

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**  
Учреждение образования  
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

**Контрольный  
экземпляр**

**УТВЕРЖДАЮ**



Проректор по учебной работе

Ю.А.Соколов

15.11.2023

Реш. № УД-091-040/2324 /уч.

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

**Учебная программа учреждения образования  
по учебной дисциплине для специальности:**

**7-07-0911-02 «Медико-профилактическое дело»**

Учебная программа разработана на основе примерной учебной программы для специальности 7-07-0911-02 «Медико-профилактическое дело», утвержденной 14.07.2023, регистрационный № УПД-091-040/пр.; учебного плана учреждения образования по специальности 7-07-0911-02 «Медико-профилактическое дело», утвержденного 27.06.2023, регистрационный № 7-07-0911-02/2324.

### **СОСТАВИТЕЛИ:**

В.В.Хрусталёв, заведующий кафедрой общей химии учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет», доктор биологических наук, доцент;

О.В.Хрусталёва, доцент кафедры общей химии учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет», кандидат химических наук

### **РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой общей химии учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет» (протокол № 7 от 31.08.2023);

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет» (протокол № 11 от 15.11.2023)

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

«Биологическая химия» – учебная дисциплина медико-биологического модуля, содержащая систематизированные научные знания о молекулярных основах процессов жизнедеятельности человека в норме, причинах и последствиях их нарушений.

Цель учебной дисциплины «Биологическая химия» – формирование у студентов систематизированных научных знаний о молекулярных основах обмена веществ в организме человека в норме с учетом онтогенеза; молекулярных основах развития патологических процессов, их предупреждения и лечения; биохимических методах диагностики заболеваний и контроля состояния здоровья человека.

Задачи учебной дисциплины состоят в формировании у студентов научных знаний об:

основных принципах молекулярной организации клетки, ткани, организма человека;

основных закономерностях метаболических процессов, регуляции метаболизма и его взаимосвязи с функциональной активностью живой системы;

патогенетических механизмах развития патологических процессов с учетом наиболее распространенных наследуемых дефектов метаболизма;

методах биохимических исследований;

умений и навыков, необходимых для:

оценки результатов биохимических методов исследования.

Знания, умения, навыки, полученные при изучении учебной дисциплины «Биологическая химия», необходимы для успешного изучения следующих учебных дисциплин: «Фармакология», «Валеология», «Гигиена питания», «Внутренние болезни».

Студент, освоивший содержание учебного материала учебной дисциплины, должен обладать следующей базовой профессиональной компетенцией: использовать знания о молекулярных основах процессов жизнедеятельности в организме человека в норме и при патологии, знать принципы биохимических методов диагностики заболеваний, основных методов биохимических исследований.

В результате изучения учебной дисциплины «Биологическая химия» студент должен

**знать:**

основные принципы молекулярной организации клетки, ткани, организма человека;

строение и функции белков, липидов, углеводов, нуклеиновых кислот, низкомолекулярных соединений, наиболее важных для метаболизма;

основные закономерности метаболических процессов, регуляции метаболизма и его взаимосвязи с функциональной активностью живой системы;

общие принципы регуляции обмена веществ;

патогенетические механизмы развития патологических процессов с учетом наиболее распространенных наследуемых дефектов метаболизма;  
принципы основных методов биохимических исследований;

**уметь:**

оценивать результаты биохимических методов исследования для оценки состояния здоровья человека;

анализировать последствия дефектов ферментативных систем и системы регуляции метаболизма;

**владеть:**

техникой экспериментального определения рН биологических жидкостей; правилами номенклатуры биологически активных соединений.

В рамках образовательного процесса по данной учебной дисциплине студент должен приобрести базовые теоретические знания, практические навыки, и при этом развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной, социально-культурной и общественной жизни страны.

**Всего** на изучение учебной дисциплины отводится 216 академических часов. Распределение аудиторных часов по видам занятий: 24 часа лекций, 108 часов практических занятий, 84 часа самостоятельной работы студента.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с учебным планом по специальности в форме зачета (2 семестр) и экзамена (3 семестр).

Форма получения образования – очная дневная.

### РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БЮДЖЕТА УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ ПО СЕМЕСТРАМ

Код, название специальности	Семестр	Количество часов учебных занятий					Форма промежуточной аттестации
		всего	аудиторных	из них		самостоятельных внеаудиторных	
				лекций	практических занятий		
7-07-0911-02 «Медико-профилактическое дело»	2	108	66	12	54	42	зачет
	3	108	66	12	54	42	экзамен

## ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Наименование раздела (темы)	Количество часов аудиторных занятий	
	лекций	практических
<b>1. Введение в учебную дисциплину «Биологическая химия». Структура и функции белков</b>	-	<b>9</b>
1.1. Значение биологической химии в работе врача медико-профилактического профиля. Белки: свойства и функции	-	3
1.2. Структура белковой молекулы	-	3
1.3. Методы фракционирования и очистки белков	-	3
<b>2. Ферменты</b>	<b>2,66</b>	<b>9</b>
2.1. Свойства и механизм действия ферментов	1,33	3
2.2. Регуляция действия ферментов	1,33	6
<b>3. Введение в метаболизм. Биологическое окисление. Центральные пути метаболизма</b>	<b>4</b>	<b>6</b>
3.1. Введение в метаболизм и биоэнергетику. Центральные пути метаболизма	2,66	3
3.2. Биологическое окисление	1,33	3
<b>4. Обмен и функции углеводов</b>	<b>2,66</b>	<b>12</b>
4.1. Углеводы. Анаэробные пути окисления глюкозы в клетке. Обмен гликогена	1,33	3
4.2. Аэробное окисление глюкозы. Пути метаболизма пирувата. Глюконеогенез		3
4.3. Вторичные пути обмена глюкозы. Патология углеводного обмена. Влияние гормонов на уровень глюкозы в крови	1,33	6
<b>5. Обмен и функции липидов</b>	<b>2,66</b>	<b>18</b>
5.1. Классификация липидов. Переваривание и всасывание липидов	1,33	3
5.2. Транспортные формы липидов в крови. Обмен холестерина. Здоровый образ жизни как фактор профилактики атеросклероза	1,33	3
5.3. Внутриклеточный обмен жирных кислот. Метаболизм кетоновых тел. Регуляция обмена липидов. Нарушения липидного обмена		12
<b>6. Обмен простых белков и аминокислот</b>	<b>0,33</b>	<b>6</b>
6.1. Переваривание белков. Пути использования аминокислот в клетке	0,33	3
6.2. Обезвреживание аммиака. Пути превращения безазотистого остатка аминокислот. Показатели азотистого обмена	-	3
<b>7. Обмен нуклеопротеинов. Строение и синтез нуклеиновых кислот. Биосинтез белка. Методы молекулярной биологии</b>	<b>2,33</b>	<b>9</b>
7.1. Строение и обмен нуклеопротеинов	1	3
7.2. Биосинтез нуклеиновых кислот и белков.	1,33	6

Наименование раздела (темы)	Количество часов аудиторных занятий	
	лекций	практических
Современные методы молекулярной биологии и их прикладное значение для медицины		
<b>8. Регуляция обмена веществ. Биохимия гормонов</b>	<b>4</b>	<b>9</b>
<b>9. Биохимия органов и тканей</b>	<b>2,66</b>	<b>21</b>
9.1. Биохимия крови. Свертывание крови	1,33	6
9.2. Биохимия печени	1,33	6
9.3. Биохимия почек и мочи	-	9
<b>10. Биохимия питания</b>	<b>2,66</b>	<b>9</b>
10.1. Незаменимые факторы питания. Витамины. Причины и биохимические характеристики синдрома недостаточного питания	1,33	3
10.2. Вода и минеральные соли. Обмен кальция и фосфора. Микроэлементы. Роль окружающей среды в развитии макро- и микроэлементозов	1,33	6
<b>Всего часов</b>	<b>24</b>	<b>108</b>

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### 1. Введение в учебную дисциплину «Биологическая химия». Структура и функции белков

#### 1.1. Значение биологической химии в работе врача медико-профилактического профиля. Белки: свойства и функции

Важнейшие этапы развития биологической химии. Место биологической химии в медицинском образовании и обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения. Основные разделы и направления биологической химии. Объекты биохимического исследования. Структурная биохимия. Вычислительная биохимия. Медицинская биохимия. Роль биологической химии в понимании взаимоотношений человека и окружающей среды.

Открытие аминокислот, становление пептидной теории строения белков. Классификация белков по структурному классу, функциям, форме белковой молекулы, степени сложности состава.

#### 1.2. Структура белковой молекулы

Первичная структура белка: свойства пептидной связи. Методы исследования первичной структуры белка. Различия аминокислотного состава белков различных органов и тканей организма, значение этого факта в биохимии питания. Изменения белкового состава тканей в онтогенезе и при заболеваниях.

Конформация полипептидной цепи. Вторичная структурная организация белка, типы вторичной структуры, роль водородных связей в ее образовании. Надвторичная структура белка и ее типы. Третичная структура белка: роль различных типов внутрибелковых взаимодействий в ее образовании. Денатурация белков, обратимость денатурации. Четвертичная структурная

организация белков. Функциональные особенности белков с четвертичной структурой.

Сложные белки. Общие представления о строении сложных белков, строение простетических групп. Краткая характеристика хромопротеинов, гликопротеинов, липопротеинов, фосфопротеинов, металлопротеинов и нуклеопротеинов.

Способность к специфическим взаимодействиям как основа биологических функций всех белков. Понятие о комплементарности. Лиганд-рецепторное взаимодействие. Обратимость связывания.

### **1.3. Методы фракционирования и очистки белков**

Методы фракционирования и очистки белков: ультрацентрифугирование, ультрафильтрация, электрофорез, Вестерн-блот, изоэлектрофокусирование, хроматография. Диализ и его применение в медицине. Методы идентификации белков.

## **2. Ферменты**

### **2.1. Свойства и механизм действия ферментов**

История открытия и изучения ферментов. Классификация и номенклатура ферментов. Свойства ферментов. Принципы структурной организации ферментов. Одно- и двухкомпонентные ферменты. Коферменты, классификация. Коферментные функции водорастворимых витаминов. Роль коферментов, простетических групп, катионов и анионов в биокатализе. Методы изучения механизма действия ферментов. Единицы измерения активности ферментов. Понятие об изоферментах.

### **2.2. Регуляция действия ферментов**

Принципы регуляции ферментативных реакций. Механизмы регуляции активности ферментов: активация и ингибирование, ковалентная модификация, аллостерическая регуляция, кооперативный эффект. Естественные и искусственные ингибиторы активности. Использование ингибиторов ферментов в медицине.

Различия ферментного состава клеток, органов и тканей. Органоспецифические ферменты. Применение ферментов в медицине и медико-биологических исследованиях.

## **3. Введение в метаболизм. Биологическое окисление. Центральные пути метаболизма**

### **3.1. Введение в метаболизм и биоэнергетику. Центральные пути метаболизма**

Понятие о метаболизме, метаболических путях. Формы метаболических путей. Связь между анаболизмом и катаболизмом. Понятие о методах исследования метаболизма на разных уровнях: от молекулярного до популяционного.

Схема катаболизма основных веществ – углеводов, жиров, белков. Понятие о специфических и центральных путях метаболизма.

### **3.2. Биологическое окисление**

Эндергонические и экзергонические реакции в живой клетке. Понятие о макроэргических связях. Окисление как основной путь получения энергии в

живой клетке. Механизмы окисления: перенос электронов, присоединение кислорода к субстрату, дегидрирование. Дегидрогеназы, строение и роль коферментов дегидрогеназ. Цепи окислительных реакций.

Строение митохондрий и структурная организация цепи переноса электронов. Полиферментные комплексы митохондрий и их строение.

Механизмы образования аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ) в клетке. Субстратное фосфорилирование, окислительное фосфорилирование. Механизм окислительного фосфорилирования. Ингибиторы тканевого дыхания и окислительного фосфорилирования. Разобщение окислительного фосфорилирования и свойства разобщителей.

Роль кислорода в процессах окисления в клетке. Оксидазы и оксигеназы. Активные формы кислорода и их роль в процессах жизнедеятельности. Краткая характеристика ферментативных (каталаза, пероксидазы, супероксиддисмутаза) и неферментативных звеньев антиоксидантной системы. Роль факторов внешней среды в активации свободнорадикального механизма повреждения клеточных структур.

#### **4. Обмен и функции углеводов**

##### **4.1. Углеводы. Анаэробные пути окисления глюкозы в клетке.**

###### **Обмен гликогена**

Классификация углеводов. Основные углеводы животных и их биологическая роль. Углеводы пищи. Потребность в углеводах, основные требования к углеводному составу продуктов питания.

Переваривание углеводов в желудочно-кишечном тракте. Нарушение переваривания углеводов. Механизмы всасывания глюкозы в кишечнике.

Механизмы транспорта глюкозы в клетки. Центральная реакция углеводного обмена. Пути использования глюкозы в клетке.

Свойства и распространение гликогена как резервного полисахарида. Биосинтез гликогена. Мобилизация гликогена. Роль гормонов в регуляции резервирования и мобилизации гликогена. Гликогенозы и агликогенозы.

Анаэробный распад глюкозы (анаэробная дихотомия, гликолиз).

##### **4.2. Аэробное окисление глюкозы. Пути метаболизма пирувата.**

###### **Глюконеогенез**

Аэробный распад глюкозы: общие реакции с гликолизом. Окислительное декарбоксилирование пирувата, цикл трикарбоновых кислот как этапы аэробного распада глюкозы. Связь цикла лимонной кислоты с цепью переноса электронов. Механизмы регуляции и функции цикла лимонной кислоты. Энергетический выход окисления глюкозы в анаэробных и в аэробных условиях.

Пируват как центральный метаболит. Глюконеогенез, основные субстраты для синтеза глюкозы в клетке. Ключевые ферменты глюконеогенеза. Регуляция глюконеогенеза.

##### **4.3. Вторичные пути обмена глюкозы. Патология углеводного обмена. Влияние гормонов на уровень глюкозы в крови**

Пентозофосфатный путь окисления глюкозы (апотомия). Ферменты окислительного и неокислительного этапа. Связь пентозофосфатного пути с



гликолизом.

Путь глюкуроновой кислоты, основные реакции, биологическая роль, связь с пентозофосфатным путем и гликолизом.

Гормональная регуляция уровня глюкозы в крови. Роль инсулина, адреналина, глюкагона, глюкокортикостероидов. Механизмы регуляторного действия гормонов.

Представление об основах современных методов количественного определения глюкозы в крови.

## **5. Обмен и функции липидов**

### **5.1. Классификация липидов. Переваривание и всасывание липидов**

Понятие о липидах. Омыляемые и неомыляемые липиды. Структура и функции простых и сложных липидов.

Липиды пищевых продуктов. Требования к липидному составу продуктов питания. Переваривание липидов (эмульгирование, ферментативный гидролиз, мицеллообразование), роль желчных кислот. Нарушение переваривания и всасывания. Ресинтез липидов в клетках кишечника. Хиломикрон как транспортная форма экзогенных липидов.

### **5.2. Транспортные формы липидов в крови. Обмен холестерина. Здоровый образ жизни как фактор профилактики атеросклероза**

Синтез липидов в печени. Транспорт эндогенных липидов в крови: образование липопротеинов очень низкой плотности. Липотропные факторы. Липопротеинлипаза и ее роль в обмене липопротеинов крови.

Синтез холестерина и его регуляция. Транспорт холестерина в крови, роль липопротеинов очень низкой, средней, низкой и высокой плотности в механизмах транспорта холестерина в организме человека. Важность интерперетации количественного содержания холестерина и основных фракций липопротеинов в крови для профилактики патологии сердечно-сосудистой системы.

Гиперхолестеролемиа и ее причины. Желчекаменная болезнь. Биохимия атеросклероза, факторы риска. Биохимические основы лечения и профилактики гиперхолестеролемии и атеросклероза, роль здорового образа жизни в профилактике атеросклероза (питание, отказ от курения, физическая активность).

### **5.3. Внутриклеточный обмен жирных кислот. Метаболизм кетоновых тел. Регуляция обмена липидов. Нарушения липидного обмена**

Резервирование и мобилизация жиров в жировой ткани; гормональная регуляция этих процессов. Транспорт жирных кислот по крови. Роль резервирования и мобилизации жиров, нарушение этих процессов при ожирении.

$\beta$ -окисление жирных кислот – специфический путь катаболизма жирных кислот. Ферменты  $\beta$ -окисления. Связь  $\beta$ -окисления с ферментами тканевого дыхания, энергетический выход окисления жирных кислот.

Пути использования ацетил-КоА.

Биосинтез жирных кислот. Роль путей обмена глюкозы в синтезе жирных

кислот. Высоконепредельные жирные кислоты.

Механизмы синтеза кетонных тел и их биологическая роль. Кетоз: механизмы развития при голодании и сахарном диабете.

Фосфолипиды, механизмы их синтеза и распада. Фосфолипазы.

Эйкозаноиды (простагландины, тромбоксаны, лейкотриены) и их роль в регуляции метаболизма и физиологических функций.

## **6. Обмен простых белков и аминокислот**

### **6.1. Переваривание белков. Пути использования аминокислот в клетке**

Азотистый баланс как показатель азотистого обмена в организме человека, виды азотистого баланса.

Пищевые белки как источник аминокислот. Требования к белковому питанию. Переваривание белков. Эндо- и экзопептидазы желудочно-кишечного тракта. Всасывание аминокислот. Гниение белков в кишечнике.

Аминокислотный фонд клетки: источники и пути использования аминокислотного фонда. Механизмы катаболизма аминокислот. Трансаминирование, аминотрансферазы. Биогенные амины, происхождение, функции. Окисление биогенных аминов. Аминоксидазы. Синтез гормонов, производных тирозина.

Роль отдельных аминокислот. Метионин и S-аденозилметионин, синтез креатина, адреналина, метилирование дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК), источник одноуглеродных групп. Обмен тирозина и фенилаланина, нарушения обмена этих аминокислот: фенилкетонурия, алкаптонурия, альбинизм.

### **6.2. Обезвреживание аммиака. Пути превращения безазотистого остатка аминокислот. Показатели азотистого обмена**

Основные источники аммиака в организме человека. Пути использования и обезвреживания аммиака: восстановительное аминирование, синтез амидов дикарбоновых кислот, образование карбамоилфосфата. Нарушения синтеза и выведения мочевины. Другие азотсодержащие небелковые молекулы плазмы крови, значение определения их содержания.

Пути использования безазотистого остатка аминокислот: синтез новых аминокислот, образование глюкозы (гликогенные аминокислоты), образование кетонных тел (кетогенные аминокислоты), прямое окисление, превращение в липиды при нарушениях белкового питания.

## **7. Обмен нуклеопротеинов. Строение и синтез нуклеиновых кислот. Биосинтез белка. Методы молекулярной биологии**

### **7.1. Строение и обмен нуклеопротеинов**

История открытия нуклеопротеинов. Нуклеиновые кислоты.

Особенности первичной структуры нуклеиновых кислот. Связь между нуклеотидами. Вторичная структура нуклеиновых кислот: особенности вторичной структуры ДНК и рибонуклеиновой кислоты (РНК), водородные связи, формирующие вторичную структуру. Третичная структура ДНК и РНК, роль белков в организации пространственной структуры нуклеиновых кислот. Строение рибосом. Информосома и матричная РНК, транспортная РНК,

короткие и длинные некодирующие РНК, микроРНК, строение и функции. Строение хромосом.

Денатурация нуклеиновых кислот. Гибридизация ДНК-ДНК, ДНК-РНК. Методы исследования структуры нуклеиновых кислот.

Распад нуклеиновых кислот. Нуклеазы желудочно-кишечного тракта. Распад клеточных белков и нуклеиновых кислот. Время биологического полураспада белков и нуклеиновых кислот. Ферменты, катализирующие процессы распада белков и нуклеиновых кислот в клетках. Повторное использование нуклеозидов и азотистых оснований для синтеза нуклеотидов.

Синтез и распад пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов, образование мочевой кислоты. Нарушения обмена нуклеотидов.

## **7.2. Биосинтез нуклеиновых кислот и белков. Современные методы молекулярной биологии и их прикладное значение для медицины**

Синтез ДНК, субстраты, ферменты, условия синтеза. Репликация как способ передачи информации от матрицы к продукту реакции. Обратная транскрипция, биологическая роль обратной транскрипции.

Биосинтез РНК (транскрипция): субстраты, ферменты, условия транскрипции. Транскрипция как способ передачи информации от ДНК к РНК. Биосинтез рибосомных, транспортных и матричных РНК. Механизмы регуляции транскрипции.

Биосинтез белков. Генетический код и его свойства. Адапторная роль транспортной РНК. Механизмы и этапы, регуляция трансляции. Антибиотики и токсины – ингибиторы синтеза нуклеиновых кислот и белков.

Процессинг нуклеиновых кислот и посттрансляционные модификации белков.

Полимеразная цепная реакция: этапы и применение. Блот-анализ ДНК и РНК. Геномная дактилоскопия.

Методы определения и анализа последовательности нуклеотидов в ДНК. Клонирование, генная инженерия.

## **8. Регуляция обмена веществ. Биохимия гормонов**

Гормональная регуляция как средство межклеточной и межорганной координации обмена веществ. Регуляция обменных процессов путем изменения активности ферментов (активирование и ингибирование), изменения количества ферментов в клетке (индукция и репрессия синтеза, изменение скорости разрушения ферментов), изменения проницаемости клеточных мембран.

Классификация гормонов по химической структуре, месту образования, механизму действия. Клетки-мишени и клеточные рецепторы гормонов. Классификация рецепторов.

Механизм действия гормонов, связывающихся с внутриклеточными рецепторами, влияние на синтез белков. Гипер- и гипопродукция гормонов.

Особенности действия гормонов, связывающихся с мембранными рецепторами. Виды рецепторов. Посредники в действии гормона на клетку: циклические пуриновые нуклеотиды, ионы кальция, продукты гидролиза фосфатидилинозитолов. Протеинкиназы, роль протеинкиназ в регуляции

активности ферментов.

Строение, механизм действия и влияние на обмен веществ гормонов гипоталамуса, гипофиза, тиреоидных гормонов, гормонов поджелудочной железы, половых желез и надпочечников. Значение теста на толерантность к глюкозе в профилактике заболеваний обмена веществ.

## **9. Биохимия органов и тканей**

### **9.1. Биохимия крови. Свертывание крови**

Форменные элементы крови. Особенности химического состава, строения и метаболизма эритроцитов. Разновидности и производные гемоглобина. Транспорт кислорода и двуокиси углерода крови. Особенности комплексов гемоглобина с кислородом и с угарным газом. Гемоглобинопатии. Гипоксии. Лейкоциты, особенности строения, химического состава. Роль лейкоцитов.

Плазма крови и сыворотка. Белки плазмы крови. Классификация по функциям белков крови: транспортные белки, белки системы комплемента, кининовой системы, свертывания, фибринолиза, иммуноглобулины, белки-ингибиторы протеолиза. Белки плазмы – источник аминокислот при голодании. Методы фракционирования белков плазмы крови.

Значение биохимического анализа крови и показателей кислотно-основного баланса в характеристике состояния здоровья человека.

Свертывание крови. Сосудисто-тромбоцитарный и коагуляционный гемостаз. Роль тромбоцитов в процессах гемостаза. Внутренняя и внешняя системы коагуляционного гемостаза. Роль витамина К в свертывании крови. Противосвертывающие системы (антикоагуляционная, фибринолитическая). Гемофилии и тромбозы.

### **9.2. Биохимия печени**

Роль печени в обмене углеводов, липидов, аминокислот. Синтез белков плазмы крови в печени.

Реакции обезвреживания веществ в печени. Роль микросомного окисления в процессах обезвреживания. Активная глюкуроновая и серная кислоты в реакциях обезвреживания. Реакции обезвреживания продуктов гниения, поступающих из кишечника.

Роль печени в пигментном обмене. Реакции синтеза гема, субстраты, ферменты. Реакции распада гема, прямой и непрямой билирубин. Нарушения обмена билирубина. Желтухи: гемолитическая, обтурационная, паренхиматозная. Желтуха новорожденных. Желчные пигменты крови, кишечника, мочи.

Интерпретация результатов биохимических методов диагностики нарушений функции печени в профилактике заболеваний.

### **9.3. Биохимия почек и мочи**

Основные показатели анализа мочи в норме: объем, плотность, цвет, прозрачность, рН, неорганические и органические составные части мочи (мочевина, мочевая кислота, креатинин, аминокислоты, безазотистые органические компоненты мочи, гормоны и их метаболиты).

Диагностическое значение определения патологических составных частей мочи: протеинурия, глюкозурия, гематурия, кетонурия, желчные пигменты, ферменты, определяемые в моче с диагностической целью.

Функциональная роль почек в поддержании гомеостаза.

## **10. Биохимия питания**

### **10.1. Незаменимые факторы питания. Витамины. Причины и биохимические характеристики синдрома недостаточного питания**

Витамины: история открытия и изучения. Классификация витаминов. Причины недостаточности витаминов: экзогенные и эндогенные гипо- и авитаминозы. Гипервитаминозы и их причины.

Водорастворимые витамины (В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР, В<sub>6</sub>, В<sub>9</sub>, В<sub>12</sub>, биотин, пантотеновая кислота, аскорбиновая кислота, рутин). Химическое строение, активные формы, роль водорастворимых витаминов в обмене веществ, механизмы всасывания и выделения из организма человека.

Жирорастворимые витамины. Особенности строения и механизма действия витаминов А, Е, К, D, влияние на метаболизм и развитие организма человека. Антиоксидантная роль жирорастворимых витаминов, применение в качестве лекарственных средств.

Суточная потребность в витаминах. Содержание витаминов в пищевых источниках. Микрофлора кишечника – важный источник витаминов у человека. Антивитамины. Методы оценки насыщенности организма человека витаминами.

Другие незаменимые факторы питания и их роль (полиненасыщенные жирные кислоты, аминокислоты). Витаминоподобные вещества.

Нарушения питания. Клинические формы синдрома недостаточного питания (квасиоркор и маразм), причины развития, основные биохимические нарушения.

### **10.2. Вода и минеральные соли. Обмен кальция и фосфора. Микроэлементы. Роль окружающей среды в развитии макро- и микроэлементозов**

Минеральные вещества как незаменимые факторы питания, классификация. Пути поступления минеральных веществ в организм человека, механизмы всасывания. Функции минеральных веществ.

Электролитный состав биологических жидкостей. Механизмы регуляции объема, электролитного состава и рН жидкостей организма человека. Роль почек, желудочно-кишечного тракта, кожи, легких в регуляции водно-солевого обмена. Условия и механизмы возникновения ацидоза, алкалоза, обезвоживания и отеков.

Обмен натрия и калия, особенности распределения в организме человека, регуляция обмена.

Потребность в кальции и фосфоре, механизмы всасывания, распределение в организме человека, регуляция обмена.

Микроэлементы. Биологическая роль железа, меди, кобальта, йода, магния, цинка, марганца, фтора, селена. Обмен микроэлементов в организме человека. Обмен железа. Трансферрин и ферритин. Железодефицитные анемии, их диагностика.

Макро- и микроэлементозы, роль факторов окружающей среды в их развитии.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХИМИЯ» МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОГО МОДУЛЯ**

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов		Самостоятельная работа студента	Формы контроля знаний
		лекций	практических		
<b>2 семестр</b>					
<b>1.</b>	<b>Введение в учебную дисциплину «Биологическая химия».</b>	-	<b>9</b>	<b>6</b>	
	<b>Структура и функции белков</b>				
1.1	Значение биологической химии в работе врача медико-профилактического профиля. Белки: свойства и функции. Л.р.: «Количественное определение белка в биологических жидкостях»	-	3	2	Собеседование, электронные тесты, контрольные работы, письменные отчеты по лабораторным работам
1.2	Структура белковой молекулы. Л.р.: «Изучение трехмерных структур белков»	-	3	2	Собеседование, электронные тесты, контрольные работы, визуальная лабораторная работа, письменные отчеты по лабораторным работам
1.3	Методы фракционирования и очистки белков. Л.р.: «Центрифужная фильтрация белков»	-	3	2	Собеседование, электронные тесты, контрольные работы, письменные отчеты по лабораторным работам
<b>2.</b>	<b>Ферменты</b>	<b>2,66</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	
<b>2.1.</b>	<b>Свойства и механизм действия ферментов</b>	<b>1,33</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	
	Строение ферментов	1,33	-	-	
	Классификация, строение, свойства ферментов Л.р.: «Определение активности фермента в сыворотке крови»	-	3	2	Собеседование, электронные тесты, контрольные работы, письменные отчеты по лабораторным работам

<b>2.2</b>	<b>Регуляция действия ферментов</b>	<b>1,33</b>	<b>6</b>	<b>5</b>
	Регуляция активности ферментов	1,33	–	–
	Механизмы регуляции активности ферментов Л.р.: «Влияние катионов металлов на активность фермента в сыворотке крови»	–	3	2
	Связь строения ферментов с их активностью	–	3	3
<b>3.</b>	<b>Введение в метаболизм. Биологическое окисление. Центральные пути метаболизма</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>4</b>
<b>3.1</b>	<b>Введение в метаболизм и биоэнергетику. Центральные пути метаболизма</b>	<b>2,66</b>	<b>3</b>	<b>2</b>
	Центральные пути метаболизма	1,33	–	–
	Цикл трикарбоновых кислот	1,33	–	–
	Цикл трикарбоновых кислот, окислительное декарбоксилирование пировиноградной кислоты Л.р.: «Расчет констант равновесия реакций ЦТК по величинам свободной энергии Гиббса»	–	3	2
<b>3.2</b>	<b>Биологическое окисление</b>	<b>1,33</b>	<b>3</b>	<b>2</b>
	Окислительное фосфорилирование	1,33	–	–
	Окислительное фосфорилирование Л.р.: «Расчет констант равновесия реакций в цепи окислительного фосфорилирования по величинам редокс потенциалов»	–	3	2
<b>4.</b>	<b>Обмен и функции углеводов</b>	<b>2,66</b>	<b>12</b>	<b>9</b>
<b>4.1</b>	<b>Углеводы. Анаэробные пути окисления глюкозы в клетке. Обмен гликогена</b>	<b>1,33</b>	<b>3</b>	<b>2</b>
	Гликолиз, обмен гликогена	1,33	–	–
	Гликолиз, гликогенез и гликогенолиз Л.р.: «Филогенетический анализ гексокиназ и глюкокиназ»	–	3	2
<b>4.2</b>	<b>Аэробное окисление глюкозы. Пути метаболизма пирувата. Глюконеогенез</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>2</b>
<b>4.3</b>	<b>Вторичные пути обмена глюкозы. Патология углеводного</b>	<b>0,33</b>	<b>6</b>	<b>5</b>

<b>обмена. Влияние гормонов на уровень глюкозы в крови</b>	1,33	-	-	-	
Глюконеогенез, пентозофосфатный путь. Вторичные пути обмена глюкозы	-	3	2	-	Собеседование, электронные тесты, контрольные работы, письменные отчеты по лабораторным работам
Л.р.: «Расчет свободной энергии Гиббса реакций глюконеогенеза при разных концентрациях субстрата и продуктов»	-	3	2	-	Собеседование, электронные тесты, контрольные работы, визуальная лабораторная работа, письменные отчеты по лабораторным работам
Пентозофосфатный путь, метаболизм этанола Л.р.: «Изучение комплексов белков с этанолом»	-	3	3	-	Коллоквиум
Метаболизм углеводов	2,66	18	16	-	
<b>5. Обмен и функции липидов</b>	1,33	3	2	-	
<b>5.1 Классификация липидов. Переваривание и всасывание липидов</b>	1,33	-	-	-	
Метаболизм липидов	-	3	2	-	Собеседование, электронные тесты, контрольные работы, визуальная лабораторная работа, письменные отчеты по лабораторным работам
Переваривание и всасывание липидов. Л.р.: «Филогенетический анализ фосфолипазы A2»	1	3	2	-	
<b>5.2. Транспортные формы липидов в крови. Обмен холестерина. Здоровый образ жизни как фактор профилактики атеросклероза</b>	0,33	12	12	-	
<b>5.3 Внутриклеточный обмен жирных кислот. Метаболизм кетоновых тел. Регуляция обмена липидов. Нарушения липидного обмена</b>	1,33	-	-	-	
Липопротеины – транспортные формы липидов в крови. Нарушения липидного обмена	-	3	2	-	Собеседование, электронные тесты, контрольные работы, письменные отчеты по лабораторным работам
Обмен липопротеинов Л.р.: «Интерпретация анализа крови на содержание холестерина»	-	3	2	-	Собеседование, электронные тесты, контрольные работы, визуальная лабораторная работа, письменные отчеты по лабораторным работам
Метаболизм кетоновых тел. Перекисное окисление липидов Л.р.: «Методы анализа перекисного окисления липидов»	-	3	2	-	Собеседование, электронные тесты, контрольные работы, визуальная лабораторная работа, письменные отчеты по лабораторным работам



	Обмен и функции липидов					лабораторная работа, письменные отчеты по лабораторным работам
	Методы исследования метаболизма белков, углеводов и липидов, активности ферментов		3	3	3	Коллоквиум
	Основы статической и динамической биохимии		3	3	3	Письменные отчеты по лабораторным работам
	<b>3 семестр</b>					Зачет
6.	<b>Обмен простых белков и аминокислот</b>	0,33	6	4	4	
7.	<b>Обмен нуклеопротеинов. Строение и синтез нуклеиновых кислот. Биосинтез белка. Методы молекулярной биологии</b>	2,33	9	7	7	
6.1	<b>Переваривание белков. Пути использования аминокислот в клетке</b>	0,33	3	2	2	
7.1	<b>Строение и обмен нуклеопротеинов</b>	1	3	2	2	
	Матричные биосинтезы. Метаболизм аминокислот	1,33	–	–	–	
6.1	Переваривание и всасывание белков Л.р.: «Анализ кислотности желудочного сока»	–	3	2	2	Собеседование, электронные тесты, контрольные работы, письменные отчеты по лабораторным работам
6.2	Обезвреживание аммиака. Пути превращения безазотистого остатка аминокислот. Показатели азотистого обмена Л.р.: «Анализ кислотности мочи»	–	3	2	2	Собеседование, электронные тесты, контрольные работы, письменные отчеты по лабораторным работам
7.1	Химия и обмен нуклеопротеинов Л.р.: «Изучение трехмерных структур нуклеиновых кислот»	–	3	2	2	Собеседование, электронные тесты, контрольные работы, визуальная лабораторная работа, письменные отчеты по лабораторным работам
7.2	<b>Биосинтез нуклеиновых кислот и белков. Современные методы молекулярной биологии и их прикладное значение для медицины</b>	1,33	6	5	5	
	Современные методы молекулярной биологии	1,33	–	–	–	
	Матричные биосинтезы (синтез ДНК, РНК, белков). Современные методы молекулярной биологии Л.р.: «Анализ полиморфизма гена, кодирующего белок предшественник бета-амилоидных пептидов»	–	3	2	2	Собеседование, электронные тесты, контрольные работы, визуальная лабораторная работа, письменные отчеты по лабораторным работам
	Обмен простых белков и нуклеопротеинов, биосинтез ДНК,	–	3	3	3	Коллоквиум

РНК и белка	4	9	6
<b>8. Регуляция обмена веществ. Биохимия гормонов</b>			
Общая характеристика и особенности биологического действия гормонов	1,33	—	—
Биохимия гормонов, связывающихся с мембранными рецепторами	1,33	—	—
Биохимия гормонов, связывающихся с внутриклеточными рецепторами	1,33	—	—
Гормоны. Общая характеристика и особенности биологического действия гормонов. Л.р.: «Изучение трехмерной структуры рецептора эпидермального фактора роста человека»	—	3	2
Биохимия гормонов, связывающихся с мембранными рецепторами. Л.р.: «Изучение трехмерной структуры комплекса рецептора глюкагона с G-белками»	—	3	2
Биохимия гормонов, связывающихся с внутриклеточными рецепторами Л.р.: «Изучение строения комплекса ДНК-связывающего домена рецептора тестостерона с ДНК»	—	3	2
<b>9. Биохимия органов и тканей</b>	<b>2,66</b>	<b>21</b>	<b>18</b>
<b>9.2 Биохимия печени</b>	<b>1,33</b>	<b>6</b>	<b>5</b>
Биохимия печени	1,33	—	—
Биохимия печени Л.р.: «Определение активности щелочной фосфатазы в крови»	—	3	2
Гормоны, биохимия печени, интеграция метаболизма	—	3	3
<b>9.1 Биохимия крови. Свертывание крови</b>	<b>1,33</b>	<b>6</b>	<b>4</b>
Биохимия крови	1,33	—	—
Биохимия крови. Физико-химические свойства крови. Гемоглобинозы Л.р.: «Определение буферной емкости крови»	—	3	2
Белки плазмы крови. Система гемостаза	—	3	2

	Л.р.: «Электрофорез белков»					контрольные работы, письменные отчеты по лабораторным работам
<b>10.</b>	<b>Биохимия питания</b>	<b>2,66</b>	<b>9</b>	<b>7</b>		
<b>10.1</b>	<b>Незаменимые факторы питания. Витамины. Причины и биохимические характеристики синдрома недостаточного питания</b>	<b>1,33</b>	<b>3</b>	<b>2</b>		
	Витамины	1,33	–	–		
	Биохимия питания. Биологическая роль белков, жиров, углеводов, витаминов Л.р.: «Молекулярный докинг биотина с авидином»	–	3	2		Собеседование, электронные тесты, контрольные работы, визуальная лабораторная работа, письменные отчеты по лабораторным работам
<b>10.2</b>	<b>Вода и минеральные соли. Обмен кальция и фосфора. Микроэлементы. Роль окружающей среды в развитии макро- и микроэлементозов</b>	<b>1,33</b>	<b>6</b>	<b>5</b>		
	Минеральные вещества. Регуляция водно-электролитного баланса	1,33	–	–		
	Биохимия питания. Минеральные вещества. Регуляция водно-электролитного баланса	–	3	2		Собеседование, электронные тесты, контрольные работы, письменные отчеты по лабораторным работам
	Л.р.: «Определение содержания катионов кальция в крови»	–	3	3		Коллоквиум
	Биохимия крови, биохимия питания, водно-минеральный обмен	–	3	3		
<b>9.3</b>	<b>Биохимия почек и мочи</b>	<b>–</b>	<b>9</b>	<b>9</b>		
	Биохимия мочи	–	3	2		Собеседование, электронные тесты, контрольные работы, письменные отчеты по лабораторным работам
	Л.р.: «Определение патологических компонентов в моче»	–	3	3		письменные отчеты по лабораторным работам
	Методы исследования нуклеиновых кислот, гормонов, витаминов	–	3	3		
	Обмен простых белков и нуклеопротеинов, биосинтез ДНК, РНК и белка, гормоны, биохимия печени, интеграция метаболизма, биохимия крови, биохимия питания, водно-минеральный обмен	–	3	4		Коллоквиум, экзамен
	<b>Всего</b>	<b>24</b>	<b>108</b>	<b>84</b>		

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### ЛИТЕРАТУРА

#### **Основная:**

1. Биологическая химия : учебник / А. А. Чиркин, Е. О. Данченко, В. В. Хрусталеv. – Минск : Вышэйшая школа, 2023. – 460 с.

#### **Дополнительная:**

2. Основы биохимии Ленинджера : в 3 томах / Д. Нельсон, М. Кокс ; перевод с английского. – Москва : Лаборатория знаний, 2022.

3. Биологическая химия : учебник / А. Д. Таганович [и другие] ; под редакцией А. Д. Тагановича. – Минск : Вышэйшая школа, 2016. – 671 с.

4. Барковский, Е. В., Хрусталеv, В. В., Ткачев, С. В., Петрушенко, Л. Г, Ачинович, О. В., Латушко, Т. В., Сперанская, Е. Ч. Химия элементов для провизоров / Е. В. Барковский [и другие]. – Минск : БГМУ, 2020. – 212 с.

5. Гармаза, Ю. М., Слобожанина, Е. И. Цинк в живом организме : биологическая роль и механизмы действия / Ю. М. Гармаза, Е. И. Слобожанина. – Минск : Беларуская Навука, 2021. – 189 с.

### МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Время, отведенное на самостоятельную работу, может использоваться обучающимися на:

- подготовку к лекциям и лабораторным занятиям;
- подготовку к коллоквиумам, зачету и экзамену по учебной дисциплине;
- проработку тем (вопросов), вынесенных на самостоятельное изучение;
- решение задач;
- конспектирование учебной литературы.

### ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

Для диагностики компетенций используются следующие формы:

#### **Устная форма:**

Собеседование.

#### **Письменная форма:**

- контрольные работы;
- коллоквиум;
- письменные отчеты по лабораторным работам.

#### **Устно-письменная форма:**

- зачет;
- экзамен.

#### **Техническая форма:**

- электронные тесты;
- визуальные лабораторные работы.

### ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ

Линейный (традиционный) метод (лекция, практические, лабораторные и семинарские занятия);

активные (интерактивные) методы:

проблемно-ориентированное обучение PBL (Problem-Based Learning);

командно-ориентированное обучение TBL (Team-Based Learning);

научно-ориентированное обучение RBL (Research-Based Learning).

### ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ НАВЫКОВ

Перечень практических навыков	Форма контроля практических навыков
1. Количественное определение белка в сыворотке крови	Лабораторная работа
2. Определение кислотности желудочного сока	Лабораторная работа
3. Качественное определение патологических компонентов в моче: кетоновые тела, глюкоза, белок, кровяные пигменты	Лабораторная работа
4. Количественное определение патологических компонентов в моче: глюкоза, белок	Лабораторная работа
5. Количественное определение биологических веществ в крови и моче: глюкоза, холестерол, липопротеины, мочевины, билирубин, натрий, калий, кальций, витамин С	Лабораторная работа

### ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМОГО ОБОРУДОВАНИЯ

1. Лабораторная посуда.
2. Химические реактивы.
3. Центрифуга.
4. рН-метр.
5. Спектрофотометр.
6. Спектрофлуориметр.
7. ИК-спектрометр НПВО.

### ПЕРЕЧЕНЬ ЛЕКЦИЙ

#### 2 семестр

1. Строение ферментов.
2. Регуляция активности ферментов.
3. Центральные пути метаболизма.
4. Цикл трикарбоновых кислот.
5. Окислительное фосфорилирование.
6. Гликолиз, обмен гликогена.

7. Глюконеогенез, пентозофосфатный путь. Вторичные пути обмена глюкозы.

8. Метаболизм липидов.

9. Липопротеины – транспортные формы липидов в крови. Нарушения липидного обмена.

### **3 семестр**

1. Матричные биосинтезы, метаболизм аминокислот.

2. Современные методы молекулярной биологии.

3. Общая характеристика и особенности биологического действия гормонов.

4. Биохимия гормонов, связывающихся с мембранными рецепторами.

5. Биохимия гормонов, связывающихся с внутриклеточными рецепторами.

6. Биохимия печени.

7. Биохимия крови.

8. Витамины.

9. Минеральные вещества. Регуляция водно-электролитного баланса.

### **ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ**

#### **2 семестр**

1. Значение биологической химии в работе врача медико-профилактического профиля. Белки: свойства и функции. Л.р.: «Количественное определение белка в биологических жидкостях».

2. Структура белковой молекулы. Л.р.: «Изучение трехмерных структур белков».

3. Методы фракционирования и очистки белков. Л.р.: «Центрифужная фильтрация белков».

4. Классификация, строение, свойства ферментов. Л.р.: «Определение активности фермента в сыворотке крови».

5. Механизмы регуляции активности ферментов. Л.р.: «Влияние катионов металлов на активность фермента в сыворотке крови».

6. Связь строения ферментов с их активностью.

7. Цикл трикарбоновых кислот, окислительное декарбоксилирование пировиноградной кислоты. Л.р.: «Расчет констант равновесия реакций ЦТК по величинам свободной энергии Гиббса».

8. Окислительное фосфорилирование. Л.р.: «Расчет констант равновесия реакций в цепи окислительного фосфорилирования по величинам редокс потенциалов».

9. Гликолиз, гликогенез и гликогенолиз. Л.р.: «Филогенетический анализ гексокиназ и глюкокиназы».

10. Глюконеогенез Л.р.: «Расчет свободной энергии Гиббса реакций глюконеогенеза при разных концентрациях субстрата и продуктов».

11. Пентозофосфатный путь, метаболизм этанола. Л.р.: «Изучение комплексов белков с этанолом».

12. Метаболизм углеводов.
13. Переваривание и всасывание липидов. Л.р.: «Филогенетический анализ фосфолипазы А2».
14. Обмен липопротеинов. Л.р.: «Интерпретация анализа крови на содержание холестерина».
15. Метаболизм кетоновых тел. Перекисное окисление липидов. Л.р.: «Методы анализа перекисного окисления липидов».
16. Обмен и функции липидов.
17. Методы исследования метаболизма белков, углеводов и липидов, активности ферментов.
18. Основы статической и динамической биохимии.

### 3 семестр

1. Переваривание и всасывание белков. Л.р.: «Анализ кислотности желудочного сока».
2. Обезвреживание аммиака. Пути превращения безазотистого остатка аминокислот. Показатели азотистого обмена. Л.р.: «Анализ кислотности мочи».
3. Химия и обмен нуклеопротеинов. Л.р.: «Изучение трехмерных структур нуклеиновых кислот».
4. Матричные биосинтезы (синтез ДНК, РНК, белков). Современные методы молекулярной биологии. Л.р.: «Анализ полиморфизма гена, кодирующего белок предшественник бета-амилоидных пептидов».
5. Обмен простых белков и нуклеопротеинов, биосинтез ДНК, РНК и белка.
6. Гормоны. Общая характеристика и особенности биологического действия гормонов. Л.р.: «Изучение трехмерной структуры рецептора эпидермального фактора роста человека».
7. Биохимия гормонов, связывающихся с мембранными рецепторами. Л.р.: «Изучение трехмерной структуры комплекса рецептора глюкагона с G-белками».
8. Биохимия гормонов, связывающихся с внутриклеточными рецепторами. Л.р.: «Изучение строения комплекса ДНК-связывающего домена рецептора тестостерона с ДНК».
9. Биохимия печени. Л.р.: «Определение активности щелочной фосфатазы в крови».
10. Гормоны, биохимия печени, интеграция метаболизма.
11. Биохимия крови. Физико-химические свойства крови. Гемоглобинозы. Л.р.: «Определение буферной емкости крови».
12. Белки плазмы крови. Система гемостаза. Л.р.: «Электрофорез белков».
13. Биохимия питания. Биологическая роль белков, жиров, углеводов, витаминов. Л.р.: «Молекулярный докинг биотина с авидином».
14. Биохимия питания. Минеральные вещества. Регуляция водно-электролитного баланса. Л.р.: «Определение содержания катионов кальция в крови».
15. Биохимия крови, биохимия питания, водно-минеральный обмен.

16. Биохимия мочи. Л.р.: «Определение патологических компонентов в моче».

17. Методы исследования нуклеиновых кислот, гормонов, витаминов.

18. Обмен простых белков и нуклеопротеинов, биосинтез ДНК, РНК и белка, гормоны, биохимия печени, интеграция метаболизма, биохимия крови, биохимия питания, водно-минеральный обмен.



### ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1. Биоорганическая химия	Кафедра биоорганической химии	нет	Протокол № 7 от 31.08.2023
2. Медицинская химия	Кафедра общей химии	нет	Протокол № 7 от 31.08.2023

## СОСТАВИТЕЛИ:

Заведующий кафедрой общей химии  
учреждения образования  
«Белорусский государственный  
медицинский университет», доктор  
биологических наук, доцент



В.В.Хрусталёв

Доцент кафедры общей химии  
учреждения образования  
«Белорусский государственный  
медицинский университет»,  
кандидат химических наук



О.В.Хрусталёва

Оформление учебной программы и сопровождающих документов  
соответствует установленным требованиям.

Декан медико-профилактического  
факультета учреждения образования  
«Белорусский государственный  
медицинский университет»

14.11 2023



  
А.В.Гиндюк

Методист учебно-методического  
отдела учреждения образования  
«Белорусский  
государственный медицинский  
университет»

14.11 2023



С.А.Янкович