2024

**Разработчики рабочей программы:**

Игнатъева Виктория Владимировна

Заведующая кафедрой фармацевтической  
и медицинской химии, канд. хим. наук,  
доцент

Романова Людмила Алексеевна

Старший преподаватель кафедры фарма-  
цевтической и медицинской химииРабочая программа обсуждена на учебно-методическом заседании кафедры фармацевтиче-  
ской и медицинской химии

12 ноября 2024 г. Протокол № 4

Заведующая кафедрой  
фармацевтической и медицинской химии,  
канд. хим. наук, доцент

В.В. Игнатъева

Рабочая программа рассмотрена на заседании профильной методической комиссии  
по фармации

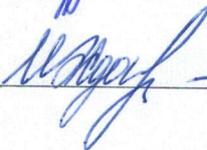
22 ноября 2024 г. Протокол № 2

Председатель комиссии, доц.



Ю.Е. Новицкая

Директор библиотеки



И.В. Жданова

Рабочая программа в составе учебно-методического комплекса дисциплины утверждена в  
качестве компонента ОП в составе комплекта документов ОП на заседании ученого совета  
ФГБОУ ВО ДонГМУ Минздрава Россиипротокол № 10 от « 24 » 12 2024г.

## 1. Пояснительная записка

Рабочая программа учебной дисциплины «Общая химия, биоорганическая химия» разработана в соответствии с федеральным образовательным стандартом для специальности 32.05.01 Медико-профилактическое дело.

## 2. Цель и задачи учебной дисциплины

### Цель:

1. Формирование у студентов системы химических знаний, умений, навыков, обладающих свойством широкого переноса, элементов творческой деятельности для последующего включения их в состав компетенций выпускника медицинского вуза;
2. Формирование у студентов научного миропонимания, химической картины природы, химической грамотности как части общей культуры человека с медицинским образованием;
3. Приобретение студентами опыта разнообразной деятельности: экспериментальной, учебно-исследовательской, расчетной, графической и др.
4. Воспитание и развитие личности студента, его способностей к самообучению, коммуникациям, инициативности, социальной активности, мотивированности к профессиональной деятельности.
5. Подготовка специалиста, обладающего достаточным уровнем знаний, умений, навыков, и способного самостоятельно мыслить и с интересом относиться к научно-исследовательской работе.

### Задачи:

На основе системного, проблемно-интегративно-модульного, личностно-деятельностного и компетентностного подходов к обучению организовать и направить самостоятельную деятельность студентов на решение системы взаимосвязанных внутри и межпредметных учебных проблем, которые являются:

- а) по характеру мировоззренческих идей – научными, ценностными, социальными, методологическими, комплексными;
- б) по особенностям предметного содержания – интеграционными, экологическими, валеологическими, природоохранными, экспериментальными и др.;
- в) по характеру познавательной деятельности студентов – академическими, исследовательскими, дискуссионными, комбинированными

## 3. Место учебной дисциплины в структуре основной образовательной программы:

Дисциплина «Общая химия, биоорганическая химия» входит в базовую часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана подготовки специалистов.

### 3.1 Перечень дисциплин и практик, освоение которых необходимо для изучения данного предмета:

Для изучения дисциплины «Химия» к базовым знаниям, умениям и видам деятельности относятся знания, сформированные в процессе довузовского этапа изучения химии в соответствии Примерной рабочей программой среднего общего образования по химии (базовый уровень), разработанной на основе Федерального закона от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», Требованиями к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования, представленными в Федеральном государственном образовательном стандарте среднего общего образования, с учётом «Концепции преподавания учебного предмета «Химия» в образовательных организациях Российской Федерации, реализующих основные общеобразовательные программы».

**Знания:**

– важнейшие химические понятия: вещество, химический элемент, атом, молекула, химическая связь, электроотрицательность, валентность, степень окисления, растворы, электролит и неэлектролит, электролитическая диссоциация, окислитель и восстановитель, окисление и восстановление, тепловой эффект реакции, скорость химической реакции, катализ, химическое равновесие, углеродный скелет, функциональная группа, изомерия, гомология;

– основные законы химии: периодический закон;

– основные теории химии: химической связи, электролитической диссоциации, строения органических соединений;

– важнейшие вещества и материалы: серная, соляная, азотная и уксусная кислоты; щелочи, аммиак, метан, этилен, ацетилен, бензол, этанол, жиры, мыла, глюкоза, сахароза, крахмал, клетчатка, белки, искусственные и синтетические волокна, каучуки, пластмассы

**Умения:**

– называть изученные вещества по «тривиальной» и международной номенклатуре;

– определять: валентность и степень окисления химических элементов, тип химической связи в соединениях, заряд иона, характер среды в водных растворах неорганических соединений, окислитель и восстановитель, принадлежность веществ к различным классам неорганических и органических соединений;

– характеризовать: элементы малых периодов по их положению в периодической системе Д.И.Менделеева; общие физические и химические свойства металлов, неметаллов, основных классов неорганических и органических соединений; строение и химические свойства изученных органических соединений;

– объяснять: зависимость свойств веществ от их состава и строения; природу химической связи, зависимость скорости химической реакции и положения химического равновесия от различных факторов; применение веществ на основе их свойств;

– выполнять химический эксперимент по распознаванию важнейших неорганических и органических веществ;

– проводить самостоятельный поиск химической информации с использованием различных источников (научно-популярных изданий, компьютерных баз данных, ресурсов Интернета); использовать компьютерные технологии для обработки и передачи химической информации, и ее представления в различных формах.

**3.2. Перечень учебных дисциплин (последующих), обеспечиваемых данным предметом:**

«Биологическая химия», «Нормальная физиология», «Фармакология», «Общая гигиена, социально-гигиенический мониторинг», «Гигиена питания», «Коммунальная гигиена», «Гигиена детей и подростков», «Гигиена труда», «Безопасность жизнедеятельности, медицина катастроф».

**4. Общая трудоемкость учебной дисциплины**

<b>Виды контактной и внеаудиторной работы</b>	<b>Всего часов</b>
<b>Общий объем дисциплины</b>	144/4 зач.ед
Аудиторная работа	102
Лекций	26
Практических занятий	76
Самостоятельная работа обучающихся	42
<b>Формы промежуточной аттестации, в том числе:</b>	
Зачет с оценкой	

## 5. Результаты обучения

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения учебной дисциплины:

Коды формируемых компетенций	Компетенции (содержание)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
УК	<b>Универсальные компетенции</b>		
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	ИД-2ук-1 Идентификация проблемных ситуаций	<p><b>Знать:</b> основы химической сущности процессов, происходящих в живом организме на молекулярном и клеточном уровнях, логические связи между строением, свойствами и превращением биологически активных органических соединений в живом организме.</p> <p><b>Уметь:</b> использовать методы логического мышления при интерпретации основных химических законов и их взаимосвязи с биологическими процессами в организме; анализировать взаимосвязь между строением, свойствами и превращением биологически активных органических соединений; обобщать, систематизировать информацию с дальнейшей постановкой целей и задач; анализировать и прогнозировать протекание химических процессов в организме.</p>

ОПК	Общепрофессиональные компетенции		
ОПК-3	Способен решать профессиональные задачи врача по общей гигиене, эпидемиологии с использованием основных физико-химических, математических и иных естественнонаучных понятий и методов	ИД-1опк-3.1 Интерпретация данных основных физико-химических, математических и иных естественнонаучных понятий, и методов при решении ситуационной задачи	<p><b>Знать:</b></p> <p>Термодинамические и кинетические закономерности протекания химических биохимических процессов, факторы, влияющие на смещение равновесия в биохимических системах.</p> <p>Основные свойства растворов. Способы выражения количественного состава растворов. Осмотическая концентрация растворов.</p> <p>Различные виды гомеостаза и основные типы равновесий: кислотно-основной, металло-лигандовый.</p> <p>Механизмы действия буферных систем организма.</p> <p>Физико-химические основы поверхностных явлений и особенности свойств дисперсных систем.</p> <p>Концептуальные основы биоорганической химии: принципы классификации и основные правила систематической номенклатуры органических соединений; сопряжение и ароматичность как факторы повышенной термодинамической устойчивости систем; кислотные и основные свойства органических соединений; типы</p>

			<p>органических реакций и реагентов; факторы, определяющие реакцию способность соединений.</p> <p>Биологически важные классы органических соединений.</p> <p>Биополимеры и их структурные компоненты</p> <p><b>Уметь:</b> Решать практические типовые задачи и ситуационные задачи, опираясь на теоретические положения, моделирующие физико-химические процессы, протекающие в живых организмах. Проводить физико-химические расчеты и прогнозировать результаты физико-химических процессов, протекающих в живых системах.</p> <p>Классифицировать органические соединения и называть по структурным формулам типичные представители биологически важных веществ и лекарственных средств.</p> <p>Выделять функциональные группы, кислотный и основной центры, сопряженные и ароматические фрагменты в молекулах для определения потенциальной реакционной способности органических соединений.</p> <p>Прогнозировать</p>
--	--	--	--

			<p>направление и результат химических превращений органических соединений.</p> <p>Выполнять физико-химические измерения, характеризующие свойства растворов, смесей и других объектов, выполнять простейшие виды химического анализа и методики проведения качественных реакций (экспериментально) на функциональные группы и характерные структурные фрагменты молекулы с объяснением визуально наблюдаемого результата.</p>
<b>ОПК-5</b>	Способен оценивать морфофункциональные, физиологические состояния и патологические процессы в организме человека для решения профессиональных задач	<b>ИД-2</b> опк-5.2 Интерпретация результатов исследований биосубстратов, обследований различных контингентов для решения заданной профессиональной задачи	<p><b>Знать:</b> Биологически важные классы органических соединений, строения и свойства функциональных групп; типы органических реакций и реагентов; факторы, определяющие реакционную способность соединений.</p> <p><b>Уметь:</b> классифицировать органические соединения и называть по структурным формулам типичные представители биологически важных веществ, составлять уравнения качественных реакций на функциональные группы; проводить качественные реакции на различные функциональные группы органических</p>

			веществ (экспериментально) и интерпретировать результаты полученных экспериментов
--	--	--	---

**6. В результате освоения учебной дисциплины, обучающийся должен:**

**Знать:**

сущность процессов, происходящих в организме человека на клеточном и молекулярном уровнях, а также при воздействии на живой организм химических, физических факторов окружающей среды.

**Уметь:**

выполнять расчеты параметров физико-химических процессов, интерпретировать и оценивать результаты расчетов, что позволит более глубоко понять функции отдельных систем организма и организма в целом, а также его взаимодействие с окружающей средой; производить элементарные физико-химические измерения, интерпретировать результаты эксперимента; осуществлять проведение простейших видов химического анализа

## 7. Рабочая программа учебной дисциплины

## 7.1. Учебно-тематический план дисциплины (в академических часах) и матрица компетенций

Наименование модуля (раздела) и тем	Аудиторные занятия		Всего часов на аудиторную работу	Самостоятельная работа студента	Экзамен	Итого часов	Формируемые компетенции	Используемые образовательные технологии, способы и методы обучения	Формы текущего и рубежного контроля успеваемости
	Лекции	Практические (семинарские, лабораторные)							
<b>Модуль 1. Введение в курс химии. Учение о растворах. Основы коллоидной химии.</b>									
<i>Раздел 1.1. Введение в курс химии. Элементы химической термодинамики, химической кинетики, химическое равновесие</i>	2	10	12	5		17	УК-1 (ИД-2УК-1) ОПК-3 (ИД-1ОПК-3.1)		
Тема 1.1.1. Введение в практикум. Периодический закон Д.И.Менделеева. Основные классы неорганических соединений		2	2	1		3	УК-1 (ИД-2УК-1) ОПК-3 (ИД-1ОПК-3.1)	ЗС, ПЗ, Пр	ЗС, Т

Тема 1.1.2. Биогенные s- и p- элементы, биологическая роль, применение в медицине		2	2	1		3	УК-1 (ИД-2 <sub>УК-1</sub> ) ОПК-3 (ИД-1 <sub>ОПК-3.1</sub> )	ЗС, ПЗ, Пр	ЗС, Т
Тема 1.1.3. Биогенные d- элементы, биологическая роль, применение в медицине		2	2	1		3	УК-1 (ИД-2 <sub>УК-1</sub> ) ОПК-3 (ИД-1 <sub>ОПК-3.1</sub> )	ЗС, ПЗ, Пр	ЗС, Т
Тема 1.1.4. Тепловые эффекты химических реакций. Химическая термодинамика	1	2	3	1		4	УК-1 (ИД-2 <sub>УК-1</sub> ) ОПК-3 (ИД-1 <sub>ОПК-3.1</sub> )	ЛВ, ЗС, ПЗ, Пр	ЗС, Т
Тема 1.1.5. Кинетика биохимических реакций. Химическое равновесие	1	2	3	1		4	УК-1 (ИД-2 <sub>УК-1</sub> ) ОПК-3 (ИД-1 <sub>ОПК-3.1</sub> )	ЛВ, ЗС, ПЗ, Пр	ЗС, Т

Раздел 1.2. Учение о растворах. Основные типы химических равновесий и процессов в функционировании живых систем (протолитические, гетерогенные, лигандообменные, окислительно-восстановительные)	6	14	20	7		27	УК-1 (ИД-2 <sub>УК-1</sub> ) ОПК-3 (ИД-1 <sub>ОПК-3.1</sub> )		
Тема 1.2.1. Растворы. Способы выражения состава растворов.		2	2	1		3	УК-1 (ИД-2 <sub>УК-1</sub> ) ОПК-3 (ИД-1 <sub>ОПК-3.1</sub> )	ЗС, ПЗ, Пр	ЗС, Т
Тема 1.2.2. Растворы. Перманганатометрия как метод объемного анализа		2	2	1		3	УК-1 (ИД-2 <sub>УК-1</sub> ) ОПК-3 (ИД-1 <sub>ОПК-3.1</sub> )	ЗС, ПЗ, Пр	ЗС, Т
Тема 1.2.3. Кислотно-основное равновесие в организме. Водородный показатель	1	2	3	1		4	УК-1 (ИД-2 <sub>УК-1</sub> ) ОПК-3 (ИД-1 <sub>ОПК-3.1</sub> )	ЛВ, ЗС, ПЗ, Пр	ЗС, Т
Тема 1.2.4. Буферные системы, классификация и механизм действия	1	2	3	1		4	УК-1 (ИД-2 <sub>УК-1</sub> ) ОПК-3 (ИД-1 <sub>ОПК-3.1</sub> )	ЛВ, ЗС, ПЗ, Пр	ЗС, Т

Тема 1.2.5. Коллигативные свойства растворов. Осмос и осмотическое давление	1	2	3	1		4	УК-1 (ИД-2 <sub>УК-1</sub> ) ОПК-3 (ИД-1 <sub>ОПК-3.1</sub> )	ЛВ, ЗС, ПЗ, Пр	ЗС, Т
Тема 1.2.6. Осмос и осмотическое давление	1	2	3	1		4	УК-1 (ИД-2 <sub>УК-1</sub> ) ОПК-3 (ИД-1 <sub>ОПК-3.1</sub> )	ЛВ, ЗС, ПЗ, Пр	ЗС, Т
Тема 1.2.7. Комплексообразование в биологических системах	2	2	4	1		5	УК-1 (ИД-2 <sub>УК-1</sub> ) ОПК-3 (ИД-1 <sub>ОПК-3.1</sub> )	ЛВ, ЗС, ПЗ, Пр	ЗС, Т
<i>Раздел 1.3. Основы коллоидной химии: поверхностные явления, дисперсные системы, ВМС и их растворы</i>	6	14	20	8		28	УК-1 (ИД-2 <sub>УК-1</sub> ) ОПК-3 (ИД-1 <sub>ОПК-3.1</sub> )		
Тема 1.3.1. Сорбция биологически-активных веществ на границе раздела фаз	1	2	3	1		4	УК-1 (ИД-2 <sub>УК-1</sub> ) ОПК-3 (ИД-1 <sub>ОПК-3.1</sub> )	ЛВ, ЗС, ПЗ, Пр	ЗС, Т
Тема 1.3.2. Хроматография. Классификация методов. Использование в медицинском анализе.	1	2	3	1		4	УК-1 (ИД-2 <sub>УК-1</sub> ) ОПК-3 (ИД-1 <sub>ОПК-3.1</sub> )	ЛВ, ЗС, ПЗ, Пр	ЗС, Т

Тема 1.3.3. Дисперсные системы. Получение, очистка и свойства коллоидных растворов	2	2	4	1		5	УК-1 (ИД-2 <sub>УК-1</sub> ) ОПК-3 (ИД-1 <sub>ОПК-3.1</sub> )	ЛВ, ЗС, ПЗ, Пр	ЗС, Т
Тема 1.3.4. Лиофобные дисперсные системы и их свойства. Коагуляция. Коллоидная защита	1	2	3	1		4	УК-1 (ИД-2 <sub>УК-1</sub> ) ОПК-3 (ИД-1 <sub>ОПК-3.1</sub> )	ЛВ, ЗС, ПЗ, Пр	ЗС, Т
Тема 1.3.5. Лиофильные дисперсные системы. Растворы биополимеров. Изоэлектрическая точка.	1	2	3	1		4	УК-1 (ИД-2 <sub>УК-1</sub> ) ОПК-3 (ИД-1 <sub>ОПК-3.1</sub> )	ЛВ, ЗС, ПЗ, Пр	ЗС, Т
Тема 1.3.6. Изоэлектрическая точка растворов биополимеров		2	2	1		3	УК-1 (ИД-2 <sub>УК-1</sub> ) ОПК-3 (ИД-1 <sub>ОПК-3.1</sub> )	ЗС, ПЗ, Пр	ЗС, Т
Итоговое занятие		2	2	2		4			ИМК

Модуль 2. Основы органической химии									
<i>Раздел 2.1. Теоретические основы строения и реакционной способности биоорганических соединений.</i>	6	20	26	12	0	38	УК-1 (ИД-2УК-1) ОПК-3 (ИД-1ОПК-3.1) ОПК-5 (ИД-2ОПК-5.2)		
Тема 2.1.1. Функциональные группы органических соединений	1	2	3	1		4	УК-1 (ИД-2УК-1) ОПК-3 (ИД-1ОПК-3.1) ОПК-5 (ИД-2ОПК-5.2)	ЛВ, ЗС, ПЗ, Пр	ЗС, Т
Тема 2.1.2. Классификация химических реакций. Реакционная способность алканов, алкенов, аренов	1	2	3	1		4	УК-1 (ИД-2УК-1) ОПК-3 (ИД-1ОПК-3.1) ОПК-5 (ИД-2ОПК-5.2)	ЛВ, ЗС, ПЗ, Пр	ЗС, Т
Тема 2.1.3. Спирты, фенолы. Тиолы. Простые эфиры		2	2	2		4	УК-1 (ИД-2УК-1) ОПК-3 (ИД-1ОПК-3.1) ОПК-5 (ИД-2ОПК-5.2)	ЗС, ПЗ, Пр	ЗС, Т
Тема 2.1.4. Амины, аминокислоты		2	2	2		4	УК-1 (ИД-2УК-1) ОПК-3 (ИД-1ОПК-3.1) ОПК-5 (ИД-2ОПК-5.2)	ЗС, ПЗ, Пр	ЗС, Т

Тема 2.1.5. Карбонильные соединения. Альдегиды и кетоны	1	2	3	1		4	УК-1 (ИД-2 <sub>УК-1</sub> ) ОПК-3 (ИД-1 <sub>ОПК-3.1</sub> ) ОПК-5 (ИД-2 <sub>ОПК-5.2</sub> )	ЛВ, ЗС, ПЗ, Пр	ЗС, Т
Тема 2.1.6. Карбоновые кислоты и их производные. Сложные эфиры	1	2	3	1		4	УК-1 (ИД-2 <sub>УК-1</sub> ) ОПК-3 (ИД-1 <sub>ОПК-3.1</sub> ) ОПК-5 (ИД-2 <sub>ОПК-5.2</sub> )	ЛВ, ЗС, ПЗ, Пр	ЗС, Т
Тема 2.1.7. Липиды Строение и свойства омыляемых липидов	1	2	3	1		4	УК-1 (ИД-2 <sub>УК-1</sub> ) ОПК-3 (ИД-1 <sub>ОПК-3.1</sub> ) ОПК-5 (ИД-2 <sub>ОПК-5.2</sub> )	ЛВ, ЗС, ПЗ, Пр	ЗС, Т
Тема 2.1.8. Липиды. Строение и свойства неомыляемых липидов		2	2	1		3	УК-1 (ИД-2 <sub>УК-1</sub> ) ОПК-3 (ИД-1 <sub>ОПК-3.1</sub> ) ОПК-5 (ИД-2 <sub>ОПК-5.2</sub> )	ЗС, ПЗ, Пр	ЗС, Т
Тема 2.1.9. Гетерофункциональ ные соединения. Строение и свойства оксикислот	1	2	3	1		4	УК-1 (ИД-2 <sub>УК-1</sub> ) ОПК-3 (ИД-1 <sub>ОПК-3.1</sub> ) ОПК-5 (ИД-2 <sub>ОПК-5.2</sub> )	ЛВ, ЗС, ПЗ, Пр	ЗС, Т
Тема 2.1.10. Гетерофункциональ ные соединения. Строение и свойства оксокислот		2	2	1		3	УК-1 (ИД-2 <sub>УК-1</sub> ) ОПК-3 (ИД-1 <sub>ОПК-3.1</sub> ) ОПК-5 (ИД-2 <sub>ОПК-5.2</sub> )	ЗС, ПЗ, Пр	ЗС, Т

<i>Раздел</i> 2.2. <i>Структура и функции углеводов</i>	2	6	8	3		11	УК-1 (ИД-2 <sub>УК-1</sub> ) ОПК-3 (ИД-1 <sub>ОПК-3.1</sub> ) ОПК-5 (ИД-2 <sub>ОПК-5.2</sub> )		
Тема 2.2.1. Углеводы. Строение и химические свойства моносахаридов	1	2	3	1		4	УК-1 (ИД-2 <sub>УК-1</sub> ) ОПК-3 (ИД-1 <sub>ОПК-3.1</sub> ) ОПК-5 (ИД-2 <sub>ОПК-5.2</sub> )	ЛВ, ЗС, ПЗ, Пр	ЗС, Т
Тема 2.2.2. Углеводы. Строение и свойства дисахаридов	1	2	3	1		4	УК-1 (ИД-2 <sub>УК-1</sub> ) ОПК-3 (ИД-1 <sub>ОПК-3.1</sub> ) ОПК-5 (ИД-2 <sub>ОПК-5.2</sub> )	ЛВ, ЗС, ПЗ, Пр	ЗС, Т
Тема 2.2.3. Углеводы. Строение и свойства полисахаридов		2	2	1		3	УК-1 (ИД-2 <sub>УК-1</sub> ) ОПК-3 (ИД-1 <sub>ОПК-3.1</sub> ) ОПК-5 (ИД-2 <sub>ОПК-5.2</sub> )	ЗС, ПЗ, Пр	ЗС, Т
<i>Раздел</i> 2.3. <i>Биологически активные азотсодержащие соединения</i>	4	10	14	7		21	УК-1 (ИД-2 <sub>УК-1</sub> ) ОПК-3 (ИД-1 <sub>ОПК-3.1</sub> ) ОПК-5 (ИД-2 <sub>ОПК-5.2</sub> )		
Тема 2.3.1. Гетероциклические соединения. Строение и свойства пятичленных гетероциклов	1	2	3	1		4	УК-1 (ИД-2 <sub>УК-1</sub> ) ОПК-3 (ИД-1 <sub>ОПК-3.1</sub> ) ОПК-5 (ИД-2 <sub>ОПК-5.2</sub> )	ЛВ, ЗС, ПЗ, Пр	ЗС, Т

Тема 2.3.2. Гетероциклические соединения. Строение и свойства шестичленных гетероциклов.	1	2	3	1		4	УК-1 (ИД-2 <sub>УК-1</sub> ) ОПК-3 (ИД-1 <sub>ОПК-3.1</sub> ) ОПК-5 (ИД-2 <sub>ОПК-5.2</sub> )	ЛВ, ЗС, ПЗ, Пр	ЗС, Т
Тема 2.3.3. Гетерофункциональ ные соединения. Аминокислоты. Пептиды	1	2	3	1		4	УК-1 (ИД-2 <sub>УК-1</sub> ) ОПК-3 (ИД-1 <sub>ОПК-3.1</sub> ) ОПК-5 (ИД-2 <sub>ОПК-5.2</sub> )	ЛВ, ЗС, ПЗ, Пр	ЗС, Т
Тема 2.3.4. Белки. Физико-химические свойства, качественные реакции.	1	2	3	1		4	УК-1 (ИД-2 <sub>УК-1</sub> ) ОПК-3 (ИД-1 <sub>ОПК-3.1</sub> ) ОПК-5 (ИД-2 <sub>ОПК-5.2</sub> )	ЛВ, ЗС, ПЗ, Пр	ЗС, Т
Тема 2.3.4. Нуклеотиды, понятие о нуклеиновых кислотах		2	2	1		3	УК-1 (ИД-2 <sub>УК-1</sub> ) ОПК-3 (ИД-1 <sub>ОПК-3.1</sub> ) ОПК-5 (ИД-2 <sub>ОПК-5.2</sub> )	ЗС, ПЗ, Пр	ЗС, Т
Итоговое занятие		2	2	2		4			ИМК
<b>ИТОГО</b>	<b>26</b>	<b>76</b>	<b>102</b>	<b>42</b>		<b>144</b>			

В данной таблице могут быть использованы следующие сокращения: \*

<b>ЛВ</b>	лекция-визуализация	<b>Т</b>	тестирование
<b>ПЗ</b>	практические занятия	<b>ЗС</b>	решение ситуационных задач
<b>ИМК</b>	итоговый модульный контроль	<b>Пр</b>	оценка освоения практических умений

## **7.2. Содержание рабочей программы учебной дисциплины**

### **Модуль 1. Введение в курс химии. Учение о растворах. Основы коллоидной химии.**

#### ***Раздел 1.1. Введение в курс химии. Элементы химической термодинамики, химической кинетики, химическое равновесие***

##### ***Тема 1.1.1. Введение в практикум. Периодический закон Д.И.Менделеева. Основные классы неорганических соединений***

Периодический закон Д.И.Менделеева и его толкование на основе электронной построения атомов. Периодическая система элементов как графическое отображение закона периодичности. Строение периодической системы элементов: период, группа, подгруппа, s-, p-, d-, f-семейства элементов. Периодический характер изменения свойств атомов: атомных радиусов, энергии ионизации, энергии сродства к электрону, относительной электроотрицательности. Металлические, неметаллические и окислительно-восстановительные свойства.

Основные классы неорганических соединений. Кислоты, основания, соли, оксиды. Классификация, основные химические свойства.

##### ***Тема 1.1.2. Биогенные s- и p- элементы, биологическая роль, применение в медицине.***

Общие сведения о биогенные элементы. Качественный и количественный содержание биогенных элементов в организме человека. Макроэлементы, микроэлементы и примесные элементы. Органогены. Понятие об учении И. Вернадского о биосфере и роли живого вещества (живых организмов). Связь между содержанием биогенных элементов в организме человека и их содержанием в окружающей среде. Эндемические заболевания, их связь с особенностями биогеохимических провинций (районов с природным дефицитом или избытком определенных химических элементов в литосфере). Проблемы загрязнения и очистки биосферы от токсичных химических соединений техногенного происхождения.

Биогенные s - и p-элементы. Электронная структура и электроотрицательности s - и p-элементов. Типичные химические свойства s - и p-элементов и их соединений (реакции без изменения степени окисления). Связь между местом нахождения s - и p-элементов в периодической системе и их содержанием в организме. Применение в медицине. Токсическое действие соединений. Качественные реакции на ионы s- и p-элементов.

##### ***Тема 1.1.3. Биогенные d- элементы; биологическая роль, применение в медицине***

Биогенные d - элементы, биологическая роль, применение в медицине. Металлы жизни. Электронная структура и электроотрицательности d-элементов. Типичные химические свойства d-элементов и их соединений (реакции с изменением степени окисления, комплексообразования). Биологическая роль. Применение в медицине. Токсическое воздействие d-элементов и их соединений. Качественные реакции на основные ионы d-элементов.

##### ***Тема 1.1.4. Тепловые эффекты химических реакций. Химическая термодинамика***

Предмет химической термодинамики. Основные понятия химической термодинамики: термодинамическая система (изолированная, закрытая, открытая, гомогенная, гетерогенная), параметры состояния (экстенсивные, интенсивные), термодинамический процесс (обратимый, необратимый). Живые организмы – открытые термодинамические системы. Необратимость процессов жизнедеятельности.

Первый закон термодинамики. Энтальпия. Термохимические уравнения. Стандартные теплоты образования и сгорания. Закон Гесса. Метод калориметрии. Энергетическая характеристика биохимических процессов. Термохимические расчеты для оценки калорийности продуктов питания и составления рациональных и лечебных диет.

Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Второй закон термодинамики. Энтропия. Термодинамические потенциалы: энергия Гиббса, энергия Гельмгольца. Термодинамические условия равновесия. Критерии направленности самопроизвольных процессов.

Применение основных положений термодинамики к живым организмам. АТФ как источник энергии для биохимических реакций. Макроэргические соединения. Энергетические процессы в живых системах: экзэргонические и эндэргонические.

### ***Тема 1.1.5. Кинетика биохимических реакций. Химическое равновесие***

Химическая кинетика как основа для изучения скоростей и механизмов биохимических реакций. Скорость реакции. Зависимость скорости реакции от концентрации. Закон действующих масс для скорости реакции от концентрации. Констант скорости. Порядок реакции. Кинетические уравнения реакций первого, второго и нулевого порядка. Понятие о механизме реакции. Молекулярность реакции.

Зависимость скорости реакции от температуры. Правило Вант-Гоффа. Особенности температурного коэффициента скорости реакции для биохимических процессов.

Энергия активации. Теория активных соударений. Уравнение Аррениуса. Понятие о теории переходного состояния (активированного комплекса).

Представление о кинетике сложных реакций: параллельных, последовательных, сопряженных, обратных, конкурирующих, цепных. Понятие о антиоксиданты. Свободно радикальные реакции в живом организме. Фотохимические реакции, фотосинтез.

Катализ и катализаторы. Особенности действия катализаторов. Гомогенный, гетерогенный и микрогетерогенный катализ. Кислотно-основной катализ. Автокатализ. Механизм действия катализаторов. Промоторы и каталитические яды. Представление о кинетике ферментативных реакций. Ферменты как биологические катализаторы. Особенности действия ферментов: селективность, эффективность, зависимость ферментативной действия от температуры и реакции среды. Понятие о механизме действия ферментов. Зависимость скорости ферментативных процессов от концентрации фермента и субстрата. Активация и ингибирование ферментов. Влияние экологических факторов на кинетику ферментативных реакций.

Химическое равновесие. Константа химического равновесия и способы ее выражения. Смещение химического равновесия при изменении температуры, давления, концентрации веществ. Принцип Ле Шателье.

## ***Раздел 1.2. Учение о растворах. Основные типы химических равновесий и процессов в функционировании живых систем (протолитические, гетерогенные, лигандообменные, окислительно-восстановительные)***

### ***Тема 1.2.1. Растворы. Способы выражения состава растворов.***

Роль растворов в жизнедеятельности организмов. Классификация растворов. Механизм процессов растворения. Термодинамический подход к процессу растворения.

Растворимость веществ. Растворимость жидкостей и твердых веществ в жидкостях. Зависимость растворимости от температуры, природы растворенного вещества и растворителя. Величины, характеризующие количественный состав растворов.

Растворимость газов в жидкостях. Зависимость растворимости газов от давления (закон Генри-Дальтона), природы газа и растворителя, температуры. Влияние электролитов на растворимость газов (закон Сеченова). Растворимость газов в крови. Кессонная болезнь

Растворимость жидкостей и твердых веществ в жидкостях. Зависимость растворимости от температуры, природы растворенного вещества и растворителя. Распределение вещества между двумя жидкостями, которые не смешиваются. Закон распределения Нернста и его значение в явлении проницаемости биологических мембран. Величины, характеризующие количественный состав растворов.

Приготовление растворов с заданным количественным составом. Массовая концентрация, молярная концентрация, моляльная концентрация, титр.

### ***Тема 1.2.2. Растворы. Перманганатометрия как метод объемного количественного анализа.***

Приготовление растворов с заданным количественным составом. Величины, характеризующие количественный состав растворов: массовая концентрация, молярная концентрация, молярная концентрация эквивалента.

Основы титриметричного анализа. Методы титриметричного анализа. Перманганометрия как метод окислительно-восстановительного титрования.

**Тема 1.2.3. Кислотно-основное равновесие в организме. Водородный показатель**

Растворы электролитов. Электролиты в организме человека. Степень и константа диссоциации слабых электролитов. Активность и коэффициент активности. Ионная сила раствора. Водно-электролитный баланс – необходимое условие гомеостаза.

Типы протеолитических реакций: реакции нейтрализации, гидролиза и ионизации.

Диссоциация воды. Ионное произведение воды. Водородный показатель рН. Значения рН для различных жидкостей человеческого организма в норме и патологии. Теория кислот и оснований Аррениуса, Бренстеда-Лоури, Льюиса.

Метод кислотно-основного титрования. Кислотно-основные индикаторы.

**Тема 1.2.4. Буферные системы, классификация и механизм действия**

Буферные растворы, их классификация. Уравнение Гендерсона-Гассельбаха. Механизм буферного действия. Буферная емкость.

Буферные системы крови. Бикарбонатный буфер, фосфатный буфер. Белковые буферные системы. Механизмы действия в организме. Резервная щелочность крови.

Понятие о кислотно-основное состояние крови. Ацидоз и алкалоз, причины возникновения и методы устранения

**Тема 1.2.5. Коллигативные свойства растворов**

Коллигативные свойства разбавленных растворов неэлектролитов.

Относительное понижение давления насыщенного пара растворителя над раствором. Закон Рауля. Идеальные растворы. Понижение температуры замерзания и повышение температуры кипения растворов по сравнению с растворителями. Осмос и осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа.

Криометрия, эбулиометрия, осмометрия, их применение в медико-биологических исследованиях.

**Тема 1.2.6. Осмос и осмотическое давление**

Коллигативные свойства разбавленных растворов электролитов. Изотонический коэффициент. Гипо-, гипертонические и изотонические растворы. Осмос и осмотическое давление в растворах электролитов.

Роль осмоса в биологических системах. Осмотическое давление плазмы крови. Уравнение Галлера. Онкотическое давление. Плазмолиз и гемолиз.

**Тема 1.2.7. Комплексообразование в биологических системах**

Гетерогенные равновесия. Реакции осаждения и растворения. Произведение растворимости. Условия выпадения и растворения осадков. Роль гетерогенной равновесия с участием солей в общем гомеостазе организма

Реакции комплексообразования. Координационная теория А.Вернера и современные представления о строении комплексных соединений. Внутренняя и внешняя сферы комплексов. Геометрия комплексного иона. Природа химической связи в комплексных соединениях. Классификация комплексных соединений по заряду внутренней сферы и природы лигандов.

Понятие о комплексообразователе (центральный атом). Природа, координационное число, гибридизация орбиталей комплексообразователя. Понятие о лигандах. Координационная емкость (дентатность) лигандов.

Железо-, кобальто-, медь - и цинкосодеждающие биоконплексные соединения. Понятие о металло-лигандовом гомеостазе. Нарушение гомеостаза.

Комплексоны и их применение в медицине в качестве антидотов при отравлении тяжелыми металлами (хелатотерапия) и как антиоксидантов при хранении лекарственных препаратов.

### ***Раздел 1.3. Основы коллоидной химии: поверхностные явления, дисперсные системы, ВМС и их растворы***

#### ***Тема 1.3.1. Сорбция биологически-активных веществ на границе раздела фаз***

Поверхностные явления и их значение в биологии и медицине. Поверхностное натяжение жидкостей и растворов. Изотерма поверхностного натяжения. Поверхностно-активные и поверхностно-неактивные вещества. Поверхностная активность. Правило Дюкло-Траубе.

Адсорбция на границе раздела жидкость-газ и жидкость-жидкость. Уравнение Гиббса. Ориентация молекул поверхностно-активных веществ в поверхностном слое. Представления о структуре биологических мембран.

Адсорбция на границе раздела твердое тело – газ. Уравнение Ленгмюра. Адсорбция из раствора на поверхности твердого тела. Физическая и химическая адсорбция. Закономерности адсорбции растворенных веществ, паров и газов. Уравнение Фрейндлиха.

Адсорбция электролитов: специфическая (избирательная) и ионообменная. Правило Панета-Фаянса. Природные ионообменники и синтетические.

Роль адсорбции и ионного обмена в процессах жизнедеятельности растений и организмов. Физико-химические основы адсорбционной терапии (гемосорбция, плазмасорбция, лимфосорбция, энтеросорбция, аппликационная терапия). Иммуносорбенты.

#### ***Тема 1.3.2. Хроматография. Классификация методов. Использование в медицинском анализе.***

Хроматография. Классификация хроматографических методов анализа по признаку агрегатного состояния фаз, техники исполнения и механизма распределения. Адсорбционная, ионообменная и распределительная хроматография. Применение хроматографии в биологии и медицине.

#### ***Тема 1.3.3. Дисперсные системы. Получение, очистка и свойства коллоидных растворов***

Классификация дисперсных систем по степени дисперсности. Коллоидное состояние. Лиофильные и лиофобные коллоидные системы. Строение коллоидных частиц. Двойной электрический слой. Электрокинетический потенциал коллоидной частицы.

Методы получения и очистки коллоидных растворов. Диализ, электродиализ, ультрафильтрация, компенсационный диализ, вивидиализ. Гемодиализ и аппарат «искусственная почка».

Классификация аэрозолей, методы получения и свойства. Применение аэрозолей в клинической и санитарно-гигиенической практике. Токсическое действие некоторых аэрозолей. Порошки. Грубо дисперсные системы с жидкостным дисперсионным средой. Суспензии, методы получения и свойства. Пасты, их медицинское применение. Эмульсии, методы получения и свойства. Типы эмульсий. Эмульгаторы.

Кинетическая (седиментационная) и агрегативная устойчивость дисперсных систем. Факторы устойчивости. Молекулярно-кинетические свойства коллоидных систем. Броуновское движение, диффузия, осмотическое давление. Оптические свойства коллоидных систем. Электрокинетические явления. Электрофорез. Уравнение Гельмгольца-Смолуховского. Применение электрофореза в исследовательский и клинико-лабораторной практике.

#### ***Тема 1.3.4. Лиофобные дисперсные системы и их свойства. Коагуляция. Коллоидная защита***

Строение мицеллы (ядро, адсорбционный и диффузный слой). Факторы устойчивости мицеллы. Двойной электрический слой и величина дзета-потенциала.

Коагуляция. Механизм коагулирующего действия электролитов. Порог коагуляции. Правило Шульце-Гарди. Взаимная коагуляция. Процессы коагуляции при очистке питьевой воды. Коллоидная защита.

#### ***Тема 1.3.5. Лиофильные дисперсные системы растворов биополимеров***

Высокомолекулярные соединения – основа живых организмов. Глобулярная и фибриллярная структура белков. Сравнительная характеристика растворов высокомолекулярных соединений, истинных и коллоидных растворов.

Высаливания растворов биополимеров. Денатурация. Коацервация.

Набухание и растворение полимеров. Механизм набухания. Влияние pH среды, температуры и электролитов на набухание. Роль набухания в физиологии организма.

Застудневание растворов ВМС. Механизм, влияние pH среды, температуры и электролитов на скорость застудневания.

Свойства гелей. Тиксотропия. Синерезис. Диффузия в гелях.

Свойства растворов ВМС. Аномальная вязкость и вязкость крови. Мембранная равновесие Доннана.

### ***Тема 1.3.6. Изoeлектрическая точка***

Диссоциация аминокислот, как структурных компонентов белковых молекул. Ионное состояние биополимеров в водных растворах.

Изoeлектрическое состояние белков (нейтральных, кислых, основных). Изoeлектрическая точка. Методы определения и практическое значение для медико-биологических исследований.

### ***Итоговое занятие***

## **Модуль 2. Основы органической химии**

### ***Раздел 2.1. Теоретические основы строения и реакционной способности биоорганических соединений.***

#### ***Тема 2.1.1. Функциональные группы органических соединений.***

Природа химической связи. Виды научно обоснованных классификаций и номенклатуры, учитывающих как строение углеродной цепи, так и наличие в молекуле определенных функциональных групп. Префиксы, суффиксы и окончания, которые применяют в названиях биоорганических соединений, имеющих функциональные группы, по международной номенклатуре (ИЮПАК). Теория строения биоорганических соединений. Вклад А.М.Бутлерова в разработку основных положений изомерии. Схематическое изображение распределения электронов на атомных орбиталях (АО) атома углерода в нормальном и возбужденном состоянии. Валентные состояния атома углерода, что соответствует  $sp^3$ ,  $sp^2$  и  $sp$ -гибридизации. Взаимное влияние атомов.

#### ***Тема 2.1.2. Классификация химических реакций. Реакционная способность алканов, алкенов, аренов.***

Общая характеристика химических реакций биоорганических соединений. Классификация реакций по направленности и результатом. Классификация реакций по механизму. Характеристика нуклеофилов и электрофилов.

Радикальное замещение у насыщенного атома углерода ( $S_R$ ). Электрофильное присоединения к ненасыщенным соединениям ( $A_E$ ). Электрофильное замещение в ароматических соединениях. Влияние заместителей на реакционную способность аренов ( $S_E$ ). Нуклеофильные замещения у насыщенного атома углерода ( $S_N$ ).

#### ***Тема 2.1.3. Спирты, фенолы. Тиолы. Простые эфиры.***

Гидроксилсодержащие соединения: спирты, фенолы – строение, свойства и превращения одно- и многоатомных спиртов. Биомедицинская характеристика одноатомных и многоатомных спиртов (метанол, этанол, глицерин, ксилит, сорбит). Простые эфиры: строение, свойства. Фенолы, тиолы: строение, свойства.

#### ***Тема 2.1.4. Амины, аминокислоты***

Амины в биоорганической химии: номенклатура, химические свойства, биомедицинское значение. Алифатические амины. Биогенные амины: андреналин, норадреналин, доорамин, триптамин, серотонин, гистамин. Ароматические амины. Анилин – предшественник фармацевтических препаратов: сульфаниламидов, анестезина, новокаина.

### **Тема 2.1.5. Карбонильные соединения. Альдегиды и кетоны**

Строение и реакционная способность карбонильной группы. Реакции нуклеофильного присоединения ( $A_N$ ). Влияние нуклеофилов на образование с альдегидами и кетонами новых связей: C-C, C-O, C-H, C-N. Альдольная конденсация и ее значение для удлинения углеродной цепи.

Окисление альдегидов и кетонов. Качественные реакции на обнаружение альдегидной группы (Толленса и Троммера).

Свойства и биомедицинское значение наиболее распространенных представителей.

### **Тема 2.1.6. Карбоновые кислоты и их производные. Сложные эфиры**

Классификация карбоновых кислот, отдельные представители монокарбоновых кислот. Реакции нуклеофильного замещения ( $S_N$ ) у  $sp^2$ -гибридизованного атома углерода оксогруппы.

Строение и свойства дикарбоновых кислот: щавелевая, малоновая, янтарная, глутаровая, фумаровая.

Реакции декарбиксирования. Функциональные производные карбоновых кислот: соли, ангидриды, амиды, сложные эфиры. Угольная кислота и ее производные.

### **Тема 2.1.7. Липиды. Строение и свойства омыляемых липидов**

Высшие жирные кислоты (ВЖК) как составляющие нейтральных липидов: пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, линолевая, линоленовая, арахидоновая.

Липиды простые. Триглицериды, нейтральные жиры: строение, химические свойства, физиологическое значение. Гидролиз жиров (кислотный, щелочной, ферментативный). Мыла: строение, физико-химические и биологические свойства как поверхностно-активных соединений.

Сложные липиды. Классификация, строение фосфолипидов: фосфатидная кислота, фосфатидилэтаноламин, фосфатидилсерин. Роль сложных липидов в построении биомембран.

### **Тема 2.1.8. Липиды. Строение и свойства неомыляемых липидов**

Неомыляемые липиды. Терпены. Терпеновые углеводороды и терпеноиды (мирцен, ментан, цитраль, лимонен, ментол, пинен, камфара).

Стероиды. Структура стерана. Стерины: холестерин и желчные кислоты. Понятия о каротиноидах. Каротин, жирорастворимые витамины (А, Е, К).

### **Тема 2.1.9. Гетерофункциональные соединения. Строение и свойства оксикислот**

Классификация и изометрия гидроксикислот. Асимметричный атом углерода, хиральность, оптическая активность. Енантиомеры. Диастереоизомеры.

Свойства и специфические химические реакции алифатических  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -гидроксикислот. Монокарбоновые (молочная,  $\beta$ -гидроксимасляная), дикарбоновые (яблочная, винная) кислоты. Оптическая активность. Реакции дезаминирования, трансаминирования, декарбоксилирования.

### **Тема 2.1.10. Гетерофункциональные соединения. Строение и свойства оксокислот**

Оксокислоты. Пировиноградная, ацетооцтова, щавелевооцтова,  $\alpha$ -кетоглутаровая. Биологическое значение кетокислот и их производных. Кетоновые тела, диагностическое значение их определения при сахарном диабете. Кетоенольная таутомерия кетокислот и их производных.

Фенокислоты и их производные. Использование салициловой кислоты и ее производных в медицине (метилсалицилат, салол, аспирин, салицилаты натрия) в виде лекарственных препаратов.

## **Раздел 2.2. Структура и функции углеводов**

### **Тема 2.2.1. Углеводы. Строение и химические свойства моносахаридов**

Определение, классификация (альдозы и кетозы, триозы, тетрозы, пентозы, гексозы), биомедицинское значение.

Пентозы: рибоза, 2-дезоксирибоза. Гексозы: глюкоза, галактоза, фруктоза. Изомерия. Таутомерные формы моносахаридов (D - и L-формы), открытые и циклические формы (Фишера, Колли-Толенса, Хеуорса). Фуранозные и пиранозные циклы альфа- и бета-аномери. Мутаротация.

Химические реакции моносахаридов с участием карбонильной группы: окислительно-восстановительные реакции (качественные на обнаружения альдегидной группы). Образование гликозидов, их роль в построении олиго - и полисахаридов, нуклеозидов, нуклеотидов и нуклеиновых кислот. Фосфорные эфиры глюкозы и фруктозы, их значение в метаболических превращениях углеводов. Аскорбиновая кислота как производное гексоз, биологическая роль витамина С. Восстановление моносахаридов, образование сорбита

#### ***Тема 2.2.3. Углеводы. Строение и свойства дисахаридов***

Классификация дисахаридов по способности к окислительно-восстановительным реакциям. Два типа связей между остатками моносахаридов и их влияние на реакционную способность дисахаридов.

Строение, свойства и роль в структурообразовании полисахаридов мальтозы и целлобиозы, их таутомерные формы. Структура лактозы и сахарозы, их свойства. Инверсия сахарозы вследствие гидролиза.

#### ***Тема 2.2.4. Углеводы. Строение и свойства полисахаридов***

Полисахариды. Гомополисахариды: крахмал, гликоген, целлюлоза (клетчатка), декстрины. Строение, биологическая роль и применение крахмала, его составляющие. Схема строения амилозы и амилопектина. Гидролиз крахмала и качественная реакция на его обнаружение. Строение и биологическая роль гликогена, клетчатки, ее роль в процессах жизнедеятельности организма.

Гетерополисахариды. Определение, структура. Роль глюкуроновой кислоты, глюкозамина и галактозамина в образовании гетерополисахаридов. Строение и биомедицинское значение гиалуроновой кислоты, хондроитин сульфата и гепарина.

### ***Раздел 2.3. Биологически активные азотсодержащие соединения***

#### ***Тема 2.3.1. Строение и химические свойства пятичленных гетероциклических соединений***

Классификация гетероциклов по размерам цикла, количеством и качеством гетероатомов. Пятичленные гетероциклы с одним и двумя гетероатомами и их производные. Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Пиррол, фуран, тиофен – строение, свойства. Биомедицинское значение порфинов, гемма. Бензопиррол (индол) как составляющая триптофана и продуктов его преобразования – биологически активных соединений (триптамин, серотонин) и токсичных веществ (скатол, индол) и продукты их обезвреживания.

Пятичленные гетероциклы с двумя гетероатомами. Имидазол и его производные: гистидин, гистамин. Образование производных пиразола в качестве лекарственных препаратов.

#### ***Тема 2.3.2. Строение и химические свойства шестичленных гетероциклических соединений***

Шестичленные гетероциклы с одним и двумя гетероатомами – основа биологически важных соединений и азотистых оснований. Пиридин, его ароматичность, химические свойства, производные. Никотиновая кислота и ее амид (витамин РР) как составная часть коферментов. Шестичленные гетероциклы с двумя атомами азота. Пиримидин и его производные (урацил, цитозин, тимин). Лекарственные средства: оротат калия, барбитураты.

Конденсированные системы гетероциклов. Пурин и его производные: аденин, гуанин, их таутомерные формы, биохимическое значение. Мочевая кислота, ксантин, производные: кофеин, теofilлин.

#### ***Тема 2.3.3. Гетерофункциональные соединения. Аминокислоты. Пептиды***

Аминокислоты. Свойства. Классификация по строению углеродной цепи, способностью к синтезу в организме и полярностью радикала. Общие свойства аминокислот. Образование биполярных ионов.

Кислотно-основные свойства аминокислот. Химические реакции  $\alpha$ -аминокислот *in vivo* и *in vitro*. Реакции по карбоксильной и аминогруппам. Декарбоксилирование, дезаминирование, образования оснований Шиффа. Реакции количественного определения  $\alpha$ -аминокислот (Ван-Слайка и Серенсена).

Реакции поликонденсации с образованием пептидов.

#### **Тема 2.3.4. Белки. Физико-химические свойства, качественные реакции**

Способы соединения  $\alpha$ -аминокислот в молекулах белков. Связи, формирующие первичную, вторичную, третичную и четвертичную структуры. Глобулярные и фибриллярные белки. Изучение уровней структурной организации белковых молекул.

Качественные реакции на  $\alpha$ -аминокислоты, пептиды, белки.

#### **Тема 2.3.5. Нуклеотиды, понятие о нуклеиновых кислотах**

Нуклеозиды и нуклеотиды – продукты неполного гидролиза нуклеиновых кислот. Структура нуклеотидов – составных компонентов нуклеиновых кислот: АМФ, ГМФ, УМФ, ЦМФ, д-ТМФ. Строение и значение 3', 5'-ц-АМФ, его роль в действии гормонов на клетки. Фосфорилированные производные нуклеотидов, значение АДФ и АТФ. Участие нуклеотидов в строении коферментов. Механизм действия кофермента НАД<sup>+</sup>.

Строение и биологическая роль нуклеиновых кислот. Нуклеиновые кислоты – полинуклеотиды, биополимеры, хранят, передают наследственную информацию и принимают участие в биосинтезе белка. Типы РНК: и-РНК, р-РНК, Т-РНК, их структурная организация и биологическая роль. Строение и биохимические функции ДНК. Различия в строении, месте расположения и функциях РНК и ДНК.

#### **Итоговое занятие**

### **7.3. Перечень практических навыков (умений), которые необходимо освоить студенту в процессе изучения учебной дисциплины:**

- Проведение пробирочных качественных реакций на биогенные катионы и анионы,
- Приготовление растворов, определения их концентрации,
- Проведение качественных реакций на функциональные группы и характерные структурные фрагменты молекул органических веществ.

### **8. Рекомендуемые образовательные технологии.**

В процессе освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии, способы и методы формирования компетенций: лекция-визуализация; практическое занятие; решение ситуационных задач; самостоятельная работа студентов.

**9. Оценочные средства для контроля уровня сформированности компетенций (текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины).**

**9.1. Виды аттестации:**

***текущий и промежуточный (ИМК) контроль***

осуществляется в форме решения тестовых заданий и ситуационных задач

***промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины*** (зачет с оценкой) осуществляется в форме решения тестовых заданий, ситуационных задач, контроля освоения практических умений.

**9.2. Показатели и критерии оценки результатов освоения дисциплины.**

Оценка результатов освоения дисциплины проводится в соответствии с утверждённым Положением об оценивании учебной деятельности студентов в ФГБОУ ВО ДонГМУ Минздрава России.

**9.3. Критерии оценки работы студента на практических (лабораторных) занятиях (освоения практических навыков и умений).**

Оценивание каждого вида учебной деятельности студентов осуществляется стандартизовано в соответствии с принятой в ФГБОУ ВО ДонГМУ Минздрава России шкалой.

**9.4. Образцы оценочных средств для текущего и промежуточного (ИМК) контроля учебной деятельности**

**Примеры тестовых заданий**

*Во всех тестах правильный ответ отмечен звездочкой*

**Модуль 1. Введение в курс химии. Учение о растворах. Основы коллоидной химии**

1. ПЛАЗМОЛИЗ НАБЛЮДАЕТСЯ ПРИ ПОГРУЖЕНИИ КЛЕТКИ В РАСТВОР NaCl С КОНЦЕНТРАЦИЕЙ \_\_\_\_\_ МОЛЬ/Л

- А. 0,1
- Б. 0,2
- В. 0,9
- Г. \*2

2. \_\_\_\_\_ ЭТО ВЕЩЕСТВА, ОБУСЛАВЛИВАЮЩИЕ ВЕЛИЧИНУ ОНКОТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ КРОВИ

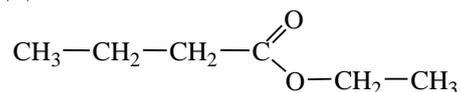
- А. Соли высших жирных кислот
- Б. Триглицериды
- В. \*Белки
- Г. Тиолы

3. ВЕЛИЧИНА ВОДОРОДНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ПЛАЗМЫ КРОВИ РАВНА

- А. 1,35-4,45
- Б. 4,80-7,50
- В. 5,40-6,90
- Г. \*7,35-7,45

**Модуль 2. Основы органической химии**

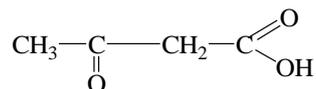
4. ПРИ КИСЛОТНОМ ГИДРОЛИЗЕ СЛОЖНОГО ЭФИРА



ОБРАЗУЮТСЯ:

- А. Пропионовая кислота и пропанол-1
- Б. Бутановая кислота и метанол
- В. Уксусная кислота и бутанол-1
- Г. \*Бутановая кислота и этанол

5. \_\_\_\_\_ ВЕЩЕСТВО, НАКАПЛИВАЮЩЕЕСЯ В ОРГАНИЗМЕ ПРИ САХАРНОМ ДИАБЕТЕ, ОБРАЗУЕТСЯ ПРИ ДЕКАРБОКСИЛИРОВАНИИ АЦЕТОУКСУСНОЙ КИСЛОТЫ:



- А. Уксусный альдегид
- Б. Пропановая кислота
- В. \*Ацетон
- Г. Пропанол-1

6. ХОЛЕСТЕРИН – БИОЛОГИЧЕСКИЕ ВАЖНОЕ ОРГАНИЧЕСКОЕ СОЕДИНЕНИЕ, СОДЕРЖАЩЕЕ АРОМАТИЧЕСКОЕ КОЛЬЦО \_\_\_\_\_

- А. Циклопропана
- Б. Жирных карбоновых кислот
- В. Изопрена
- Г. \*Стерана

Помимо тестов, при текущем и промежуточном контроле используются ситуационные задания.

**Образцы ситуационных заданий**

1. В медицинской практике широко используются растворы натрия хлорида с различной концентрацией, которые могут быть изо-, гипо- или гипертоническими по отношению к плазме крови.

**Вопросы:**

1. Чему равна массовая доля хлорида натрия в растворе, который был получен путем растворения 40 г вещества в 280 мл воды ( $\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1 \text{ г/мл}$ )?
2. К какому типу относится данный раствор?
3. Как называется явление, наблюдающееся при погружении эритроцитов в данный раствор?

**Эталоны ответов:**

1. Формула для расчета массовой доли растворенного вещества:

$$\omega(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{m(\text{раствора})} \cdot 100\%$$

Масса растворителя:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = \rho(\text{H}_2\text{O}) \cdot V(\text{H}_2\text{O}) = 1 \cdot 280 = 280 \text{ г}$$

Масса раствора:

$$m(\text{р-ра}) = m(\text{NaCl}) + m(\text{H}_2\text{O})$$

Массовая доля растворенного вещества:

$$\omega(\text{NaCl}) = \frac{40}{40 + 280} = 0,125 \text{ или } 12,5 \%$$

2. Раствор является гипертоническим.

3. При погружении клеток в гипертонический раствор наблюдается плазмолиз.

2. Растворы солей имеют большое осмотическое давление, которое зависит от количества ионов, образующихся при диссоциации.

**Вопросы:**

1. Какое количество ионов образуется при диссоциации натрия карбоната?
2. Чему равен изотонический коэффициент натрия карбоната?
3. Какое значение осмотического давления характерно 0,2М раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  при  $27^\circ\text{C}$  ( $R=0,082 \text{ л}\cdot\text{атм}/(\text{град}\cdot\text{моль})$ )?

**Эталоны ответов:**

1. Диссоциация соли:



Количество ионов:  $\beta=3$

2. Изотонический коэффициент ( $i$ ):

$$i = 1 + \alpha(\beta - 1)$$

$\alpha=1$  (сильный электролит)

$$i = 3$$

3. Осмотическое давление раствора электролита (закон Вант-Гоффа):

для электролитов:

$$P_{\text{осм.}} = i C_M R T$$

$C_M$  – молярная концентрация, М;

$$C_M = 0,2 \text{ моль/л}$$

$R$  – универсальная газовая постоянная

$$R = 0,082 \text{ л}\cdot\text{атм}/\text{град}\cdot\text{моль}$$

$T$  – абсолютная температура, К;

$$T = 27 + 273 = 300\text{К}$$

Осмотическое давление раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  равно:

$$P_{\text{осм.}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 3 \cdot 0,2 \cdot 0,082 \cdot 300 = 14,76 \text{ атм}$$

3. Водородный показатель (рН) является важной характеристикой биологических жидкостей и состояния кислотно-основного равновесия в организме.

**Вопросы:**

1. Какая формула может быть использована для расчета водородного показателя?



### Образцы ситуационных заданий

1. Буферные системы организма участвуют в поддержании постоянной кислотности биологических жидкостей и классифицируются по природе веществ на неорганические и органические.

#### Вопросы:

1. Какие компоненты входят в состав неорганического аммонийного буфера?
2. Почему при незначительном увеличении концентрации ионов водорода и гидроксид-ион не происходит изменение кислотности?
3. Какое уравнение может быть использовано при расчете водородного показателя аммонийного буфера?

#### Эталоны ответов:

1. Компоненты аммонийного буфера:
  - гидроксид аммония  $\text{NH}_4\text{OH} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$
  - хлорид аммония  $\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{Cl}^-$
2. Механизм действия:
  - 1) добавление кислоты:
 
$$\text{H}^+ + \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}$$
 (добавленная кислота заменяется эквивалентным количеством слабого электролита)
  - 2) добавление щелочи:
 
$$\text{OH}^- + \text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NH}_4\text{OH}$$
 (добавленная щелочь заменяется эквивалентным количеством слабого электролита)
3. Уравнение Гендерсона-Хассельбаха для расчета рН аммонийного буфера:
 
$$\text{pH} = 14 - (\text{pK} + \lg \frac{[\text{NH}_4\text{Cl}]}{[\text{NH}_4\text{OH}]})$$

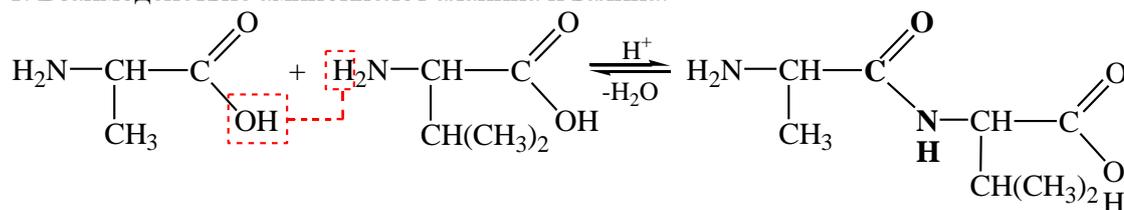
2. Пептиды обладают различной биологической активностью в организме, образуются из аминокислот и характеризуются величиной изоэлектрической точки.

#### Вопросы:

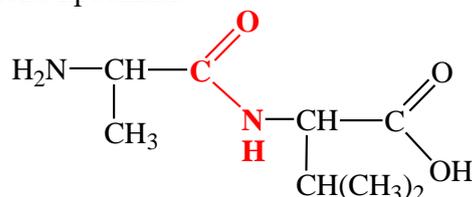
1. Как происходит образование дипептида аланин-валин?
2. Какая функциональная группа является пептидной?
3. Какое значение изоэлектрической точки характерно для данного дипептида?

#### Эталоны ответов:

1. Взаимодействие аминокислот аланина и валина:



2. Пептидная связь выделена красным:



3. Значение рН, при котором суммарный заряд молекулы аминокислоты или пептида равен нулю, называется *изоэлектрической точкой* (pI). Изоэлектрическая точка дипептида аланин-валин: pI=7, так как количество amino- и карбоксильных групп одинаковое.

**10. Учебно-методическое обеспечение работы студентов****10.1. Тематический план лекций**

<b>№ лекции</b>	<b>Наименование лекции</b>	<b>Трудоёмкость (акад. час)</b>
1.	Введение в химическую термодинамику. Термодинамика химического равновесия	2
2.	Равновесия в водных растворах электролитов. Протолитические равновесия, водородный показатель, буферные системы	2
3.	Коллигативные свойства растворов. Растворимость газов в растворах	2
4.	Равновесия в растворах комплексных соединений.	2
5.	Классификация дисперсных систем. Получение, очистка	2
6.	Поверхностные явления. Адсорбция	2
7.	Лиофобные дисперсные системы. Коагуляция. Лиофильные дисперсные системы	2
8.	Классификация органических соединений.	2
9.	Карбонильные соединения. Карбоновые кислоты	2
10.	Липиды, окси-, оксокислоты, строение и химические свойства	2
11.	Углеводы. Моно-, ди- и полисахариды. Строение, химические свойства	2
12.	Гетероциклические соединения. Строение, химические свойства	2
13.	Аминокислоты. Пептиды. Строение, свойства	2
	<b>ИТОГО</b>	<b>26</b>

**10.2. Тематический план практических занятий**

<b>№ практического занятия</b>	<b>Наименование практического занятия</b>	<b>Трудоёмкость (акад. час)</b>
1.	Введение в практикум. Периодический закон Д.И. Менделеева. Основные классы неорганических соединений	2
2.	Биогенные s- и p- элементы, биологическая роль, применение в медицине	2
3.	Биогенные d- элементы; биологическая роль, применение в медицине	2
4.	Тепловые эффекты химических реакций. Химическая термодинамика	2
5.	Кинетика биохимических реакций. Химическое равновесие	2
6.	Растворы. Способы выражения состава растворов	2
7.	Растворы. Перманганатометрия как метод объемного количественного анализа	2
8.	Кислотно-основное равновесие в организме. Водородный	2

	показатель	
9.	Буферные растворы	2
10.	Коллигативные свойства растворов.	2
11.	Осмоз и осмотическое давление	2
12.	Комплексообразование в биологических системах	2
13.	Сорбция биологически-активных веществ на границе раздела фаз	2
14.	Хроматография. Классификация методов. Использование в медицинском анализе.	2
15.	Дисперсные системы. Получение, очистка и свойства коллоидных растворов	2
16.	Лиофобные дисперсные системы и их свойства. Коагуляция. Коллоидная защита.	2
17.	Лиофильные дисперсные системы растворов биополимеров	2
18.	Изоэлектрическая точка растворов биополимеров	2
19.	Итоговое занятие	2
20.	Функциональные группы органических соединений. Краткий обзор строения и химических свойств углеводов.	2
21.	Классификация химических реакций. Реакционная способность алканов, алкенов, аренов	2
22.	Спирты, фенолы. Тиолы. Простые эфиры	2
23.	Амины, аминоспирты	2
24.	Карбонильные соединения. Альдегиды и кетоны	2
25.	Карбоновые кислоты и их производные. Сложные эфиры	2
26.	Липиды. Строение и свойства омыляемых липидов	2
27.	Липиды. Строение и свойства неомыляемых липидов	2
28.	Гетерофункциональные соединения. Строение и свойства оксикислот	2
29.	Гетерофункциональные соединения. Строение и свойства оксокислот	2
30.	Углеводы. Строение и свойства моносахаридов	2
31.	Углеводы. Строение и свойства дисахаридов	2
32.	Углеводы. Строение и свойства полисахаридов	2
33.	Гетероциклические соединения. Строение и свойства пятичленных гетероциклов	2
34.	Гетероциклические соединения. Строение и свойства шестичленных гетероциклов.	2
35.	Гетерофункциональные соединения. Аминокислоты. Пептиды	2
36.	Белки. Физико-химические свойства, качественные реакции.	2
37.	Нуклеотиды, понятие о нуклеиновых кислотах	2
38.	Итоговое занятие	2
	<b>ИТОГО</b>	<b>76</b>

## 10.3. План самостоятельной работы студентов

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Вид самостоятельной работы	Трудоёмкость (акад.час)
	<b>Модуль 1. Введение в курс химии. Учение о растворах. Основы коллоидной химии.</b>		
1.	Тема 1.1.1. Введение в практикум. Периодический закон Д.И.Менделеева. Основные классы неорганических соединений	Подготовка к практическому занятию	1
2.	Тема 1.1.2. Биогенные s- и p-элементы, биологическая роль, применение в медицине	Подготовка к практическому занятию	1
3.	Тема 1.1.3. Биогенные d-элементы, биологическая роль, применение в медицине	Подготовка к практическому занятию	1
4.	Тема 1.1.4. Тепловые эффекты химических реакций. Химическая термодинамика	Подготовка к практическому занятию	1
5.	Тема 1.1.5. Кинетика биохимических реакций. Химическое равновесие	Подготовка к практическому занятию, тестовому контролю	1
6.	Тема 1.2.1. Растворы. Способы выражения состава растворов.	Подготовка к практическому занятию	1
7.	Тема 1.2.2. Растворы. Перманганатометрия как метод объемного анализа	Подготовка к практическому занятию	1
8.	Тема 1.2.3. Кислотно-основное равновесие в организме. Водородный показатель	Подготовка к практическому занятию	1
9.	Тема 1.2.4. Буферные системы, классификация и механизм действия	Подготовка к практическому занятию	1
10.	Тема 1.2.5. Коллигативные свойства растворов. Осмос и осмотическое давление	Подготовка к практическому занятию	1
11.	Тема 1.2.6. Осмос и осмотическое давление	Подготовка к практическому занятию	1
12.	Тема 1.2.7. Комплексообразование в биологических системах	Подготовка к практическому занятию, тестовому контролю	1
13.	Тема 1.3.1. Сорбция биологически-активных веществ на границе раздела фаз	Подготовка к практическому занятию	1
14.	Тема 1.3.2. Хроматография.	Подготовка к	1

	Классификация методов. Использование в медицинском анализе.	практическому занятию	
15.	Тема 1.3.3. Дисперсные системы. Получение, очистка и свойства коллоидных растворов	Подготовка к практическому занятию	1
16.	Тема 1.3.4. Лиофобные дисперсные системы и их свойства. Коагуляция. Коллоидная защита	Подготовка к практическому занятию	1
17.	Тема 1.3.5. Лиофильные дисперсные системы. Растворы биополимеров. Изoeлектрическая точка.	Подготовка к практическому занятию	1
18.	Тема 1.3.6. Изoeлектрическая точка растворов биополимеров	Подготовка к практическому занятию	1
19.	Итоговое занятие	Подготовка к итоговому занятию	2
	<b>Итого модуль 1</b>		22
	<b>Модуль 2. Основы органической химии</b>		
20.	Тема 2.1.1. Функциональные группы органических соединений	Подготовка к практическому занятию	1
21.	Тема 2.1.2. Классификация химических реакций. Реакционная способность алканов, алкенов, аренов	Подготовка к практическому занятию	1
22.	Тема 2.1.3. Спирты, фенолы. Тиолы. Простые эфиры	Подготовка к практическому занятию	2
23.	Тема 2.1.4. Амины, аминокислоты	Подготовка к практическому занятию	2
24.	Тема 2.1.5. Карбонильные соединения. Альдегиды и кетоны	Подготовка к практическому занятию	1
25.	Тема 2.1.6. Карбоновые кислоты и их производные. Сложные эфиры	Подготовка к практическому занятию	1
26.	Тема 2.1.7. Липиды. Строение и свойства омыляемых липидов	Подготовка к практическому занятию	1
27.	Тема 2.1.8. Липиды. Строение и свойства неомыляемых липидов	Подготовка к практическому занятию	1
28.	Тема 2.1.9. Гетерофункциональные соединения. Строение и свойства оксикислот	Подготовка к практическому занятию	1

29.	Тема 2.1.10. Гетерофункциональные соединения. Строение и свойства оксокислот	Подготовка к практическому занятию, тестовому контролю	1
30.	Тема 2.2.1. Углеводы. Строение и химические свойства моносахаридов	Подготовка к практическому занятию	1
31.	Тема 2.2.2. Углеводы. Строение и свойства дисахаридов	Подготовка к практическому занятию	1
32.	Тема 2.2.3. Углеводы. Строение и свойства полисахаридов	Подготовка к практическому занятию, тестовому контролю	1
33.	Тема 2.3.1. Гетероциклические соединения. Строение и свойства пятичленных гетероциклов	Подготовка к практическому занятию	1
34.	Тема 2.3.2. Гетероциклические соединения. Строение и свойства шестичленных гетероциклов.	Подготовка к практическому занятию	1
35.	Тема 2.3.3. Гетерофункциональные соединения. Аминокислоты. Пептиды	Подготовка к практическому занятию	1
36.	Тема 2.3.4. Белки. Физико-химические свойства, качественные реакции.	Подготовка к практическому занятию	1
37.	Тема 2.3.4. Нуклеотиды, понятие о нуклеиновых кислотах	Подготовка к практическому занятию, тестовому контролю	1
38.	Итоговое занятие	Подготовка к итоговому занятию	2
	<b>Итого модуль 2</b>		
	<b>ИТОГО</b>		<b>42</b>

#### 10.4. Методические указания для самостоятельной работы студентов

Методические указания для самостоятельной подготовки к практическим занятиям по дисциплине «Общая химия, биоорганическая химия» для студентов I курса, обучающихся по специальности «Медико-профилактическое дело» / В. В. Игнатьева, В. Е. Бойцова, В. И. Павленко [и др.] ; ФГБОУ ВО ДонГМУ Минздрава России. – Донецк : [б. и.], 2023. – 318 с. – Текст : электронный // Информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО ДонГМУ Минздрава России : [сайт]. – URL: <http://distance.dnmu.ru>. – Дата публикации: 14.11.2024. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

#### 11. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

##### а) Основная литература:

1. Жолнин, А. В. Общая химия : учебник / А. В. Жолнин ; под редакцией В. А. Попкова, А. В. Жолнина. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 400 с. - ISBN 978-5-9704-2956-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429563.html> (дата обращения: 20.11.2024). - Режим доступа : по подписке.

2. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : учебник / Н. А. Тюкавкина, Ю. И. Бауков, С. Э. Зурабян. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2024. - 416 с. - ISBN 978-5-9704-8434-0. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970484340.html> (дата обращения: 20.11.2024). - Режим доступа : по подписке.

##### б) Дополнительная литература:

1. Игнатьева, В. В. Практикум по биоорганической химии / В. В. Игнатьева, В. Е. Бойцова ; ГОО ВПО ДОННМУ ИМ. М. ГОРЬКОГО. - Донецк, 2019. - 120 с. - Текст : непосредственный.

2. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : руководство к практическим занятиям : учеб. пособие / под ред. Н. А. Тюкавкиной - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2017. - 168 с. - ISBN 978-5-9704-4209-8. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970442098.html> (дата обращения: 21.11.2024). - Режим доступа : по подписке.

3. Практикум по химии (модуль 1) : учебное издание для студентов, обучающихся по специальностям Лечебное дело, Педиатрия / В. В. Игнатьева, В. Е. Бойцова, В. И. Павленко [и др.] ; ГОО ВПО ДОННМУ ИМ. М. ГОРЬКОГО. Кафедра фармацевтической и медицинской химии. - Донецк : ФЛП Сидоров С. П., 2020. - 186 с. - Текст : непосредственный.

4. Сборник тестовых заданий по биоорганической химии : учебное пособие для студентов высших медицинских учебных заведений III-IV уровня аккредитации / А. Г. Матвиенко, Е. Ю. Рождественский, В. Е. Бойцова [и др.] ; ГОО ВПО ДОННМУ ИМ. М. ГОРЬКОГО. - Донецк, 2014. - 183 с. - Текст : непосредственный.

##### в) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Электронный каталог WEB-ОРАС Библиотеки ФГБОУ ВО ДОНГМУ Минздрава России <http://katalog.dnmu.ru>

2. ЭБС «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru>

3. Научная электронная библиотека (НЭБ) eLibrary <http://elibrary.ru>

4. Информационно-образовательная среда ДонГМУ <http://distance.dnmu.ru>

**12. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

- учебные аудитории для занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения практических занятий;
- учебные аудитории для групповых и индивидуальных консультаций;
- учебные аудитории для текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещение для самостоятельной работы студентов;
- учебные доски, столы, стулья;
- тематические стенды;
- ноутбуки, мультимедийные проекторы;
- наборы ситуационных заданий, мультимедийных лекций-визуализаций, наборы тестовых заданий;
- специализированное оборудование: технические электронные весы, спектрофотометр СФ-26, фотоэлектроколориметр, аналитические весы, электрическая водяная баня; сушильный шкаф, шкаф вытяжной, магнитные мешалки, центрифуга;
- химическая лабораторная посуда: пипетки, пробирки, химические стаканы, штативы, предметные стекла, часовые стекла, капельницы; конические колбы, мерные колбы, мерные цилиндры;
- наборы химических реактивов;
- лекарственные субстанции, лекарственные препараты
- компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет», Wi-Fi обеспечение доступа в электронную информационно-образовательную среду (ИОС) и электронно-библиотечную систему (ЭБС) ГОУ ВПО ДОННМУ ИМ. М. ГОРЬКОГО.