

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

Контрольный  
экземпляр

**УТВЕРЖДАЮ**

Ректор учреждения образования  
«Белорусский государственный ме-  
дицинский университет»



С.П.Рубникович

20.11.2024

Рег. № УД-0911067/2425/уч.

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

Учебная программа учреждения образования  
по учебной дисциплине для специальности

7-07-0912-01 «Фармация»

Учебная программа разработана на основе примерной учебной программы для специальности 7-07-0912-01 «Фармация», утвержденной 29.02.2024, регистрационный № УПД – 091 – 067 /пр./; учебного плана учреждения образования по специальности 7-07-0912-01 «Фармация», утвержденного 30.07.2024, регистрационный № 7-07-0912-01/2425

### **СОСТАВИТЕЛИ:**

А.Д.Таганович, заведующий кафедрой биологической химии учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет», доктор медицинских наук, профессор;

Ж.А.Рутковская, доцент кафедры биологической химии учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет», кандидат медицинских наук, доцент

### **РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой биологической химии учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет»  
(протокол № 2 от 25.09.2024);

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет»  
(протокол № 3 от 20.11.2024)

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

«Биологическая химия» – учебная дисциплина модуля «Физиология человека», содержащая систематизированные научные знания о химической структуре живого организма, химических процессах, лежащих в основе его жизнедеятельности, возможных причинах и последствиях нарушений метаболических реакций.

Цель учебной дисциплины «Биологическая химия» – формирование базовой профессиональной компетенции для фармацевтического консультирования населения.

Задачи учебной дисциплины «Биологическая химия» состоят в формировании у студентов научных знаний о:

химическом составе и молекулярных процессах клетки, ткани, организма человека;

структурной организации основных биомакромолекул клетки;

молекулярных основах биоэнергетики и обмена веществ;

функциональной биохимии специализированных тканей и органов;

механизмах нейроэндокринной регуляции обмена веществ;

молекулярных процессах, являющихся возможными мишенями действия лекарственных средств при их поступлении и превращениях в организме человека;

механизмах передачи и способов реализации генетической информации в разработке новых лекарственных средств, полученных путем генной инженерии;

механизмах биотрансформации лекарственных средств, их действия на обменные процессы в организме человека;

методах выполнения биохимических анализов и оценки полученных результатов;

умений и навыков, необходимых для дальнейшего изучения учебных дисциплин и профессиональной деятельности провизора.

Знания, умения, навыки, полученные при изучении учебной дисциплины «Биологическая химия», необходимы для успешного изучения следующих учебных дисциплин «Патологическая физиология», «Фармацевтическая биотехнология», «Фармацевтическая химия».

Студент, освоивший содержание учебного материала учебной дисциплины, должен обладать следующей базовой профессиональной компетенцией:

определять симптомы, требующие немедленного обращения к врачу или позволяющие использовать лекарственные средства безрецептурного отпуска.

В результате изучения учебной дисциплины «Биологическая химия» студент должен

**знать:**

структуру важнейших биологических молекул, ее связь с функцией;

основные положения биоэнергетики;

пути метаболизма веществ;

взаимосвязь особенностей обмена веществ с функцией органов и тканей организма человека;

биохимические основы регуляции обмена веществ, роль витаминов и гормонов;

механизмы возникновения заболеваний на молекулярном уровне, принципы их диагностики и лечения;

основные методы исследования обмена веществ: белков, липидов, углеводов, гормонов, ферментов, системы гемостаза и другие;

основные клинико-биохимические показатели крови и мочи;

пути ферментативного превращения лекарственных веществ;

правила медицинской этики и деонтологии;

**уметь:**

использовать унифицированные методы в биохимических исследованиях; интерпретировать результаты биохимических исследований крови, мочи и др.;

**владеть:**

навыками безопасной работы в химической лаборатории;

методами качественного и количественного анализа биологических веществ в крови, моче и др.

В рамках образовательного процесса по данной учебной дисциплине студент должен приобрести не только теоретические знания, практические умения и навыки по специальности, но и 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 205 академических часов, из них 132/27<sup>1</sup> аудиторных часов, 73/178<sup>1</sup> часов самостоятельной работы студента. Распределение аудиторных часов по видам занятий: 27/6<sup>1</sup> часов лекций (в том числе 9/3<sup>1</sup> часа управляемой самостоятельной работы (УСР)), 105/21<sup>1</sup> час лабораторных занятий.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с учебным планом по специальности в форме зачета (4 семестр) и экзамена (5 семестр).

Форма получения образования – очная дневная/заочная.

---

<sup>1</sup> Для заочной формы получения образования

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БЮДЖЕТА УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ ПО СЕМЕСТРАМ

Код, название специальности	семестр	Количество часов учебных занятий						Форма промежуточной аттестации
		всего	аудиторных	из них			самостоятельных внеаудиторных	
				лекций	УСР	лабораторных занятий		
7-07-0912-01 «Фармация» (очная дневная форма получения образования)	4	110	66	9	3	54	44	зачет
	5	95	66	9	6	51	29	экзамен
7-07-0912-01 «Фармация» (заочная форма получения образования)	3	28	6	3	3	-	22	-
	4	87	9	-	-	9	78	зачет
	5	90	12	-	-	12	78	экзамен

### ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН (ОЧНАЯ ДНЕВНАЯ ФОРМА ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ)

Наименование раздела (темы)	Количество часов аудиторных занятий	
	лекций (в т.ч. УСР)	лабораторных
<b>1. Введение в учебную дисциплину «Биологическая химия». Структура и функции белков</b>	<b>1,5</b>	<b>9</b>
1.1. Введение в биохимию. Строение аминокислот и пептидов. Количественное определение содержания белка в биологических жидкостях	-	3
1.2. Структурная организация белков и основы их функционирования	1,5	3
1.3. Физико-химические свойства белков. Методы разделения, выделения и очистки белков	-	3
<b>2. Ферменты</b>	<b>1,5</b>	<b>9</b>
2.1. Ферменты. Кинетика ферментативных реакций. Влияние различных факторов на скорость ферментативных реакций. Специфичность ферментов	-	3

Наименование раздела (темы)	Количество часов аудиторных занятий	
	лекций (в т.ч. УСР)	лабораторных
2.2. Регуляция активности ферментов. Медицинская энзимология	1,5	6
<b>3. Введение в метаболизм. Биологическое окисление. Центральные пути метаболизма</b>	<b>3</b>	<b>6</b>
3.1. Введение в метаболизм и энергетический обмен. Центральные пути метаболизма	1,5	3
3.2. Биологическое окисление	1,5	3
<b>4. Обмен и функции углеводов</b>	<b>3</b>	<b>12</b>
4.1. Углеводы. Переваривание углеводов. Обмен гликогена. Анаэробное окисление глюкозы	1,5	3
4.2. Аэробное окисление глюкозы. Метаболизм пирувата. Глюконеогенез. Метаболизм экзогенного этанола	1,5	3
4.3. Вторичные пути обмена глюкозы. Регуляция уровня глюкозы в крови. Нарушения обмена углеводов	-	6
<b>5. Обмен и функции липидов</b>	<b>3</b>	<b>18</b>
5.1. Классификация и функции липидов. Переваривание и всасывание липидов. Транспорт экзогенных липидов	-	3
5.2. Депонирование и мобилизация липидов. Обмен холестерина. Транспорт липидов кровью	1,5	3
5.3. Внутриклеточный обмен жирных кислот. Кетоновые тела. Нарушения обмена липидов	1,5	12
<b>6. Обмен аминокислот и белков</b>	<b>1,5</b>	<b>6</b>
6.1. Азотистый баланс. Переваривание белков. Пути использования аминокислот в клетке	-	3
6.2. Внутриклеточный обмен аминокислот. Пути превращений безазотистого остатка аминокислот. Обезвреживание аммиака	1,5	3
<b>7. Обмен нуклеопротеинов. Строение и синтез нуклеиновых кислот. Биосинтез белков. Методы молекулярной биологии</b>	<b>3</b>	<b>9</b>
7.1. Обмен нуклеопротеинов	1,5	3
7.2. Биосинтез нуклеиновых кислот и белков. Современные методы молекулярной биологии	1,5	6
<b>8. Биохимия витаминов</b>	<b>1,5</b>	<b>3</b>
<b>9. Регуляция обмена веществ. Биохимия гормонов. Интеграция метаболизма</b>	<b>6</b>	<b>12</b>
9.1. Гормоны. Общая характеристика, классификация, механизмы действия	1,5	3
9.2. Гормональная регуляция метаболизма	1,5	3
9.3. Вода и минеральные вещества. Гормональная регуляция водно-минерального обмена	1,5	-

Наименование раздела (темы)	Количество часов аудиторных занятий	
	лекций (в т.ч. УСР)	лабораторных
9.4. Интеграция метаболизма	1,5	6
<b>10. Функциональная биохимия</b>	<b>1,5</b>	<b>9</b>
10.1. Биохимия крови	1,5	6
10.2. Биохимия печени	-	3
<b>11. Фармацевтическая биохимия. Фармакокинетика лекарственных средств. Биотрансформация ксенобиотиков</b>	<b>1,5</b>	<b>12</b>
<b>Всего часов</b>	<b>27</b>	<b>105</b>

**ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН  
(ЗАОЧНАЯ ФОРМА ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ)**

Наименование раздела (темы)	Количество часов аудиторных занятий		Самостоятельная работа
	лекций	лабораторных	
<b>1. Введение в учебную дисциплину «Биологическая химия». Структура и функции белков</b>	-	-	<b>3</b>
1.1. Введение в биохимию. Строение аминокислот и пептидов. Количественное определение содержания белка в биологических жидкостях	-	-	1
1.2. Структурная организация белков и основы их функционирования	-	-	1
1.3. Физико-химические свойства белков. Методы разделения, выделения и очистки белков	-	-	1
<b>2. Ферменты</b>	<b>1,5</b>	-	<b>2</b>
2.1. Ферменты. Кинетика ферментативных реакций. Влияние различных факторов на скорость ферментативных реакций. Специфичность ферментов	1,5	-	1
2.2. Регуляция активности ферментов. Медицинская энзимология	-	-	1
<b>3. Введение в метаболизм. Биологическое окисление. Центральные пути метаболизма</b>	<b>1,5</b>	<b>3</b>	<b>28</b>

Наименование раздела (темы)	Количество часов аудиторных занятий		Самостоятельная работа
	лекций	лабораторных	
3.1. Введение в метаболизм и энергетический обмен. Центральные пути метаболизма	1,5	-	14
3.2. Биологическое окисление	-	3	14
<b>4. Обмен и функции углеводов</b>	-	<b>3</b>	<b>27</b>
4.1. Углеводы. Переваривание углеводов. Обмен гликогена. Анаэробное окисление глюкозы	-	-	10
4.2. Аэробное окисление глюкозы. Метаболизм пирувата. Глюконеогенез. Метаболизм экзогенного этанола	-	3	10
4.3. Вторичные пути обмена глюкозы. Регуляция уровня глюкозы в крови. Нарушения обмена углеводов	-	-	7
<b>5. Обмен и функции липидов</b>	-	<b>3</b>	<b>23</b>
5.1. Классификация и функции липидов. Переваривание и всасывание липидов. Транспорт экзогенных липидов	-	-	7
5.2. Депонирование и мобилизация липидов. Обмен холестерина. Транспорт липидов кровью	-	3	8
5.3. Внутриклеточный обмен жирных кислот. Кетоновые тела. Нарушения обмена липидов	-	-	8
<b>6. Обмен аминокислот и белков</b>	-	<b>3</b>	<b>10</b>
6.1. Азотистый баланс. Переваривание белков. Пути использования аминокислот в клетке	-	-	5
6.2. Внутриклеточный обмен аминокислот. Пути превращений безазотистого остатка аминокислот. Обезвреживание аммиака	-	3	5
<b>7. Обмен нуклеопротеинов. Строение и синтез нуклеиновых кислот. Биосинтез белков. Методы молекулярной биологии</b>	-	<b>3</b>	<b>21</b>
7.1. Обмен нуклеопротеинов	-	-	10
7.2. Биосинтез нуклеиновых кислот и белков. Современные методы молекулярной биологии	-	3	11
<b>8. Биохимия витаминов</b>	-	-	<b>8</b>
<b>9. Регуляция обмена веществ. Биохимия гормонов. Интеграция метаболизма</b>	-	<b>3</b>	<b>16</b>
9.1. Гормоны. Общая характеристика, классификация, механизмы действия	-	3	4
9.2. Гормональная регуляция метаболизма	-	-	4



Наименование раздела (темы)	Количество часов аудиторных занятий		Самостоятельная работа
	лекций	лабораторных	
9.3. Вода и минеральные вещества. Гормональная регуляция водно-минерального обмена	-	-	4
9.4. Интеграция метаболизма	-	-	4
<b>10. Функциональная биохимия</b>	<b>1,5</b>	-	<b>10</b>
10.1. Биохимия крови	-	-	5
10.2. Биохимия печени	1,5	-	5
<b>11. Фармацевтическая биохимия. Фармакокинетика лекарственных средств. Биотрансформация ксенобиотиков</b>	<b>1,5</b>	<b>3</b>	<b>21</b>
<b>Всего часов</b>	<b>6</b>	<b>21</b>	<b>178</b>

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### 1. Введение в учебную дисциплину «Биологическая химия».

#### Структура и функции белков

#### 1.1. Введение в биохимию. Строение аминокислот и пептидов. Количественное определение содержания белка в биологических жидкостях

Задачи биологической химии. Биологическая химия как наука о молекулярных основах здоровья человека. Важнейшие этапы развития биологической химии. Вклад белорусской школы биохимиков. Молекулярная биология, генная инженерия и биотехнология в выявлении и коррекции нарушений обмена веществ.

Место учебной дисциплины «Биологическая химия» в фармацевтическом образовании. Биологическая химия и другие медико-биологические науки. Важнейшие разделы (статическая – биоорганическая химия, динамическая – метаболизм и функциональная биохимия) и направления (в зависимости от вида изучаемого объекта живой природы) биохимии. Биологическая химия, медицина и фармация (клиническая биохимия, лабораторная диагностика, метаболическая терапия). Основные биохимические компоненты тканей. Методы биохимических исследований и их клиническое значение.

Белки как важнейший компонент живой ткани. Функции белков. Гидролиз белков. Аминокислоты – структурные мономеры белков. Протеиногенные и непротеиногенные аминокислоты. Заменяемые и незаменимые аминокислоты. Аминокислоты как лекарственные средства.

Буферные свойства белков, значение. Молекулярная масса белков, методы определения. Количественное определение суммарных и индивидуальных белков. Белки как лекарственные средства.

## **1.2. Структурная организация белков и основы их функционирования**

Строение и уровни структурной организации белков. Первичная структура белков, ее характеристика. Пептидная связь, ее свойства. Пептиды, функции в организме. Взаимосвязь первичной структуры и биологических свойств белков. Видовая специфичность первичной структуры белков.

Вторичная структура белков. Строение  $\alpha$ -спирали,  $\beta$ -структуры, их особенности и отличия. Химические связи, стабилизирующие вторичную структуру белка. Надвторичная структура. Формирование доменов. Третичная структура белков. Слабые внутримолекулярные взаимодействия в полипептидной цепи, дисульфидные химические связи. Значение третичной структуры белков. Роль шаперонов, шаперонинов в формировании нативной структуры белка. Глобулярные и фибриллярные белки. Денатурация белков, факторы денатурации, обратимость денатурации, значение денатурации белков в медицине.

Четвертичная структура белков. Значение четвертичной структуры белков, кооперативные изменения конформации протомеров (на примере гемоглобина в сравнении с миоглобином).

Простые белки, представители, краткая характеристика.

Сложные белки. Общие представления о структуре и номенклатуре сложных белков, строение простетических групп, типы химических связей между апобелком и простетической группой. Многообразие структурно и функционально различных белков.

Способность к специфическим взаимодействиям как основа биологических функций белков. Понятие комплементарности. Лиганды и функция белков. Обратимость связывания.

Факторы устойчивости белковых растворов. Обратимое и необратимое осаждение белков.

## **1.3. Физико-химические свойства белков. Методы разделения, выделения и очистки белков**

Физико-химические свойства белков. Коллоидные растворы белков, их свойства: вязкость, способность к образованию гелей, оптическая активность, ионизация, амфотерность, гидратация.

Схема и методы выделения и очистки белков: гомогенизация, экстракция, разделение белков по молекулярной массе (ультрацентрифугирование, гель-фильтрация, электрофорез с додецилсульфатом натрия в полиакриламидном геле), заряду (электрофорез, изоэлектрофокусирование, ионообменная хроматография). Аффинная хроматография. Иммуноэлектрофорез.

## 2. Ферменты

### 2.1. Ферменты. Кинетика ферментативных реакций. Влияние различных факторов на скорость ферментативных реакций. Специфичность ферментов

Понятие о ферментах (энзимах). История развития учения о ферментах. Общие представления о катализе. Основные характеристики действия катализаторов: энергетический барьер реакции, энергия активации, свободная энергия. Сущность действия катализаторов. Сходство и различия химических и биологических катализаторов. Специфичность действия ферментов, ее виды.

Номенклатура и классификация ферментов. Характеристика классов ферментов. Единицы измерения активности и количества ферментов.

Структурно-функциональная организация ферментов. Простые и сложные белки-ферменты. Строение сложных белков-ферментов: апофермент, кофакторы (простетические группы и коферменты). Кофакторы – ионы металлов, органические соединения. Функциональная организация ферментов. Активный центр ферментов, его строение. Аллостерический центр ферментов, его значение.

Механизм действия ферментов. Стадии ферментативного процесса, их характеристика. Теории, объясняющие взаимодействия фермента с субстратом. Молекулярные механизмы стадий ферментативного процесса.

Кинетика ферментативного катализа. Зависимость скорости ферментативной реакции от концентрации субстрата. Понятие о порядке реакции. Уравнение Михаэлиса-Ментен, способы графического изображения, константа Михаэлиса ( $K_m$ ). Зависимость скорости ферментативных реакций от количества фермента, pH среды, температуры.

### 2.2. Регуляция активности ферментов. Медицинская энзимология

Влияние активаторов ферментов на ферментативную реакцию, их виды (металлы, катионы, анионы, органические вещества). Ингибиторы ферментов, их классификация в зависимости от механизма действия, прочности связывания с ферментом: неспецифические, специфические; необратимые, обратимые. Механизм конкурентного, неконкурентного ингибирования ферментов. Антиметаболиты. Примеры разных видов ингибиторов, их практическое применение в медицине и фармации. Регуляция количества ферментов, конститутивные и адаптивные ферменты, антиферменты. Регуляция активности ферментов, ее механизмы: химическая модификация, ее виды; аллостерическая регуляция, ее типы; кооперативный эффект. Полиферментные комплексы. Изоферменты, их роль. Имобилизованные ферменты, их характеристика и использование.

Практическое значение ферментов. Источники получения ферментов. Понятие о медицинской энзимологии: энзимодиагностика, энзимотерапия, энзимопатология. Ферменты как лекарственные средства. Ферменты как аналитические реагенты.

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

#### 3.1. Введение в метаболизм и энергетический обмен. Центральные пути метаболизма

Катаболизм и анаболизм как две стороны метаболизма, стадии и взаимосвязь. Катаболические, анаболические и амфиболические пути в обмене веществ, их значение. Специфические и общие пути катаболизма. Основные конечные продукты метаболизма: вода, углекислый газ, аммиак, мочевина.

Катаболизм основных пищевых и депонированных веществ – углеводов, жиров, белков (аминокислот); понятие о специфических путях катаболизма (до образования пирувата из углеводов и большинства аминокислот и до образования ацетил-кофермента А (ацетил-КоА) из жирных кислот и некоторых аминокислот) и общих путях катаболизма (окисление пирувата и ацетил-КоА).

Витамины и витаминоподобные вещества, выполняющие коферментную роль в общих путях катаболизма.

Окислительное декарбоксилирование пировиноградной кислоты: последовательность реакций, строение пируватдегидрогеназного комплекса. Цикл трикарбоновых кислот: последовательность реакций и характеристика ферментов. Связь между общими путями катаболизма и цепью переноса электронов и протонов. Механизмы регуляции окислительного декарбоксилирования пировиноградной кислоты и цикла трикарбоновых кислот.

#### 3.2. Биологическое окисление

Низкоэнергетические и высокоэнергетические соединения, значение в процессах аккумуляции энергии. Аденозинтрифосфорная кислота как важнейший аккумулятор и источник энергии, строение. Синтез аденозинтрифосфорной кислоты в процессе фосфорилирования, виды. Гидролиз аденозинтрифосфорной кислоты. Биологическое окисление как основной путь превращения субстратов в организме человека. Пути использования молекулярного кислорода в реакциях биологического окисления, их локализация в клетке и значение.

Способы окисления: путем дегидрирования (дегидрогеназы, пероксидазы), путем присоединения кислорода (монооксигеназы, диоксигеназы) и с участием свободно-радикальных форм кислорода.

Дегидрирование субстратов и окисление водорода с образованием воды как источник энергии для синтеза аденозинтрифосфорной кислоты. Митохондрии, структурная организация (наружная и внутренняя мембраны, межмембранное пространство, матрикс). Структура дыхательных цепей митохондрий. Характеристика переносчиков протонов и электронов дыхательной цепи и их организация во внутренней мембране митохондрий. Механизм переноса протонов и электронов переносчиками дыхательной цепи. Каскадные изменения свободной энергии при переносе протонов и электронов по дыхательной цепи.

Окислительное фосфорилирование, его количественное выражение (коэффициент P/O). Образование энергии в дыхательных цепях митохондрий при переносе протонов и электронов от субстрата к кислороду. Сопряжение

дыхания и фосфорилирования. Локализация в дыхательных цепях митохондрий пунктов фосфорилирования. Сущность хемиосмотической теории Митчелла. Избирательная проницаемость митохондриальной мембраны. Трансмембранный электрохимический потенциал как промежуточная форма энергии при окислительном фосфорилировании, механизм его образования при переносе протонов и электронов в дыхательных цепях митохондрий. Строение и функции протонной аденозинтрифосфат-синтетазы. Дыхательный контроль.

Разобщение и ингибирование окислительного фосфорилирования. Терморегуляторная функция тканевого дыхания. Лекарственные средства – разобщители и ингибиторы окисления и фосфорилирования.

Фотосинтетическое фосфорилирование. Особенности синтеза АТФ автотрофными организмами.

Микросомальное окисление. Биологическая роль монооксигеназных систем митохондрий в превращениях нормальных метаболитов клетки и ксенобиотиков. Роль диоксигеназной системы в обезвреживании ароматических соединений.

#### **4. Обмен и функции углеводов**

##### **4.1. Углеводы. Переваривание углеводов. Обмен гликогена. Анаэробное окисление глюкозы**

Основные углеводы пищи. Содержание углеводов в тканях человека. Биологическая роль углеводов. Переваривание углеводов и всасывание продуктов переваривания углеводов. Глюкоза как важнейший метаболит углеводного обмена. Общая схема источников и путей расходования глюкозы в организме. Ключевая роль глюкозо-6-фосфата в метаболизме углеводов. Гликоген как резервный полисахарид у животных, его свойства.

Синтез гликогена (гликогенез), химизм процесса. Характеристика гликогенсинтазы. Регуляция синтеза гликогена.

Мобилизация гликогена (гликогенолиз), гидролитический и фосфоролитический пути. Фосфоролиз как основной путь мобилизации гликогена. Характеристика фосфорилазы. Регуляция мобилизации гликогена. Взаимоотношения между ферментами синтеза и распада гликогена. Роль протеинкиназ и циклического 3',5'-аденозинмонофосфата в синхронизации синтеза и распада гликогена.

Анаэробное окисление глюкозы (химизм процесса), гликолитическая оксидоредукция, пируват как акцептор водорода в гликолизе. Субстратное фосфорилирование. Энергетический баланс анаэробного распада глюкозы. Распределение и физиологическое значение анаэробного распада глюкозы. Спиртовое брожение.

##### **4.2. Аэробное окисление глюкозы. Метаболизм пирувата. Глюконеогенез. Метаболизм экзогенного этанола**

Аэробный распад – основной путь катаболизма глюкозы у человека и других аэробных организмов до воды и углекислоты. Энергетический баланс аэробного окисления молекулы глюкозы. Переключение анаэробного пути распада углеводов на аэробный. Челночные механизмы переноса восстановительных эквивалентов через митохондриальные мембраны и

окисление гликолитического восстановленного никотинамидадениндинуклеотида (НАДН+Н<sup>+</sup>) в митохондриях. Аллостерические механизмы регуляции аэробного пути распада глюкозы (эффект Пастера).

Пируват как центральный метаболит. Пути превращения пирувата в зависимости от энергетического статуса и особенностей окислительного метаболизма клетки.

Глюконеогенез. Обходные реакции необратимых стадий гликолиза. Регуляторные ферменты глюконеогенеза, биологическая роль процесса. Взаимосвязь гликолиза в мышечной ткани и глюконеогенеза в печени (цикл Кори (глюкозо-лактатный цикл)).

Метаболизм экзогенного этанола.

### **4.3. Вторичные пути обмена глюкозы. Регуляция уровня глюкозы в крови. Нарушения обмена углеводов**

Пентозофосфатный путь превращения глюкозы, химизм окислительной части процесса (до стадии образования рибулозо-5-фосфата) и схема неокислительных стадий. Распространение и биологическая роль пентозофосфатного пути превращения глюкозы. Взаимосвязь пентозофосфатного пути превращения глюкозы с гликолизом.

Синтез углеводов в цикле Кальвина у автотрофных организмов.

Путь глюкуроновой кислоты. Основные реакции. Биологическая роль. Связь с пентозофосфатным путем и гликолизом.

Роль различных путей обмена углеводов в регуляции уровня глюкозы в крови. Гормональная регуляция уровня глюкозы в крови. Роль инсулина, адреналина, глюкагона, глюкокортикостероидов.

Углеводы как лекарственные средства.

Методы количественного определения глюкозы в крови.

Нарушения обмена углеводов. Наследственные нарушения обмена моно- и дисахаридов.

## **5. Обмен и функции липидов**

### **5.1. Классификация и функции липидов. переваривание и всасывание липидов. Транспорт экзогенных липидов**

Функции липидов в живых организмах. Важнейшие липиды тканей человека. Резервные липиды и липиды биологических мембран.

Переваривание липидов. Условия, необходимые для переваривания липидов. Желчные кислоты, строение, роль в переваривании липидов и всасывании продуктов расщепления липидов. Панкреатическая липаза и ее активаторы. Расщепление фосфолипидов фосфолипазами А<sub>1</sub>, А<sub>2</sub>, С, D и эфиров холестерина холестеролэстеразой. Конечные продукты гидролиза липидов, их всасывание.

Ресинтез липидов в клетках кишечника. Транспорт липидов по крови, хиломикрон как транспортная форма экзогенных липидов.

### **5.2. Депонирование и мобилизация липидов. Транспорт эндогенных липидов по крови. Обмен холестерина. Биохимия атеросклероза**

Синтез нейтрального жира и фосфолипидов, их функции, общие этапы.

Резервирование и мобилизация жиров в жировой ткани, регуляция этих процессов. Ожирение. Липотропные факторы как лекарственные средства

Транспорт эндогенных липидов в организме. Состав и строение транспортных липопротеиновых комплексов, место их образования. Липопротеинлипаза, ее функции.

Синтез холестерина.  $\beta$ -гидрокси- $\beta$ -метилглутарил-кофермент А как промежуточный продукт в синтезе кетонных тел и холестерина. Гидрокси-метилглутарил-КоА-редуктаза, регуляция ее активности. Ингибиторы гидрокси-метилглутарил-КоА-редуктазы – лекарственные средства, подавляющие биосинтез холестерина.

Прямой и обратный транспорт холестерина. Холестерол как предшественник других стероидов (желчных кислот, гормонов, витамина D<sub>3</sub>).

Гиперхолестеролемиа и ее причины. Желчекаменная болезнь. Биохимия атеросклероза, факторы риска. Биохимические основы лечения и профилактики гиперхолестеролемиа и атеросклероза.

### **5.3. Внутриклеточный обмен жирных кислот. Кетонные тела**

Механизмы активирования жирных кислот. Транспорт жирных кислот в митохондрии, роль карнитина.  $\beta$ -окисление жирных кислот – специфический путь катаболизма жирных кислот (химизм процесса). Ферменты  $\beta$ -окисления. Окисление жирных кислот с четным и нечетным числом углеродных атомов. Связь  $\beta$ -окисления с ферментами тканевого дыхания, энергетический выход окисления жирных кислот.

Синтез высших жирных кислот на полиферментном комплексе – синтазе жирных кислот. Химическое строение полиферментного комплекса. Роль малонил-кофермента А в синтезе жирных кислот, его образование. Роль НАДФН+Н<sup>+</sup> в синтезе жирных кислот, источники его образования. Синтез жирных кислот с более длинной углеродной цепью. Высоконеопредельные жирные кислоты, возможности их синтеза в организме.

Эйкозаноиды. Образование и биологическая роль простагландинов, лейкотриенов и тромбоксанов. Селективные и неселективные нестероидные противовоспалительные средства как ингибиторы выработки эйкозаноидов.

Образование кетонных тел и их роль в организме человека. Механизмы развития кетоза при голодании и сахарном диабете.

## **6. Обмен аминокислот и белков**

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

Азотистый баланс, его состояния. Понятие о коэффициенте изнашивания белков, физиологическом минимуме белка в питании. Нормы белков в питании человека, биологическая ценность белков.

Переваривание белков. Желудочный сок, его характеристика. Роль соляной кислоты в переваривании белков. Ферменты желудочного сока. Механизм активации пепсиногена. Протеолитические ферменты панкреатического и кишечного сока, механизм их активирования, специфичность действия. Основные транспортные системы для всасывания аминокислот. Основные биохимические процессы, протекающие в толстом

кишечнике. Гниение белков, процессы обезвреживания продуктов гниения. Расщепление белков в тканях. Катепсины. Частичный протеолиз белков. Ингибиторы протеолиза белков. Пути использования аминокислот в печени и тканях. Перенос аминокислот через мембраны клеток.

Общая схема источников и путей расходования аминокислот в тканях. Аминокислоты как предшественники биологически важных соединений.

## **6.2. Внутриклеточный обмен аминокислот. Пути превращений безазотистого остатка аминокислот. Обезвреживание аммиака**

Превращения аминокислот по аминогруппе. Трансаминирование аминокислот. Строение и характеристика аминотрансфераз. Коферментная функция витамина В<sub>6</sub>, химизм трансаминирования аминокислот. Биологическое значение реакций трансаминирования аминокислот. Значение определения активности аминотрансфераз в сыворотке крови.

Виды дезаминирования аминокислот. Окислительное дезаминирование аминокислот. Строение и характеристика оксидаз L-аминокислот и D-аминокислот, глутаматдегидрогеназы, химизм окислительного дезаминирования аминокислот. Прямое и непрямое дезаминирование аминокислот. Биологическое значение дезаминирования аминокислот.

Декарбоксилирование аминокислот. Характеристика декарбоксилаз. Образование биогенных аминов, их строение и биологическая роль (триптамин, серотонин, дофамин, гистамин,  $\gamma$ -аминомасляная кислота). Образование катехоламинов. Обезвреживание биогенных аминов. Аминооксидазы: моноаминооксидазы и диаминооксидазы. Лекарственные средства – ингибиторы аминооксидаз. Антигистаминные лекарственные средства.

Аммиак как конечный продукт превращения азотсодержащих соединений, источники его образования. Обезвреживание аммиака в живом организме (местное и общее), его механизмы. Роль глутамин в обезвреживании и транспорте аммиака. Глутамин как донор азота при синтезе ряда органических соединений. Глюкозо-аланиновый цикл. Общее обезвреживание аммиака путем синтеза мочевины, химизм процессов. Связь орнитинового цикла с циклом трикарбоновых кислот, энергетика. Происхождение атомов азота в мочеvine. Мочевина и соли аммония как конечные продукты азотистого обмена. Роль глутаминазы почек в синтезе аммонийных солей, ее активация при ацидозе.

Пути превращений безазотистого остатка аминокислот. Гликогенные и кетогенные аминокислоты. Биосинтез заменимых аминокислот.

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

### **7.1. Обмен нуклеопротеинов**

Распад нуклеопротеинов в желудочно-кишечном тракте. Переваривание нуклеиновых кислот. Нуклеазы пищеварительного тракта и тканей. Распад пуриновых нуклеотидов, образование мочевой кислоты. Синтез пуриновых нуклеотидов. Субстраты синтеза, ключевые ферменты и регуляция синтеза пуриновых нуклеотидов.

Распад пиримидиновых нуклеотидов, конечные продукты этого процесса. Синтез пиримидиновых нуклеотидов: субстраты и ферменты.



Повторное использование нуклеозидов и азотистых оснований для синтеза нуклеотидов. Нарушения обмена нуклеотидов.

## **7.2. Биосинтез нуклеиновых кислот и белков. Современные методы молекулярной биологии**

Репликация: субстраты, ферменты, механизм и биологическое значение. Стадии процесса. ДНК-полимеразы, их функции. Повреждения и репарация ДНК. Модификация ДНК после репликации (метилирование).

Биосинтез РНК (транскрипция), ее механизм и значение. РНК-полимераза. Структурно-функциональная характеристика транскриптона (оперона). Процессинг РНК. Обратимость транскрипции.

Биосинтез белков (трансляция), необходимые компоненты процесса. Роль и-РНК как матрицы для синтеза белков. Генетический код, его свойства. Стадии трансляции. Активация аминокислот, характеристика и роль аминоацил-т-РНК-синтетаз в биосинтезе белков, их специфичность. Роль т-РНК в биосинтезе белков, важнейшие функциональные участки в ее молекуле. Стадии трансляции, регуляция.

Посттрансляционная модификация белков (виды, биологическая роль).

Активаторы и ингибиторы синтеза нуклеиновых кислот и белков, их использование в медицине (уровни ингибирования).

Современные методы молекулярной биологии. Метод полимеразной цепной реакции (ПЦР). Геномная дактилоскопия. Блот-анализ ДНК и РНК. Секвенирование ДНК. Клонирование.

## **8. Биохимия витаминов**

Характеристика питательных веществ (белков, жиров, углеводов) и их пищевая ценность. Незаменимые факторы питания.

История развития учения о витаминах. Классификация, номенклатура, отличительные особенности витаминов как незаменимых компонентов питания. Функции витаминов. Нарушения баланса витаминов, их причины. Источники поступления витаминов. Витамины как внутриклеточные регуляторы метаболизма. Витамины и кишечная микрофлора.

Жирорастворимые витамины. Витамин А (антиксерофтальмический, ретинол), проявления недостаточности и гипервитаминоза. Ретинол, ретиналь, ретиноевая кислота, провитамины и возможность образования из них витамина. Роль  $\beta$ -каротина, источники, потребность, биологическая роль, участие витамина А в фотохимическом акте зрения, витамин А и  $\beta$ -каротин как лекарственные средства. Витамин Е (токоферолы, антистерильный), проявления недостаточности, химическое строение, источники, потребность, биологическая роль. Антиоксидантные комплексы витаминов. Витамин К (филлохиноны, антигеморрагический), проявления недостаточности, химическое строение, источники, потребность, биологическая роль, витамин К-зависимая карбоксилаза и карбоксилирование остатков глутамата, витамин К и дикумароловые антикоагулянты.

Водорастворимые витамины. Витамин С (аскорбиновая кислота, антискорбутный), проявления недостаточности, химическое строение, свойства, источники, потребность, биологические функции. Взаимосвязь в осуществлении

биологических функций витаминов С и Р. Витамин В<sub>1</sub> (тиамин, антинеуритный), проявления недостаточности, химическое строение, свойства, источники, потребность, коферментная форма, биологическая роль. Витамин В<sub>2</sub> (рибофлавин), проявления недостаточности, химическое строение, свойства, источники, потребность, коферментные формы, биологическая роль. Витамин РР (никотиновая кислота, никотинамид, ниацин, антипеллагрический), проявления недостаточности, химическое строение, свойства, источники, потребность, коферментные формы, биологическая роль. Витамин В<sub>6</sub> (пиридоксин, антидерматитный), проявления недостаточности, химическое строение, свойства, источники, потребность, коферментные формы, биологическая роль. Пантотеновая кислота, проявления недостаточности, химическое строение, свойства, источники, потребность, коферментная форма, биологические функции. Витамин Н (биотин, антисеборейный), экспериментальная недостаточность, химическое строение, свойства, источники, потребность, коферментная форма, биологическая роль, примеры реакций карбоксилирования. Фолиевая кислота (витамин В<sub>9</sub>), проявления недостаточности, химическое строение, участие парааминобензойной кислоты в построении фолиевой кислоты, свойства, источники, потребность, возможность депонирования, коферментные формы, биологическая роль. Сульфаниламидные лекарственные средства. Витамин В<sub>12</sub> (кобаламин, антианемический), проявления недостаточности, химическое строение, источники, потребность, причины развития недостаточности, депонирование, коферментные формы. Взаимосвязь функций витамина В<sub>12</sub> и фолиевой кислоты в переносе одноуглеродных радикалов и синтезе важнейших биосоединений.

Витамин F. Роль эссенциальных полиненасыщенных жирных кислот. Витаминоподобные соединения, их роль в организме человека. Доноры метильных групп.

Витамины и коферментные формы как лекарственные средства.

Антивитамины, характеристика, важнейшие представители, их строение, влияние на обмен веществ, использование в медицине.

Методы оценки насыщенности организма витаминами.

## **9. Регуляция обмена веществ. Биохимия гормонов. Интеграция метаболизма**

### **9.1. Гормоны. Общая характеристика, классификация, механизмы действия**

Гормоны и гормоноподобные вещества, их характеристика. Гормоны как дистантные регуляторы клеточного метаболизма. Классификация гормонов по химическому строению: производные аминокислот, белки и пептиды, стероиды. Классификация гормонов по механизму действия. Клетки-мишени и клеточные рецепторы гормонов. Общие механизмы регулирующего влияния гормонов на метаболизм: изменение активности ферментов (активация и ингибирование); изменение количества ферментов в клетке (индукция, или репрессия синтеза белков, изменение скорости разрушения ферментов); изменение свойств клеточных мембран. Механизмы прямой и обратной связи в регуляции образования и действия гормонов. Гормоны, не проникающие в клетку

(белковой и пептидной природы, катехоламины). Посредники в действии этой группы гормонов в клетке: циклические нуклеотиды, ионы кальция, продукты превращения фосфатидилинозитолов, тирозинкиназная активность. Аденилатциклаза и гуанилатциклаза – сигнальные системы клеточных мембран. Механизм передачи гормонального сигнала в клетку, его этапы. Снятие гормонального сигнала. Влияние лекарственных средств на концентрацию циклических нуклеотидов.

Механизм действия гормонов, проникающих в клетку. Локализация рецепторов гормонов. Гормонально-чувствительные отделы ДНК. Строение рецепторов стероидных и тиреоидных гормонов. Стероидные гормоны как регуляторы экспрессии генов. Практическое применение гормонов.

## **9.2. Гормональная регуляция метаболизма**

Гормоны белковой и пептидной природы: гипоталамуса (либерины и статины), гипофиза. Тропные гормоны гипофиза и их значение в регуляции функции периферических желез (соматотропин, кортикотропин, тиротропин, гонадотропины, липотропины), химическая природа, биологические функции. Меланотропин, его функции в организме. Нейрогормоны (окситоцин и вазопрессин), их биологическое действие.

Гормоны поджелудочной железы: инсулин и глюкагон. Биосинтез инсулина. Инсулинчувствительные и инсулиннечувствительные ткани. Биологическое действие инсулина и глюкагона. Сахарный диабет, характеристика нарушений обмена веществ при сахарном диабете. Осложнения сахарного диабета. Препараты инсулина, их применение.

Гормоны мозгового вещества надпочечников (катехоламины), строение и биосинтез, влияние на обмен веществ.

Гормоны стероидной природы. Общая схема биосинтеза стероидных гормонов. Кортикостероиды – глюкокортикоиды и минералокортикоиды. Глюкокортикоиды: строение, регуляция их секреции, влияние на обмен углеводов, липидов, белков. Противовоспалительное и антиаллергическое действие глюкокортикоидов.

Проявления гипofункции коры надпочечников (болезнь Аддисона), гиперфункции коры надпочечников.

Гормоны щитовидной железы. Йодтиронины, строение, биосинтез, связь с тиреотропным гормоном. Биологические функции и механизмы действия йодтиронинов. Основные проявления нарушений функции щитовидной железы, эндемический зоб.

Гормоны как лекарственные средства.

## **9.3. Вода и минеральные вещества. Гормональная регуляция водно-минерального обмена**

Минеральные вещества тканей человека. Вода, ее функции, содержание в живом организме. Деление воды по локализации в организме человека (внутриклеточная, внеклеточная, внутрисосудистая и интерстициальная), по способности к перемещению в организме (свободная, иммобилизованная). Возрастные, органые, половые различия в содержании воды. Суточные

потребность и потери воды. Функции неорганических ионов. Содержание минеральных веществ. Макро- и микроэлементы.

Натрий и калий в организме человека, их поступление, содержание, суточная потребность, биологическая роль. Регуляция электролитного состава и объема внеклеточной жидкости вазопрессином, альдостероном, атриальным натрий-уретическим фактором. Ренин-ангиотензиновая система. Роль ангиотензина II. Ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента как лекарственные средства. Минералокортикоиды, строение, влияние на обмен электролитов.

Кальций и фосфор, их поступление, содержание, суточная потребность, биологические функции в организме человека. Регуляция фосфорно-кальциевого обмена. Гормон паращитовидных желез (паратгормон): строение, роль в регуляции фосфорно-кальциевого обмена. Нарушения функции паращитовидных желез. Гормон щитовидной железы (кальцитонин): строение, биологическая роль. Витамины D (кальциферолы, антирахитический), химическое строение, образование биологически активной формы. механизм действия, биологическая роль кальцитриола. Источники, потребность, проявления недостаточности и гипервитаминоза витамина D.

Роль железа в организме, всасывание, транспорт, внутриклеточный обмен). Роль магния, серы, марганца, кобальта, цинка, селена, йода и фтора в организме.

#### **9.4. Интеграция метаболизма**

Внутриклеточная локализация основных метаболических путей. Метаболические профили основных органов.

Условность разделения метаболизма на отдельные виды обменов. Проявления взаимосвязи обменов белков, углеводов, липидов. Важнейшие связующие метаболиты, их биологическая роль. Возможность взаимного превращения глюкозы, жирных кислот и аминокислот. Единые механизмы регуляции обменов углеводов, липидов и белков. Межорганный метаболизм в состоянии после приема пищи, натошак и при длительном голодании. Основные энергетические субстраты. Роль гормонов.

### **10. Функциональная биохимия**

#### **10.1. Биохимия крови**

Особенности метаболизма клеток крови. Компоненты плазмы крови. Белки и ферменты плазмы крови. Альбумины и глобулины плазмы крови, их характеристика и функции. Гемоглобин: строение, производные, типы. Гемоглобинопатии. Синтез гема и гемоглобина, регуляция. Биохимические показатели крови, их использование. Кровь как источник лекарственных средств.

Гемостаз: свертывающая и противосвертывающая системы крови.

Активаторы пламиногена и протеолитические ферменты как тромболитические лекарственные средства.

#### **10.2. Биохимия печени**

Функции печени в организме человека. Роль печени в обмене углеводов, липидов, белков и аминокислот, витаминов, минеральных веществ.

Обезвреживающая функция печени. Роль микросомального окисления в обезвреживании ксенобиотиков. Цитохром Р-450-гидроксилазный цикл.

Распад гема, обмен билирубина. Типы желтух.

### **11. Фармацевтическая биохимия. Фармакокинетика лекарственных средств. Биотрансформация ксенобиотиков**

Фармацевтическая биохимия. Биохимия и фармация. Биогенные и синтетические лекарственные средства. Использование биохимических методов в стандартизации и контроле качества лекарственных средств. Использование ферментов в анализе и синтезе лекарственных средств.

Транспорт лекарственных средств через мембраны клеток при различных способах их введения в организм человека.

Транспорт лекарственных средств кровью. Специфические и неспецифические транспортные системы крови. Взаимодействие лекарственных средств с клеточными рецепторами в тканях.

Биохимические основы индивидуальной variability метаболизма лекарственных средств.

Биотрансформация ксенобиотиков и лекарственных средств, фазы метаболизма. Изменения активности и токсичности ксенобиотиков и лекарственных средств в процессе метаболизма: появление токсичности, усиление токсичности, появление активности, усиление активности, изменение активности и полная инактивация. Локализация и виды ферментных превращений ксенобиотиков и лекарственных средств: реакции первой фазы биотрансформации окисления микросомальными ферментами (ароматическое и ациклическое окисление, О-дезалкилирование и N-дезалкилирование, дезаминирование, сульфоокисление), восстановления, гидролиза; реакции метаболизма ксенобиотиков немикросомальными ферментами. Реакции второй фазы биотрансформации ксенобиотиков: конъюгации (с глюкуроновой кислотой, серной кислотой, с аминокислотами, глутатионом), тиосульфатная, метилирование, ацетилирование.

Выведение ксенобиотиков из организма человека, виды и способы выведения. Факторы, влияющие на метаболизм лекарственных средств: генетические, физиологические и внешней среды. Влияние алкоголя и никотина на метаболизм лекарственных средств.

# УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

## МОДУЛЯ «ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА»

(ОЧНАЯ ФОРМА ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ)

№ п/п	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов		УСР	Литература	Практический навык	Формы контроля	
		лекций	лабораторных				ПРАКТИЧЕСКОГО НАВЫКА	текущей / промежуточной аттестации
<b>4 семестр</b>								
	<b>Лекции</b>	<b>9</b>	<b>-</b>	<b>3</b>	<b>-</b>			
1.	Введение в учебную дисциплину «Биологическая химия». Структура и функции белков	-	-	1,5	-			
1.2.	Структурная организация белков и основы их функционирования	-	-	1,5	1, 2, 3			Электронные тесты
2.	<b>Ферменты</b>	<b>1,5</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>			
2.2.	Регуляция активности ферментов. Медицинская энзимология	1,5	-	-	1, 2, 3			
3.	<b>Введение в метаболизм. Биологическое окисление. Центральные пути метаболизма</b>	<b>3</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>			
3.1.	Введение в метаболизм и энергетический обмен. Центральные пути метаболизма	1,5	-	-	1, 2, 3			
3.2.	Биологическое окисление.	1,5	-	-	1, 2, 3			
4.	<b>Обмен и функции углеводов</b>	<b>1,5</b>	<b>-</b>	<b>1,5</b>	<b>-</b>			

4.1.	Углеводы. Переваривание углеводов. Обмен гликогена. Анаэробное окисление глюкозы	-	-	1,5	1, 2, 3			Электронные тесты
4.2.	Углеводы. Пути метаболизма глюкозы в организме. Аэробное окисление глюкозы. Метаболизм пирувата. Глюконеогенез	1,5	-	-	1, 2, 3			
<b>5.</b>	<b>Обмен и функций липидов</b>	<b>3</b>	-	-	-			
5.2.	Липиды. Обмен холестерина. Транспорт липидов кровью	1,5	-	-	1, 2, 3			
5.3.	Внутриклеточный обмен жирных кислот. Метаболизм кетоновых тел	1,5	-	-	1, 2, 3			
	<b>Лабораторные занятия</b>	-	<b>54</b>	-	-			
<b>1.</b>	<b>Введение в учебную дисциплину «Биологическая химия». Структура и функции белков</b>	-	<b>9</b>	-	-			
1.1.	Введение в биохимию. Строение аминокислот и пептидов. Количественное определение содержания белка в биологических жидкостях. Л.р. Количественное определение содержания белка в биологических жидкостях	-	3	-	1, 2, 3	Количественное определение белка в сыворотке крови	Отчет по лабораторной работе	Собеседование, опрос, тесты, электронные тесты
1.2.	Структурная организация белков и основы их функционирования. Л.р. Реакции осаждения белков	-	3	-	1, 2, 3			Собеседование, опрос, тесты, электронные тесты
1.3.	Физико-химические свойства белков. Методы разделения, выделения и очистки белков. Л.р. Колоночная гель-фильтрация	-	3	-	1, 2, 3			Собеседование, опрос, тесты, электронные тесты
<b>2.</b>	<b>Ферменты</b>	-	<b>9</b>	-	-			
2.1.	Ферменты. Кинетика ферментативных реакций. Влияние различных факторов на скорость ферментативных реакций. Специфичность ферментов.	-	3	-	1, 2, 3			Собеседование, опрос, тесты, электронные тесты

	Л.р. Изучение влияния различных факторов на скорость ферментативных реакций												
2.2.	Регуляция активности ферментов. Медицинская энзимология Л.р. Количественное определение активности ферментов	-	3	-	1, 2, 3								Собеседование, опрос, тесты, электронные тесты
	Итоговое занятие по разделам: Введение в учебную дисциплину «Биологическая химия», «Структура и функции белков», «Ферменты»	-	3	-	1, 2, 3								Коллоквиум*
<b>3.</b>	<b>Введение в метаболизм. Биологическое окисление. Центральные пути метаболизма</b>	-	<b>6</b>	-	-								
3.1.	Введение в метаболизм и энергетический обмен. Центральные пути метаболизма Л.р. Изучение функционирования цикла Кребса	-	3	-	1, 2, 3								Собеседование, опрос, тесты, электронные тесты
3.2.	Биологическое окисление. Л.р. Изучение реакций окислительного фосфорилирования. Обнаружение оксидоредуктаз	-	3	-	1, 2, 3								Собеседование, опрос, тесты, электронные тесты
<b>4.</b>	<b>Обмен и функции углеводов</b>	-	<b>12</b>	-	-								
4.1.	Углеводы. Переваривание углеводов. Обмен гликогена. Анаэробное окисление глюкозы. Л.р. Обнаружение продуктов спиртового брожения	-	3	-	1, 2, 3								Собеседование, опрос, тесты, электронные тесты
4.2.	Аэробное окисление глюкозы. Метаболизм пирувата. Глюконеогенез. Метаболизм экзогенного этанола. Л.р. Количественное определение ПВК в моче	-	3	-	1, 2, 3	Количественное определение ПВК в моче	Отчет по лабораторной работе						Собеседование, опрос, тесты, электронные тесты
4.3.	Вторичные пути обмена глюкозы. Регуляция уровня глюкозы в крови. Нарушения обмена углеводов.	-	3	-	1, 2, 3	Количественное определение глюкозы в крови	Отчет по лабораторной работе						Собеседование, опрос, тесты, электронные тесты



	Л.р. Определение концентрации глюкозы в крови ферментативным методом											Коллоквиум*
	Итоговое занятие по разделам «Введение в метаболизм. Биологическое окисление. Центральные пути метаболизма», «Обмен и функции углеводов»	-	3	-	1, 2, 3							
<b>5.</b>	<b>Обмен и функции липидов</b>	-	<b>18</b>	-	-							
5.1.	Классификация и функции липидов. Переваривание и всасывание липидов. Транспорт экзогенных липидов Л.р. Кинетика действия панкреатической липазы	-	3	-	1, 2, 3							Собеседование, опрос, тесты, электронные тесты
5.2.	Делонирование и мобилизация липидов. Обмен холестерина. Транспорт липидов кровью. Л.р. Количественное определение $\beta$ -липопротеинов	-	3	-	1, 2, 3							Собеседование, опрос, тесты, электронные тесты
5.3.	Внутриклеточный обмен жирных кислот. Кетоновые тела. Нарушения обмена липидов Л.р. Определение концентрации холестерина в сыворотке крови ферментативным методом	-	3	-	1, 2, 3					Количественное определение холестерина в сыворотке крови	Отчет по лабораторной работе	Собеседование, опрос, тесты, электронные тесты
	Итоговое занятие по разделу «Обмен и функции липидов»	-	3	-	1, 2, 3							Коллоквиум*
	Контроль практических навыков биохимического анализа: количественное определение белка и глюкозы в сыворотке крови	-	3	-	1, 2, 3					Количественное определение белка в сыворотке крови. Количественное определение глюкозы в сыворотке крови	Отчет по лабораторной работе с его устной защитой*	
	Итоговое занятие по разделам «Структура и функции белков», «Ферменты», «Биологическое окисление. Центральные	-	3	-	1, 2, 3							Зачет

пути метаболизма», «Обмен и функции углеводов»							
5 семестр							
Лекции		9	-	6	-		
<b>6. Обмен аминокислот и белков</b>		1,5	-	-	-		
6.2. Внутриклеточный обмен аминокислот. Обезвреживание аммиака		1,5	-	-	1, 2, 3		
<b>7. Обмен нуклеотидов. Строение и синтез нуклеиновых кислот. Биосинтез белков. Методы молекулярной биологии</b>		3	-	-	-		
7.1. Обмен нуклеотидов		1,5	-	-	1, 2, 3		
7.2. Биосинтез нуклеиновых кислот и белков. Современные методы молекулярной биологии		1,5	-	-	1, 2, 3		
<b>8. Биохимия витаминов</b>		-	-	1,5	1, 2, 3		Электронные тесты
<b>9. Регуляция обмена веществ. Биохимия гормонов. Интеграция метаболизма</b>		3	-	3	-		
9.1. Гормоны. Общая характеристика, классификация, механизмы действия		1,5	-	-	1, 2, 3		
9.2. Гормональная регуляция метаболизма		1,5	-	-	1, 2, 3		
9.3. Вода и минеральные вещества. Гормональная регуляция водно-минерального обмена		-	-	1,5	1, 2, 3		Электронные тесты
9.4. Интеграция метаболизма		-	-	1,5	1, 2, 3		Электронные тесты
<b>10. Функциональная биохимия</b>		-	-	1,5	-		
10.1. Биохимия крови		-	-	1,5	1, 2, 3		Электронные тесты
<b>11. Фармацевтическая биохимия. Фармакокинетика лекарственных средств. Биотрансформация ксенобиотиков</b>		1,5	-	-	1, 2, 3		

Лабораторные занятия		51	-	-	-	-	-
<b>6.</b>	<b>Обмен аминокислот и белков</b>	<b>6</b>	-	-	-	-	
6.1.	Азотистый баланс. Переваривание белков. Пути использования аминокислот в клетке Л.р. Анализ желудочного сока	3	-	-	1, 2, 3	Определение кислотности желудочного сока	Отчет по лабораторной работе
6.2.	Внутриклеточный обмен аминокислот. Пути превращений безазотистого остатка аминокислот. Обезвреживание аммиака. Л.р. Количественное определение остаточного азота крови и мочевины в моче	3	-	-	1, 2, 3	Количественное определение мочевины в моче	Отчет по лабораторной работе
<b>7.</b>	<b>Обмен нуклеопротеинов. Строение и синтез нуклеиновых кислот. Биосинтез белков. Методы молекулярной биологии</b>	<b>9</b>	-	-	-		
7.1.	Обмен нуклеопротеинов Л.р. Определение содержания мочевой кислоты и общего азота в моче	3	-	-	1, 2, 3		Собеседование, опрос, тесты, электронные тесты
7.2.	Биосинтез нуклеиновых кислот и белков. Современные методы молекулярной биологии Л.р. Анализ продуктов гидролиза нуклеопротеинов	3	-	-	1, 2, 3		Собеседование, опрос, тесты, электронные тесты
	Итоговое занятие по разделам «Обмен аминокислот и белков», «Обмен нуклеопротеинов. Строение и синтез нуклеиновых кислот. Биосинтез белков. Методы молекулярной биологии»	3	-	-	1, 2, 3		Коллоквиум*
<b>9.</b>	<b>Регуляция обмена веществ. Биохимия гормонов. Интеграция метаболизма</b>	<b>6</b>	-	-	-		
9.1.	Гормоны. Общая характеристика, классификация, механизмы действия. Л.р. Качественные реакции на гормоны	3	-	-	1, 2, 3		Собеседование, опрос, тесты, электронные тесты
9.2.	Гормональная регуляция метаболизма Л.р. Тест на толерантность к глюкозе	3	-	-	1, 2, 3		Собеседование, опрос, тесты,

									электронные тесты
<b>10.</b>	<b>Функциональная биохимия</b>								
10.2.	Биохимия печени. Л.р. Исследование коллоидной устойчивости белков сыворотки крови и определение содержания общего билирубина в сыворотке крови	-	3	-	-	1, 2, 3	Количественное определение билирубина в сыворотке крови	Отчет по лабораторной работе	Собеседование, опрос, тесты, электронные тесты
<b>9.</b>	<b>Регуляция обмена веществ. Биохимия гормонов. Интеграция метаболизма</b>								
9.4.	Интеграция метаболизма Л.р. Изучение влияния гормонов на уровень глюкозы в крови	-	6	-	-	1, 2, 3			Собеседование, опрос, тесты, электронные тесты
	Итоговое занятие по разделу «Регуляция обмена веществ. Биохимия гормонов. Интеграция метаболизма», теме «Биохимия печени»	-	3	-	-	1, 2, 3			Коллоквиум*
<b>10.</b>	<b>Функциональная биохимия</b>								
10.1.	Биохимия крови	-	6	-	-				
	Биохимия крови. Физико-химические свойства крови. Белки плазмы крови. Л.р. Разделение белков сыворотки крови методом электрофореза на ацетицеллюлозе	-	6	-	-				Собеседование, опрос, тесты, электронные тесты
	Система гемостаза. Л.р. Определение содержания кальция и хлоридов в плазме крови	-	3	-	-	1, 2, 3	Количественное определение кальция в крови	Отчет по лабораторной работе	Собеседование, опрос, тесты, электронные тесты
<b>8.</b>	<b>Биохимия витаминов</b>								
	Л.р. Качественные реакции на витамины. Определение содержания витамина С в лекарственных растениях и моче	-	3	-	-	1, 2, 3	Определение витамина С в моче	Отчет по лабораторной работе	Собеседование, опрос, тесты, электронные тесты
<b>11.</b>	<b>Фармацевтическая фармакокинетика</b>								
	биохимия. лекарственных	-	12	-	-				

средств. ксенобиотиков	Биотрансформация									
Фармацевтическая биохимия. Биотрансформация ксенобиотиков и выведение их из организма. Л.р. Определение ацетилсалициловой кислоты, парацетамола, диклофенака и тетрациклина в моче в моче		-	3	-	1, 2, 3	Обнаружение ацетилсалициловой кислоты, парацетамола, диклофенака и тетрациклина в моче	Отчет по лабораторной работе	Собеседование, опрос, тесты, электронные тесты		
Итоговое занятие по разделам «Биохимия витаминов», «Фармацевтическая биохимия. Фармакокинетика лекарственных средств. Биотрансформация ксенобиотиков», темам «Вода и минеральные вещества. Гормональная регуляция водно-минерального обмена», «Биохимия крови»		-	3	-	1, 2, 3			Коллоквиум*		
Контроль практических навыков биохимического анализа: определение кислотности желудочного сока; обнаружение ацетилсалициловой кислоты, парацетамола, диклофенака и тетрациклина в моче		-	3	-	1, 2, 3	Определение кислотности желудочного сока. Обнаружение ацетилсалициловой кислоты, парацетамола, диклофенака и тетрациклина в моче	Отчет по лабораторной работе с его устной защитой*			
Итоговое занятие по разделам «Обмен аминокислот и белков», «Обмен нуклеопротеинов. Строение и синтез нуклеиновых кислот. Биосинтез белков. Методы молекулярной биологии», «Биохимия витаминов», «Регуляция обмена веществ. Биохимия гормонов. Интеграция метаболизма», «Функциональная биохимия», «Фармацевтическая биохимия. Фармакокинетика лекарственных средств. Биотрансформация ксенобиотиков»		-	3	-	1, 2, 3			Собеседование, опрос		
<b>Всего часов по учебной дисциплине</b>	<b>18</b>	<b>105</b>	<b>9</b>	<b>-</b>	<b>-</b>			<b>Экзамен</b>		

# УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

## МОДУЛЯ «ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА»

### (ЗАОЧНАЯ ФОРМА ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ)

№ п/п	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов		УСР	Самостоятельная работа студента	Литература	Практический навык	Формы контроля	
		лекций	лабораторных					практического навыка	текущей / промежуточной аттестации
<b>3 семестр</b>									
	<b>Лекции</b>	<b>3</b>	-	<b>3</b>	<b>22</b>	-			
<b>1.</b>	<b>Введение в учебную дисциплину «Биологическая химия». Структура и функции белков</b>	-	-	-	<b>3</b>	-			
1.1.	Введение в биохимию. Строение аминокислот и пептидов. Количественное определение содержания белка в биологических жидкостях	-	-	-	1	1, 2, 3			
1.2.	Структурная организация белков и основы их функционирования	-	-	-	1	1, 2, 3			
1.3.	Физико-химические свойства белков. Методы разделения, выделения и очистки белков	-	-	-	1	1, 2, 3			
<b>2.</b>	<b>Ферменты</b>	-	-	<b>1,5</b>	<b>2</b>	-			
2.1.	Ферменты. Кинетика ферментативных реакций. Влияние различных факторов на	-	-	1,5	1	1, 2, 3			Электронные тесты



7.	Обмен нуклепротеинов. Строение и синтез нуклеиновых кислот. Биосинтез белков. Методы молекулярной биологии	-	-	-	-	2	-		
7.1.	Обмен нуклепротеинов	-	-	-	-	1	1, 2, 3		
7.2.	Биосинтез нуклеиновых кислот и белков. Современные методы молекулярной биологии	-	-	-	-	1	1, 2, 3		
8.	Биохимия витаминов	-	-	-	-	1	1, 2, 3		
9.	Регуляция обмена веществ. Биохимия гормонов. Интеграция метаболизма	-	-	-	-	4	-		
9.1.	Гормоны. Общая характеристика, классификация, механизмы действия	-	-	-	-	1	1, 2, 3		
9.2.	Гормональная регуляция метаболизма	-	-	-	-	1	1, 2, 3		
9.3.	Вода и минеральные вещества. Гормональная регуляция водно-минерального обмена	-	-	-	-	1	1, 2, 3		
9.4.	Интеграция метаболизма	-	-	-	-	1	1, 2, 3		
10.	Функциональная биохимия	-	-	-	1,5	-	-		
10.2.	Биохимия печени	-	-	-	1,5	-	1, 2, 3		Электронные тесты
11.	Фармацевтическая биохимия. Фармакокинетика лекарственных средств. Биотрансформация ксенобиотиков	1,5	-	-	-	2	1, 2, 3		
4 семестр									
Лабораторные занятия		-	9	-	-	78	-		
3.	Введение в метаболизм. Биологическое окисление. Центральные пути метаболизма	-	3	-	-	28	-		
3.1.	Введение в метаболизм и энергетический обмен. Центральные пути метаболизма	-	-	-	-	14	1, 2, 3		



3.2.	Биологическое окисление. Л.р. Изучение реакций окислительного фосфорилирования. Обнаружение оксидоредуктаз	-	3	-	14	1, 2, 3			Собеседование, опрос, тесты
<b>4.</b>	<b>Обмен и функции углеводов</b>	-	<b>3</b>	-	<b>27</b>	-			
4.1.	Углеводы. Переваривание углеводов. Обмен гликогена. Анаэробное окисление глюкозы	-	-	-	10	-			
4.2.	Аэробное окисление глюкозы. Метаболизм пирувата. Глюконеогенез. Метаболизм экзогенного этанола. Л.р. Количественное определение ПВК в моче	-	3	-	10	1, 2, 3	Количественное определение глюкозы в крови	Отчет по лабораторной работе с его устной защитой*	Собеседование, опрос, тесты
4.3.	Вторичные пути обмена глюкозы. Регуляция уровня глюкозы в крови. Нарушения обмена углеводов	-	-	-	7	-			
<b>5.</b>	<b>Обмен и функции липидов</b>	-	<b>3</b>	-	<b>23</b>	-			
5.1.	Классификация и функции липидов. Переваривание и всасывание липидов. Транспорт экзогенных липидов	-	-	-	7	-			
5.2.	Депонирование и мобилизация липидов. Обмен холестерина. Транспорт липидов кровью. Л.р. Определение концентрации холестерина в сыворотке крови ферментативным методом	-	3	-	8	1, 2, 3	Количественное определение холестерина в сыворотке крови	Отчет по лабораторной работе	Собеседование, опрос, тесты. Зачет
5.3.	Внутриклеточный обмен жирных кислот. Кетоновые тела. Нарушения обмена липидов	-	-	-	8	-			
<b>5 семестр</b>									
	<b>Лабораторные занятия</b>	-	<b>12</b>	-	<b>78</b>	-			
<b>6.</b>	<b>Обмен аминокислот и белков</b>	-	<b>3</b>	-	<b>10</b>	-			
6.1.	Азотистый баланс. Переваривание белков. Пути использования аминокислот в клетке	-	-	-	5	-			

Фармацевтическая биохимия. Биотрансформация ксенобиотиков и выведение их из организма. Л.р. Определение ацетилсалициловой кислоты, парацетамола, диклофенака и тетрациклина в моче в моче	-	3	-	13	1, 2, 3	Обнаружение ацетилсалициловой кислоты, парацетамола, диклофенака и тетрациклина в моче	Отчет по лабораторной работе с его устной защитой*	Собеседование, опрос, тесты
<b>Всего часов по учебной дисциплине</b>	<b>3</b>	<b>21</b>	<b>3</b>	<b>178</b>	<b>-</b>			<b>Экзамен</b>

\* является обязательной формой текущей аттестации

										Определение кислотности желудочного сока	Отчет по лабораторной работе с его устной защитой*	Собеседование, опрос, тесты
6.2.	Внутриклеточный обмен аминокислот. Пути превращений безазотистого остатка аминокислот. Обезвреживание аммиака. Л.р. Анализ желудочного сока	-	3	-	5	1, 2, 3						
7.	<b>Обмен нуклеопротеинов. Строение и синтез нуклеиновых кислот. Биосинтез белков. Методы молекулярной биологии</b>	-	3	-	21	-						
7.1.	Обмен нуклеопротеинов	-	-	-	10	-						
7.2.	Биосинтез нуклеиновых кислот и белков. Современные методы молекулярной биологии Л.р. Анализ продуктов гидролиза нуклеопротеинов	-	3	-	11	1, 2, 3						Собеседование, опрос, тесты
8.	<b>Биохимия витаминов</b>	-	-	-	8	-						
9.	<b>Регуляция обмена веществ. Биохимия гормонов. Интеграция метаболизма</b>	-	3	-	16	-						
9.1.	Гормоны. Общая характеристика, классификация, механизмы действия. Л.р. Качественные реакции на гормоны	-	3	-	4	1, 2, 3						Собеседование, опрос, тесты
9.2.	Гормональная регуляция метаболизма	-	-	-	4	-						
9.3.	Вода и минеральные вещества. Гормональная регуляция водно-минерального обмена	-	-	-	4	-						
9.4.	Интеграция метаболизма	-	-	-	4	-						
10.	<b>Функциональная биохимия</b>	-	-	-	10	-						
10.1.	Биохимия крови	-	-	-	5	-						
10.2.	Биохимия печени	-	-	-	5	1, 2, 3						Собеседование, опрос, тесты
11.	<b>Фармацевтическая биохимия. Фармакокинетика лекарственных средств. Биотрансформация ксенобиотиков</b>	-	3	-	13	-						

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### ЛИТЕРАТУРА

#### **Основная:**

1. Таганович, А. Д. Фармацевтическая биохимия : учеб. пособие для студентов учреждений высш. образования по специальности «Фармация» / А. Д. Таганович, Е. А. Девина, Э. И. Олецкий ; под общ. ред. А. Д. Тагановича. – Минск : Новое знание, 2019. – 662 с.: ил.

#### **Дополнительная:**

2. Биохимия : учебник / Л. В. Авдеева [и др.]; под редакцией Е. С. Северина. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015.– 759 с.

#### **Электронный учебно-методический комплекс:**

3. <https://etest.bsmu.by/course/index.php?categoryid=1>

### 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;
- изучение тем (вопросов), вынесенных на самостоятельное изучение;
- решение ситуационных задач;
- выполнение исследовательских и творческих заданий;
- подготовку тематических докладов, рефератов, презентаций;
- конспектирование учебной литературы.

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

#### **ОСНОВНАЯ ФОРМА ОРГАНИЗАЦИИ УПРАВЛЯЕМОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ:**

компьютерное тестирование.

#### **ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ ТЕКУЩЕЙ АТТЕСТАЦИИ**

Для диагностики компетенций используются следующие формы текущей аттестации:

- тест;
- электронный тест;
- коллоквиум;
- опрос;
- отчет по лабораторной работе;
- собеседование.

### ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ

Линейный (традиционный) метод;  
 активные (интерактивные) методы;  
 проблемно-ориентированное обучение PBL (Problem-Based Learning).

### ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ НАВЫКОВ

Наименование практического навыка	Форма контроля практического навыка		
Количественное определение белка в сыворотке крови	отчет	по	лабораторной работе
Количественное определение ПВК в моче	отчет	по	лабораторной работе
Количественное определение глюкозы в крови	отчет	по	лабораторной работе
Количественное определение холестерина в сыворотке крови	отчет	по	лабораторной работе
Определение кислотности желудочного сока	отчет	по	лабораторной работе
Количественное определение мочевины в моче	отчет	по	лабораторной работе
Количественное определение билирубина в сыворотке крови	отчет	по	лабораторной работе
Количественное определение кальция в крови	отчет	по	лабораторной работе
Определение витамина С в моче	отчет	по	лабораторной работе
Обнаружение ацетилсалициловой кислоты, парацетамола, диклофенака и тетрациклина в моче	отчет	по	лабораторной работе

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1. Фармацевтическая биотехнология	Кафедра фармацевтической технологии с курсом повышения квалификации и переподготовки	Нет	Протокол № 2 от 25.09.2024
2. Фармацевтическая химия	Кафедра фармацевтической химии с курсом повышения квалификации и переподготовки	Нет	Протокол № 2 от 25.09.2024
3. Фармакология	Кафедра фармакологии	Нет	Протокол № 2 от 25.09.2024

## СОСТАВИТЕЛИ:

Заведующий кафедрой биологической химии  
учреждения образования «Белорусский  
государственный медицинский  
университет», доктор медицинских наук,  
профессор



А.Д.Таганович

Доцент кафедры биологической химии  
учреждения образования «Белорусский  
государственный медицинский  
университет», кандидат медицинских наук,  
доцент



Ж.А.Рутковская

Оформление учебной программы и сопроводительных документов  
соответствует установленным требованиям.

Начальник Управления образовательной  
деятельности учреждения образования  
«Белорусский государственный  
медицинский университет»

20.11. 2024



И.Л.Котович

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

20.11. 2024



Н.А. Кукашинова