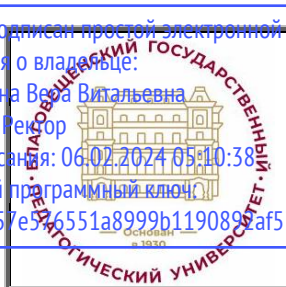
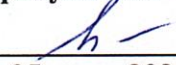


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Щёкина Вера Витальевна  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 06.02.2024 05:10:38  
Уникальный программный ключ:  
a2232a55157e576551a8999b1190897af58989420420336ffbf577a434e57789

	<b>МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ</b>
	<b>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Благовещенский государственный педагогический университет»</b>
<b>ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА</b> Рабочая программа дисциплины	

**УТВЕРЖДАЮ**

**Декан естественно-географического  
факультета ФГБОУ ВО «БГПУ»**

 **И.А. Трофимцова**  
«25» мая 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины  
БИОХИМИЯ**

**Направление подготовки  
44.03.05 ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ  
(с двумя профилями подготовки)**

**Профиль  
«БИОЛОГИЯ»**

**Профиль  
«ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА»**

**Уровень высшего образования  
БАКАЛАВРИАТ**

**Принята на заседании кафедры химии  
(протокол № 8 от «25» мая 2022 г.)**

**Благовещенск 2022**

**СОДЕРЖАНИЕ**

<b>1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА .....</b>	<b>3</b>
<b>2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ .....</b>	<b>3</b>
<b>3 СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ (ТЕМ) .....</b>	<b>4</b>
<b>4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>4</b>
<b>5 ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>13</b>
<b>6 ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ (САМОКОНТРОЛЯ) УСВОЕННОГО МАТЕРИАЛА.....</b>	<b>24</b>
<b>7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ .....</b>	<b>31</b>
<b>8 ОСОБЕННОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ .....</b>	<b>33</b>
<b>9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ .....</b>	<b>33</b>
<b>10 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА .....</b>	<b>33</b>
<b>11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ .....</b>	<b>35</b>

## 1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

**1.1 Цель дисциплины:** изучить законы жизнедеятельности организмов на молекулярном уровне, устанавливая биохимические процессы, необходимые для эффективного управления процессами тренировки.

### 1.2 Место дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Биохимия» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений, предметного модуля по профилю «Биология» блока Б1 (Б1.В.01.02). Содержание дисциплины базируется на знаниях химии, цитологии, изученных в общеобразовательной школе и на предыдущих курсах. Материал дисциплины широко используется при изучении дисциплин «Физиология животных и человека», «Физиология растений», «Цитогенетика», «Генетика».

### 1.3 Дисциплина направлена на формирование компетенции: ПК-2:

- ПК-2. Способен осуществлять педагогическую деятельность по профильным предметам (дисциплинам, модулям) в рамках программ основного общего и среднего общего образования, **индикаторами** достижения которой являются:

- ПК-2.1 Применяет основы теории фундаментальных и прикладных разделов биологии (ботаники, зоологии, микробиологии, генетики, биологии развития, анатомии человека, физиологии растений и животных, общей экологии, теории эволюции) для решения теоретических и практических задач;

- ПК-2.2 Применяет основы теории фундаментальных и прикладных разделов естественнонаучных дисциплин (химии, физики, географии) для понимания и объяснения биологических явлений и процессов.

**1.4 Перечень планируемых результатов обучения.** В результате изучения дисциплины студент должен

- **знать:**

- биологическую природу и целостность организма человека.

- **уметь:**

- планировать физические нагрузки с учетом возрастных особенностей учащихся;
- формировать физическую активность детей и взрослых, здоровый стиль жизни на основе потребности заниматься физическими упражнениями

- **владеть:**

- практическими навыками для проведения экспериментальных научно-исследовательских работ с биологическими объектами.

**1.5 Общая трудоемкость дисциплины «Биохимия»** составляет 3 зачетных единицы (далее – ЗЕ) (108 часов).

Программа предусматривает изучение материала на лекциях и лабораторных работах. Предусмотрена самостоятельная работа студентов по темам и разделам. Проверка знаний осуществляется фронтально, индивидуально.

### 1.6 Объем дисциплины и виды учебной деятельности

#### Объем дисциплины и виды учебной деятельности (очная форма обучения)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр 7
Общая трудоемкость	108	108
Аудиторные занятия	20	20
Лекции	8	8
Практические занятия	12	12
Самостоятельная работа	84	84
Вид итогового контроля	4	зачёт

## 2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

### 2.1 Очная форма обучения

## Учебно-тематический план

№	Наименование тем (разделов)	Всего часов	Аудиторные занятия		Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	
1.	<b>Введение.</b> Предмет и задача биохимии. Роль отечественных и зарубежных ученых в развитии биохимии. Методы биохимических исследований. Клетка – элементарная единица живого.	8			8
	<b>Раздел 1 Биомолекулы</b>	<b>50</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>40</b>
2.	Тема 1.1 Химический состав организмов. <b>Лаб. раб. 1:</b> Углеводы и липиды в продуктах питания.	13	1	2	10
3.	Тема 1.2 Белки. <b>Лаб. раб. 2:</b> Белки	13	1	2	10
4.	Тема 1.3 Нуклеиновые кислоты.	11	1		10
5.	Тема 1.4 Биологически активные вещества. <b>Лаб. раб. 3:</b> Биологически активные вещества	13	1	2	10
	<b>Раздел 2 Биоэнергетика и метаболизм</b>	<b>46</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>36</b>
6.	Тема 2.1 Общие понятия об обмене веществ и энергии в организме. Макроэргические соединения. <b>Лаб. раб. 4:</b> Анализ АТФ	9	1	2	6
7.	Тема 2.2 Биологическое окисление.	10	2		8
8.	Тема 2.3 Водный и минеральный обмен. Обмен углеводов. <b>Лаб. раб. 5:</b> Обмен углеводов. Гидролиз крахмала амилазой слюны. Спиртовое брожение глюкозы.	11	1	2	8
9.	Тема 2.4 Обмен липидов и белков. <b>Лаб. раб. 6:</b> Гидролиз жира и белка в ЖКТ	10		2	8
10.	Тема 2.5 Взаимосвязь обмена белков, нуклеиновых кислот, углеводов и липидов.	6			6
11.	<b>Зачёт</b>	<b>4</b>			
12.	<b>ИТОГО</b>	<b>108</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>84</b>

## Интерактивное обучение по дисциплине

№	Наименование тем (разделов)	Вид занятия	Форма интерактивного занятия	Кол-во часов
1.	Тема 1.1 Химический состав организма	ПР	Работа в малых группах	6
2.	Тема 2.2 Биологическое окисление	ЛК	Лекция-дискуссия	2
	<b>ИТОГО</b>			<b>8</b>

## 3 СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ (ТЕМ)

## ВВЕДЕНИЕ

Биохимия – наука о качественном составе, количественном содержании и преобразованиях в процессе жизнедеятельности соединений, образующих живую материю, отличительные особенности живой материи. История развития биохимии. Роль отечественных ученых в развитии биохимии.

Статистическая, динамическая и функциональная биохимия, ее предмет и задачи. Методы биохимических исследований и их характеристика. Использование в биохимии современных физико-химических методов анализа.

Клетка – элементарная единица живого

Современные представления о химическом составе и структуре клетки. Основное вещество цитоплазмы – гиалоплазма – внутренняя среда клетки.

Мембраны клетки и их функции. Молекулярная организация мембран: модель трехслойной липопротеидной мембраны, мозаично-жидкостная (динамическая) модель.

Эндоплазматическая сеть, ее строение и функции (синтез полисахаридов и липидов, накопление и транспорт этих веществ, изоляция и нейтрализация веществ, поступающих в клетку, участие в синтезе белков).

Роль комплекса Гольджи в синтезе веществ, образовании лизосом и формировании плазматической мембраны. Химическая организация лизосом и их участие во внутриклеточном переваривании пищи.

Строение рибосом, их химическая организация и участие в биосинтезе белков.

Митохондрии и их характеристика (размеры, форма, количество, локализация в клетке). Ультраструктурная организация митохондрий: наружная и внутренняя мембраны, кристы, матрикс. Функции митохондрий.

Типы пластид клеток растений: хлоропласты, хромопласты, лейкопласты, пропластиды и их функции. Ультраструктура хлоропластов: наружная и внутренняя мембраны, грани, межгранные пластины (мембраны), матрикс хлоропластов. Строение микротрубочек, их химический состав и функции в клетке.

Строение и функции клеточного центра. Клеточное ядро (размеры, форма) и его химический состав. Значение ядра в жизнедеятельности клетки. Основные структурные компоненты ядра: ядерная оболочка, ядерный сок, хромосомы (хроматин), ядрышко.

## **Раздел 1. БИОМОЛЕКУЛЫ**

**Тема 1.1 Химический состав организмов.** Постоянно и иногда встречающиеся элементы в составе живой материи. Понятие о макро-, микро- и ультрамикроразделах. Их содержание в живых организмах и биологическая роль. Закономерности распространения элементов в живой природе. Зависимость между биологической ролью элементов и их положением в периодической системе Д.И. Менделеева. Потребность организмов в химических элементах.

Характеристика основных классов химических соединений, входящих в состав живой материи. Содержание и распределение воды в организме и клетке. Состояние воды в тканях. Ее биологическая роль. Содержание белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов, минеральных веществ и других соединений в организме (в %). Пластические и энергетические вещества. Биоактивные соединения и их место и роль в живой природе. Биоконплексы и их значение в явлениях жизнедеятельности.

**Тема 1.2 Белки.** Роль белков в построении живой материи и процессах жизнедеятельности. Элементарный состав белков.

Методы выделения белков из биологического материала. Способы гомогенизации материала, экстракция белков. Методы фракционирования белков: высаливание, осаждение органическими растворителями, осаждение солями тяжелых металлов, электрофорез, электрофокусировка, хроматография, гельфильтрация. Способы очистки белковых препаратов от низкомолекулярных примесей. Методы определения белковых препаратов.

Молекулярная масса белков. Понятие о химическом и физическом значениях молекулярной массы белков. Методы определения молекулярной массы белков.

Форма белковых молекул и методы ее изучения. Аминокислотный состав белков. Методы гидролиза белка до аминокислот. Качественное и количественное определение аминокислот в гидролизатах белков. Тонкое строение аминокислот по данным рентгеноструктурного анализа. Закономерности содержания аминокислот в белках. Амфотерность и реакционная способность белков. Изоэлектрическое состояние белковой молекулы.

Способ связи аминокислот в белковой молекуле. Работы А.Я. Данилевского и Э. Фишера. Пептиды. Методы синтеза пептидов. Тонкое строение пептидной цепи (валентные углы и расстояние между атомами). Доказательства полипептидной теории строения белковой молекулы.

Структура белковой молекулы. Первичная структура белков. Методы установления первичной структуры белка. Характеристика первичной структуры  $\alpha$  и  $\beta$  - цепей инсулина, рибонуклеазы, лизоцима,  $\alpha$  и  $\beta$ - цепей гемоглобина и других белков. Первичная структура и видовая специфичность белков (на примере инсулина и цитохрома). Связь первичной структуры и функций пептидов и белков (на примерах окситоцина, вазопрессина и нормальных и патологических гемоглобинов).

Вторичная структура белков. Понятие об  $\alpha$ - и  $\beta$ - конформациях полипептидной цепи. Критерии Л. Полинга и Р. Кори. Параметры  $\alpha$ - спирали полипептидной цепи. Правые и левые  $\alpha$ -спирали, их реализация в белках и пептидах. Силы, удерживающие полипептидную цепь в  $\alpha$ -конформации. Связь первичной и вторичной структур белковой молекулы (понятие о спиралеобразующих и спираленеобразующих сочетаниях аминокислотных остатков). Степень спирализации полипептидных цепей белков.

Третичная структура белков. Методы ее выявления. Работы Дж. Кендрю, М. Перутца и Д.Филлипса по рентгеноструктурному анализу третичной структуры миоглобина, субъединиц гемоглобина и лизоцима. Типы связей, обеспечивающих поддержание третичной структуры белковой молекулы. Гидрофобные зоны («жирная капля») в молекулах глобулярных белков. Полная химическая структура лизоцима и миоглобина. Ориентация радикалов аминокислот в этих белках. Динамичность третичной структуры белков. Самоорганизация третичной структуры белковой молекулы. Этапы самоорганизации, их связь с первичной структурой полипептидной цепи.

Четвертичная структура белков. Субъединицы (протомеры) и эпимолекулы (мультимеры). Конкретные примеры четвертичной структуры белков (инсулин, гемоглобин и т.п.) Типы связей между субъединицами в эпимолекуле. Понятие о контактных площадках у субъединиц, их комплементарности и принципе самосборки эпимолекул. Понятие о самосборке биологических структур.

Физико-химические свойства белков. Денатурация белков. Понятие о нативном белке.

Номенклатура и классификация белков. Простые (протеины) и сложные (протеиды) белки. Характеристика некоторых простых и сложных белков.

Функции белков в организме.

**Тема 1.3 Нуклеиновые кислоты.** История открытия и изучения нуклеиновых кислот. Химический состав нуклеиновых кислот. Характеристика пуриновых и пиримидиновых оснований, входящих в состав нуклеиновых кислот. Минорные основания.  $\beta$ , Д-рибофураноза и  $\beta$ , Д-2-дезо-ксирибофураноза в составе нуклеиновых кислот. Два типа нуклеиновых кислот: дезоксирибонуклеиновая (ДНК) и рибонуклеиновая (РНК). Различия между ДНК и РНК по составу азотистых оснований, характеру углевода, молекулярной массе, локализации в клетке и функции.

ДНК. Методы ее экстракции из биологического материала. Количественное содержание ДНК в организме и локализация ее в клетке. Молекулярная масса и форма молекул ДНК. Нуклеотидный состав ДНК; правила Е. Чаргаффа. Первичная структура ДНК. Полипуриновые и полипиримидиновые фрагменты в молекулах ДНК. Вторичная структура ДНК (модель Дж.Уотсона и Ф.Крика). Принцип комплементарности пуриновых и пиримидиновых оснований и его реализация в структуре ДНК. Третичная структура ДНК. Роль белков гистонов в суперспирализации ДНК.

Рибонуклеиновые кислоты, их классификация (тРНК, рРНК, иРНК, яРНК, в РНК). Сравнительная характеристика видов рибонуклеиновых кислот по молекулярной массе, нуклеотидному составу, локализации и функциям.

**Тема 1.4 Биологически активные вещества.**

а) Ферменты. Каталитическая функция белков. Черты сходства и различий в действии биокатализаторов (ферментов) и катализаторов иной природы. Роль ферментов в явлениях жизнедеятельности.

Строение ферментов. Ферменты-протеины и ферменты-протеиды. Коферменты. Строение каталитического центра фермента у простых и сложных ферментов. Аминокислоты активных центров у ферментов протеинов. Понятие о субстратном и аллостерическом центрах в молекуле фермента. Взаимодействие перечисленных центров в процессе ферментативного катализа (динамическая модель фермента).

Молекулярная масса ферментов. Их мономерная и мультимерная структура. Общие закономерности структуры ферментов. Множественные формы ферментов. Значение исследования множественных форм ферментов для медицины, генетики и селекции. Полифункциональные ферменты.

Механизм действия ферментов. ES-, ES\*- и EP- комплексы, их роль в снижении энергетического барьера реакции. Гипотеза Д. Кошланда. Изменение третичной и четвертичной структуры молекул ферментов в процессе ферментативного катализа. Кинетика ферментативных реакций. Зависимость скорости ферментативной реакции от концентрации субстрата и фермента.

Свойства ферментов: термолабильность, зависимость активности от значения pH среды, ионной силы раствора, специфичность. Активаторы и ингибиторы ферментов. Связь между конформацией ферментов и каталитической активностью.

Номенклатура ферментов. Систематические и рабочие (тривиальные) названия ферментов. Шифры ферментов. Классификация ферментов, ее принципы и современное состояние. Классы ферментов: оксидоредуктазы, трансферазы, гидролазы, лиазы, изомеразы, лигазы. Характеристика основных представителей подклассов перечисленных классов ферментов. Локализация ферментов в клетке. Пространственная разобщенность реакций распада и синтеза в клетке.

б) Коферменты и витамины.

Коферменты (коэнзимы) - органические кофакторы ферментов. Типы связей между коферментами и апоферментами. Роль ионов металлов в образовании связи кофермент-апофермент. Химическая природа и механизм действия некоторых коферментов-переносчиков водорода и электронов (НАД<sup>+</sup>-никотинамидадениндинуклеотидфосфат, ФМН-флавинонуклеотид, флавинадениндинуклеотид), коферментов-переносчиков групп (аденозинтрифосфорная кислота, коэнзим А, пиридоксальфосфат), коферментов с иными функциями (тиаминпирофосфат). Коферменты-переносчики групп как субстраты.

Витамины. История их открытия. Роль витаминов в питании человека и животных. Авитаминозы, гиповитаминозы, гипervитаминозы. Роль витаминов в растениях. Витамины как вещества, абсолютно необходимые для нормальной жизнедеятельности любого организма. Соотношение витаминов и коферментов. Классификация и номенклатура витаминов. Витамерия.

Жирорастворимые витамины. Витамин А (ретинол). Химическое строение витаминов А<sub>1</sub> и А<sub>2</sub>. Участие витамина А<sub>1</sub> в зрительном акте: тонкая структура ретиналя и возможное значение цис-транс- переходов в утилизации энергии света. Витамин Д<sub>1</sub> (кальциферол). Химическая структура витаминов Д<sub>2</sub> (эргокальциферол) и Д<sub>3</sub> (холекальциферол), их роль в фосфорно-кальциевом обмене. Витамин Е (токоферол). Участие его в окислительно-восстановительных процессах. Витамин К (филлохинон), его отношение к системе свертывания крови. Викасол. Витамин F (комплекс насыщенных жирных кислот).

Водорастворимые витамины. Витамин В<sub>1</sub> (тиамин): химическая природа и механизм действия. Витамин В<sub>2</sub> (рибофлавин), его строение и участие в окислительно-восстановительных реакциях. Витамин В<sub>3</sub> (пантотеновая кислота), участие его в образовании коэнзима А.

Витамин В<sub>5</sub> (никотиновая кислота и амид никотиновой кислоты): структура и участие в переносе атомов водорода в составе НАД<sup>+</sup>. Витамин В<sub>6</sub> (пиридоксин), его формы

(пиридоксол, пиридоксаль, пиридоксамин), значение для осуществления реакций переаминирования. Витамин В<sub>15</sub> (цианкобаламин). Холин, его функции в качестве поставщика метильных групп.

Витамин С (аскорбиновая кислота), строение ее восстановленной и окисленной форм. Аскорбинген. Роль витамина С в образовании коллагена. Витамин Р (рутин). Взаимообусловленность действий витаминов С и Р. Витамин U. Содержание витаминов в продуктах питания.

Другие биоактивные соединения: авитамины, антибиотики, фитонциды, телергоны, гербициды, дефолианты, ростовые вещества, (важнейшие представители и механизм их действия).

в) Гормоны. История развития учения о гормонах. Определение понятия “гормоны”. Причины обособления гормонов в процессе эволюции живой материи. Номенклатура и классификация гормонов.

Пептидные гормоны: структура и функция. Характеристика важнейших из них (окситоцин, вазопрессин, глюкагон, инсулин, эндорфины и энкефалины, адренкортикотропный гормон, тиреотропин, соматотропный гормон). Механизм действия пептидных гормонов.

Стероидные гормоны: строение, свойства и функциональная активность кортикостерона, тестостерона, эстрадиола. Механизм действия стероидных гормонов. Роль циклического АМФ.

Прочие гормоны: адреналин, тироксин, ауксины, гиббереллины, простагландины. Их строение и механизм действия. Эндемический зоб. Простагландины, их строение, разнообразие и функции.

Применение гормонов в сельском хозяйстве и медицине.

## **Раздел 2 БИОЭНЕРГЕТИКА И МЕТАБОЛИЗМ**

**Тема 2.1 Общие понятие об обмене веществ и энергии в организме. Макроэргические соединения.** Современные представления о сущности жизни. Характеристика сущности жизненных явлений с позиции молекулярной биологии, квантовой биохимии, кибернетики, термодинамики, генетики и т.п. Жизнь как биологическая форма движения материи. Критика идеалистических и механических представлений о сущности жизни.

Обмен веществ и энергии – неотъемлемое свойство всего живого. Обмен веществ как закономерный, самосовершающийся процесс превращения материи в живых телах. Анаболизм и катаболизм. Масштабы обмена веществ на земле. Биосфера и ее геохимическая роль. Работы В.И. Вернадского. Промежуточный обмен веществ.

Энергетика обмена веществ. Понятие об уровне свободной энергии в органическом соединении и его изменении в процессе преобразования веществ. Макроэргические соединения и макроэргические связи. Различие в понятиях «энергия связи» и «макроэргическая связь». Важнейшие представители макроэргических соединений: глюкозо-1-фосфат, уридиндифосфоглюкоза, сахароза, ацетилкоэнзим-А, креатинфосфат, аденозинтрифосфорная кислота (АТФ), фосфоэнолпировиноградная кислота, 1,3-дифосфоглицериновая кислота. Особая роль атомов Р и S в образовании макроэргических связей. Роль АТФ в энергетическом обмене. АТФ как аккумулятор, трансформатор и проводник энергии в процессе ее запасаения и расходования в организме. Принципиальное отличие энергетики химических реакций в живой природе от таковой в неживой. Трансформация энергии в живых объектах. Общие принципы организации структур, ответственных за трансформацию энергии.

**Тема 2.2 Биологическое окисление.** Определение понятия «биологическое окисление». История развития представлений о механизме биологического окисления: теория активирования кислорода К. Шенбайна; перекисная теория А.Н. Баха; концепция дыхательных хромогенов В.И. Палладина и Х. Виланда; выделение и характеристика разнообразных дегидрогеназ; обнаружение цитохромов и цитохромоксидазы (Д. Кейлин и О. Вар-



бург) и признание цитохромной системы доминирующей терминальной дыхательной системы; открытие явления окислительного фосфорилирования (В.А. Энгельгардт).

Классификация процессов биологического окисления. Два типа оксидоредуктаз в клетке: а) обеспечивающих дегидрирование субстратов и передачу атомов водорода и электронов на кислород и другие акцепторы; б) катализирующих реакции непосредственного включения в субстрат кислорода (оксигеназы и гидроксилазы).

Характеристика важнейших оксидоредуктаз первого типа: медьсодержащих оксидаз (аскорбатоксидаза, уреазы, цитохромоксидаза); флавопротеидов (оксидаза L-аминокислот, липоилдегидрогеназа, гликолатоксидаза); НАД<sup>+</sup> -и НАДФ<sup>+</sup> -протеидов; железосодержащих переносчиков электронов (негеминовой природы - ферродоксины и геминовой природы – цитохромы). Ансамбли оксидоредуктаз.

Сопряжение биологического окисления с фосфорилированием. Окислительное фосфорилирование на уровне субстрата (в процессах гликолиза и брожения) и на уровне электронотранспортной цепи. Дыхательная цепь ферментов, осуществляющих сопряжение окисления с фосфорилированием. Шкала редокс-потенциалов компонентов электронотранспортной цепи. Особенности строения дыхательной цепи у эукариотов и прокариотов. Ингибиторы ферментов дыхательной цепи. Локализация окислительного фосфорилирования в клетке. Митохондрии, их структура и функции; строение митохондриальной мембраны; структура элементарных частиц. Гипотезы о механизме сопряжения окисления с фосфорилированием: химическая (Ф. Липманн), конформационная (П.Д. Бойер) и хемиосмотическая (П. Митчелл, В.П. Скулачев). Роль мембранного потенциала. Регуляция окислительного фосфорилирования в митохондриях. Разобщение окисления и фосфорилирования.

### **Тема 2.3 Водный и минеральный обмен. Обмен углеводов.**

Понятие о гомеостазе. Водный баланс организмов. Роль почек, легких, кожи, пищеварительной системы и эндокринных желез в водном обмене. Положительный и отрицательный эффект гидратации ионов на степень структурирования воды. Регуляция водного обмена.

Роль минеральных веществ в питании. Соотношение между отдельными химическими элементами. Функции макро-, микро- и ультраэлементов в организме. Участие минеральных веществ в формировании третичной и четвертичной структуры биополимеров. Ферменты-металлопротеиды. Становление ферментов-мультимеров в присутствии ионов Mg<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup> и Ca<sup>2+</sup>. Ионы металлов и возникновение фермент-субстратных комплексов. Минеральные соединения и обмен нуклеиновых кислот, белков, углеводов и липидов. Обмен минеральных веществ и его регуляция.

Углеводы – основа существования организмов. Строение и биологические функции углеводов. Биологическое значение углеводов (энергетическая, пластическая, защитная, опорная, регуляторная функции, запас питательных веществ). Специфические функции углеводов.

Общая характеристика углеводов и их классификация в зависимости от числа остатков моносахаридов. Простые углеводы (моносахариды): номенклатура, изомерия, конформации, физические и химические свойства, представители (рибоза, глюкоза, галактоза, манноза, фруктоза, седогептулоза). Сложные углеводы. Дисахариды: типы строения, свойства, представители (сахароза, мальтоза, целлобиоза, лактоза). Восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды. Полисахариды: классификация, химическая структура, свойства. Важнейшие представители (крахмал, гликоген, клетчатка, декстрин, хитин, гиалуроновая кислота, хондроитинсульфат, гепарин).

Содержание углеводов в различных продуктах питания. Гидролиз углеводов в желудочно-кишечном тракте (ЖКТ). Пути распада полисахаридов и олигосахаридов: α-, β- и γ-амилазы, амило-1,6- глюкозидаза, целлюлаза, хитиназа, гиалуронидаза и др. Гликозидазы. Фосфоролит сложны углеводов: фосфорилазы, их строение и механизм действия. Активирование фосфорилаз при участии циклического АМФ. Метаболизм моносахаридов.

Роль реакции фосфорилирования в активировании моносахаридов. Изомеразы фосфорных эфиров моносахаридов и нуклеозидфосфатсахаров. Обмен глюкозо-6-фосфата (дихотомический и апотомический пути, их соотношение в организме). Обмен пировиноградной кислоты (ПВК). Гликолиз и гликогенолиз. Химизм спиртового брожения. Окислительное декарбоксилирование при посредстве мультиэнзимного комплекса. Цикл трикарбоновых кислот и дикарбоновых кислот. Роль активной уксусной кислоты. Энергетический эффект распада углеводов: сопоставление брожения, гликолиза и дыхания по этому показателю.

Биосинтез углеводов. Механизм первичного биосинтеза углеводов в процессе фотосинтеза и хемосинтеза. Его энергетическое обеспечение. Роль восстановленного никотинамидадениндинуклеотидфосфата (НАДФН). Рибулозо-1,5-дифосфат как акцептор оксида углерода (IV) и источник 3-фосфоглицериновой кислоты. Иные пути акцептирования оксида углерода (IV) при первичном биосинтезе органического вещества (фосфоенолпируватный и ацил-КоА-карбоксилазный). Схема превращения 3-фосфоглицериновой кислоты во фруктозо-6-фосфат. Особенности биосинтеза простых углеводов у гетеротрофов. Проблема ассиметрического синтеза в живой природе, ее методологическое значение. Трансгликозилирование и его роль в биосинтезе олиго- и полисахаридов. Сопряжение образования гликозидных связей в молекулах олиго- и полисахаридов с распадом связей в донорах гликозильных остатков.

Особая роль нуклеозиддифосфатсахаров в гликозилтрансферазных реакциях, обеспечение специфического биосинтеза олиго- и полисахаридов при их посредстве. Синтез разветвленных молекул полисахаридов ( $\alpha$ -глюканветвляющая гликозилтрансфераза и механизм ее действия). Роль полиизопренолфосфатсахаров в биосинтезе полисахаридов и гликопротеидов

**Тема 2.4 Обмен липидов и белков.** Общая характеристика класса липидов. Классификация липидов: простые липиды, жиры, воск и стериды; сложные липиды-фосфолипиды и гликолипиды. Новые виды липидов (диольные липиды). Фосфатидилглицерины. Локализация липидов в клетке и их биологическое значение.

Жиры (триглицериды), их структура и разнообразие в природе по качественному составу и соотношению высших жирных кислот (ВЖК).

Простые и смешанные триглицериды. Геометрическая изомерия остатков непредельных высших кислот в составе триглицеридов. История открытия и характеристика основных жирных кислот, входящих в состав триглицеридов. Успехи в идентификации ВЖК с нечетным числом углеродных атомов и разветвленным углеродным радикалом. Физико-химические свойства триглицеридов.

Воски. Их состав (перечень ВЖК и высших спиртов) и строение. Биологическая роль восков. Распространение, локализация в организме и функции восков.

Стериды. Их состав и строение, физико-химические свойства. Стероиды, их структура, изомерия (конформации), представители (холестерол, эргостерол, стигмастерол, ситостерол, фукостерол). Характеристика высших жирных кислот, входящих в состав стеридов. Видовая специфичность стеролов и стеридов.

Фосфолипиды, структура их молекул, характеристика высших жирных кислот, азотистых оснований и многоатомных спиртов, входящих в их состав. Распространение фосфолипидов в природе, их биологическая роль.

Гликолипиды, их состав и строение. Цереброзиды и ганглиозиды, функции гликолипидов в тканях и органах.

Характеристика продуктов питания по содержанию липидов. Переваривание липидов в ЖКТ. Гидролиз их при участии липазы и алиэстеразы. Регуляция активности липазы при участии ц-АМФ. Роль желчи в эмульгировании жиров и всасывании ВЖК. Синтез собственного жира в стенках кишечника. Обмен глицерина.  $\alpha$ -  $\beta$ - окисление ВЖК механизм, локализация в клетке и соотношение в животном и растительном царстве. Обмен ацетил-КоА. Глиоксильный цикл. Механизм биосинтеза ВЖК: малонил-КоА как акцептор ацильных остатков. Строение и механизм действия синтетазы ВЖК. Локализация биосин-

теза ВЖК в клетке. Механизм биосинтеза триглицеридов, роль ацилтрансфераз (моно- и диглицеридтрансацилаз) в этом процессе. Фосфатидные кислоты - промежуточные продукты в биосинтезе триглицеридов.

Обмен стероидов. Гидролиз их при участии ферментов. Реакции восстановления и окисления стеролов в организме. Образование стероидов (холевые кислоты, стероидные гормоны и др.)

Пути распада фосфатидов в организме. Характеристика фосфолипаз А, В, С и Д. Обмен холина. Механизм биосинтеза фосфатидов, роль цитидинфосфохолина в этом процессе.

Обмен восков и гликолипидов.

Энергетический эффект окисления триглицеридов и других липидов.

Значение белкового обмена. Азотистый баланс. Содержание белков в продуктах питания. Полноценные белки. Норма белка в питании.

Пути распада белков в ЖКТ и в клетке. Гидролиз белков. Характеристика ферментов, обеспечивающих осуществление гидролиза белков до пептидов и аминокислот. Селективный характер действия пептидпептидогидролаз (трипсина, химотрипсина, пепсина и др.). Объем и скорость обновления белков различных тканей и органов.

Метаболизм аминокислот. Активный перенос аминокислот через клеточные мембраны при посредстве  $\alpha$ -глутамилтрансферазы. Преобразование аминокислот по аминокислотной группе, карбоксильной группе и радикалу. Механизм соответствующих реакций и характеристика ферментов, в них участвующих. Обмен аминокислот как источник возникновения биологически активных соединений (биоактивных аминов, коферментов, ростовых веществ, витаминов, некоторых гормонов и т.п.). Метаболизм некоторых индивидуальных аминокислот. Пути связывания аммиака в организме. Механизм биосинтеза мочевины (орнитинный цикл). Роль аспарагина и глутамин в связывании аммиака. Пути новообразования аминокислот в природе и их соотношение у различных классов организмов. Первичные и вторичные аминокислоты. Заменяемые, полузаменяемые и незаменимые аминокислоты. Производство синтетических аминокислот. Проблемы искусственной (синтетической) пищи.

Обмен сложных белков. Хромопротеиды. Распад экзогенного и эндогенного гемоглобина. Синтез гемоглобина.

Обмен нуклеопротеидов. Пути распада нуклеиновых кислот до свободных нуклеотидов. Фосфодиэстеразы и их участие в деструкции нуклеиновых кислот. Типы нуклеаз по их отношению к вторичной и третичной структурам субстрата. Механизмы действия рибонуклеазы поджелудочной железы. Селективный характер действия эндорибонуклеаз. Обмен нуклеозидофосфатов. Пути их деструкции. Механизм реакции распада: пуриновых оснований до мочевой кислоты, аллантаина, аллантаиновой кислоты, глиоксиловой кислоты и мочевины. Конечные продукты распада пуриновых и пиримидиновых оснований у представителей различных классов животных.

Биосинтез нуклеозид-, нуклеозидди- и нуклеозидтрифосфатов. Образование пиримидинового цикла из  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$  и аспарагиновой кислоты в присутствии АТФ при участии соответствующих ферментов. Цикл реакций по биосинтезу пуринового кольца из глутамин, глицин, формиат, оксида углерода (IV) и аспарагиновой кислоты сопряженно с расходом АТФ при каталитическом воздействии ферментов. Уридин-5-монофосфат (УАФ) и инозин-5-монофосфат (ИМФ) как первичные продукты биосинтеза пиримидиновых и пуриновых нуклеотидов.

УМФ как исходный продукт для биосинтеза УДФ, УТФ, ЦМФ, ЦДФ, ЦТФ,  $\delta$  ТТФ. Механизм превращений ИМФ в АМФ, АДФ, АТФ,  $\delta$  АТФ, ГМФ, ГТФ и  $\delta$  ГТФ; регуляция соотношения нуклеозид- и дезоксирибонуклеозидтрифосфатов в клетке. Биосинтез циклического АМФ из АТФ при посредстве аденилатциклазы.

**Тема 2.5 Взаимосвязь обмена белков, нуклеиновых кислот, углеводов и липидов.** Общие положения о взаимосвязи веществ в организме. Соотношение первичного и

вторичного биосинтеза у автотрофных организмов. Центральная роль 3-фосфоглицериновой кислоты. Взаимосвязь превращения веществ у гетеротрофных организмов.

Взаимосвязь обмена нуклеиновых кислот и белков. Первичность возникновения белков и вторичность появления нуклеиновых кислот в процессе развития живой материи. Конкретные формы взаимосвязи обмена белков и нуклеиновых кислот.

Взаимосвязь обмена нуклеиновых кислот и углеводов. Роль 5-фосфорибулозо-1-пирофосфата в биосинтезе пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов. Сопряжение окисления углеводов и биосинтеза нуклеозидтрифосфатов. Нуклеозиддифосфатсахара как коферменты и субстраты в биосинтезе сложных углеводов.

Взаимосвязь обмена нуклеиновых кислот и липидов. Сопряженность фосфорилирования АДФ с окислением ВЖК. Нуклеозиддифосфатхолин как центральный метаболит при биосинтезе фосфатидов.

Взаимосвязь белкового и углеводного обмена. Роль ПВК в осуществлении перехода от углеводов к белкам и обратно. Иные формы связи белкового и углеводного обмена.

Взаимосвязь обмена белков и липидов. Синтез аминокислот за счет превращения ацетил-КоА в глиоксилевом цикле трикарбоновых и дикарбоновых кислот.

Взаимосвязь обмена углеводов и липидов; роль ацетил-КоА в этом процессе. Обмен веществ как единое целое.

#### **4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Дисциплина «Биохимия» развивает познавательный интерес студентов в области биологии на базе фундаментальных химических знаний. При ее изучении широко используются межпредметные связи.

Данный курс предназначен для формирования биохимического мировоззрения студентов и более глубокой естественнонаучной подготовки выпускников к преподаванию биологических дисциплин в школе. Основные задачи курса заключаются в формировании научного мировоззрения студентов, развитии логического мышления путем установления причинно-следственных связей объективно существующих и проявляющихся в первичности строения и вторичности свойств и выполняемых функций различных веществ, составляющих основу живой материи.

Для реализации программы разработаны пособия «Основы биохимии» и «Практикум по биохимии». Для бакалавриата написан учебник «Введение в биологическую химию». С учетом инновационных подходов к содержанию образования, предлагаемые пособия социо-, предметно- и личностно ориентированы.

Работая с настоящим учебно-методическим комплексом, следует придерживаться следующего алгоритма:

1. Используя учебную программу, определите место темы (раздела) в системе изучаемой дисциплины. Выясните, какие темы (разделы) предшествуют изучению данного материала, какие следуют после нее.

2. Выберите понятия, сформированные при изучении предыдущей темы, и понятия, которые будут развиваться при изучении последующей, внимательно изучите их, выпишите в словарь.

3. Познакомьтесь с теоретическим материалом по лекциям и предлагаемым литературным источникам.

4. Выполните задания для самостоятельной работы (серии), разработанные для бакалавров и представленные в СЭО БГПУ.

Данная программа построена в соответствии требованиями Государственного образовательного стандарта высшего образования. В результате изучения курса студент должен знать строение основных классов органических соединений, входящих в состав живого организма, строение и механизм действия биологически активных соединений (вита-

минов, гормонов, ферментов), особенности пластического и энергетического обменов, их взаимосвязь, роль теоретических знаний биохимии для решения проблем питания, защиты окружающей среды, здравоохранения, сельского хозяйства. Студент должен уметь пользоваться современным оборудованием для проведения биохимических исследований, поставить соответствующий школьной программе демонстрационный эксперимент.

Программа включает введение, разделы статической и динамической биохимии, изучающие классические вопросы, касающиеся характеристики основных классов соединений, входящих в состав живой материи и процессов их обмена. Программой курса предусмотрено чтение лекций, проведение лабораторных работ, выполнение контрольных работ. Содержание изучаемой дисциплины располагает большими возможностями для пропаганды здорового образа жизни.

Лабораторные работы составлены в соответствии с лекционным материалом и учетом возможностей вуза. Большое внимание при этом отводится связи со школьным курсом. Профессионально ориентированный материал способствует формированию мотивации к изучению курса. Освоение биохимии предполагает, помимо проведения лекций и лабораторного практикума, организацию и проведение самостоятельной работы студентов, которая планируется в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду деятельности.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины; подготовку к лабораторным работам, выполнению тестовых заданий и сдаче зачета и экзамена.

Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы: проводить поиск информации в рекомендованных ниже базах данных.

#### Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование раздела (темы)	Формы/виды самостоятельной работы	Количество часов, в соответствии с учебно-тематическим планом
1.	<b>Введение</b>	Изучение основной и дополнительной литературы. Выполнение письменной самостоятельной работы (серии).	8
2.	<b>Раздел 1.</b> Биомолекулы	Изучение основной и дополнительной литературы. Конспектирование изученных источников. Подготовка письменных самостоятельных работ (серий). Оформление лабораторной работы. Подготовка отчета по лабораторной работе	40
3	<b>Раздел 2.</b> Биоэнергетика и метаболизм	Изучение основной и дополнительной литературы. Подготовка письменных самостоятельных работ (серий). Оформление лабораторной работы. Подготовка отчетов по лабораторной работе.	36
	<b>ИТОГО</b>		84

#### 5 ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

##### Тематический план лабораторных занятий

№ п/п	Тема	Кол-во часов
1.	<b>Лаб. раб. 1:</b> Химический состав организма. <b>Сам. раб.:</b> Основные клас-	2

	сы органических соединений.	
2.	Состав белков. Строение и свойства аминокислот. Строение и физико-химические свойства белков. Сложные белки. Гемоглобин. Нуклеиновые кислоты. <b>Лаб. раб. 2:</b> Белки. Цветные реакции на аминокислоты и белки. Физико-химические свойства белков. <b>Упр.:</b> Строение аминокислот и их свойства, механизм образования пептидной связи. Структура белковой молекулы. <b>Упр.:</b> Строение гемоглобина, нуклеопротеидов <b>Сам. раб.:</b> Классификация аминокислот (не менее 5) и механизм образования пептидной связи.	2
3.	Биологически активные вещества. Ферменты. Строение и механизм действия Витамины. Гормоны. Взаимосвязь ферментов, витаминов и гормонов. <b>Лаб. раб. 3:</b> Количественное обнаружение витамина С йодометрическим методом. Определение активности ферментов и их свойства; <b>Упр.:</b> Структурные формулы витаминов, коферментные группы: ТПФ, НАД, ФАД, Коэнзим-А. Теория ферментативного катализа, механизм действия декарбоксилазы. <b>Сам. раб.:</b> . <b>Сам. раб.:</b> Белки-полимеры, белки-коллоиды. Строение ДНК	2
4.	<b>Обмен веществ и энергии. Биологическое окисление. Лаб. раб.4:</b> Анализ АТФ. <b>Упр.:</b> Строение биологической мембраны митохондрий, роль ферментов биологического окисления. <b>Сам. раб.:</b> Строение и механизм действия декарбоксилазы.	2
5.	Обмен углеводов. <b>Лаб. раб. 5:</b> Гидролиз крахмала амилазой слюны. Обмен углеводов. а) ферментативный гидролиз крахмала, обнаружение ПВК, молочной кислоты; б) спиртовое брожение глюкозы. <b>Упр.:</b> Переваривание углеводов в ЖКТ. Анаэробное и аэробное окисление углеводов. <b>Сам. раб.:</b> Синтез АТФ в митохондриях.	2
6.	Взаимосвязь обменных процессов. <b>Лаб. раб. 6:</b> Обмен липидов и белков. Гидролиз жира липазой и роль желчи. Качественная реакция на желчные кислоты. <b>Упр.:</b> Гидролиз жира и белка в ЖКТ. Окисление глицерина и высших жирных кислот в тканях. Пути дезаминирования аминокислот. Образование мочевины. <b>Сам.раб.:</b> Анаэробное и аэробное окисление.	2
	<b>Итого</b>	12

### Содержание лабораторных работ

#### РАЗДЕЛ 2. БИОМОЛЕКУЛЫ

##### Лабораторная работа № 1

**Тема:** Химический состав организма

**Цель:** познакомиться с функциями углеводов, липидов и аминокислот; их строением, классификацией и содержанием в продуктах питания.

**Оборудование:** электроплитка, штатив с пробирками, пипетки, ватные фильтры, штатив с пробирками, спиртовки, фильтровальная бумага, стакан (50 мл).

**Реактивы:** конц. серная кислота,  $\alpha$ -нафтол, гидроксид меди (II), железосинеродистый калий (0,005н), сернокислый цинк (0,45%) и едкий натрий (0,1н), гипосульфит.  $C_2H_5OH$ , ацетон, раствор NaOH (10%),  $CCl_4$ ,  $H_2O$ , камфора, раствор лецитина, растворы  $Na_2CO_3$  (10%) и  $KMnO_4$  (2%).

**Объекты исследования:** продукты питания содержащие углеводы: хлеб, картофель, бананы, мандарины, рис, мед, яблоко (зелёное и спелое), тыква, морковь, молоко. вареный желток куриного яйца, ядра орехов, семена мака, подсолнуха, облепихи и другие про-

дукты, содержащие жир, оливковое, подсолнечное, соевое, льняное, кунжутное, пихтовое, кукурузное, облепиховое масло.

### Ход работы:

#### **Опыт 1.** Качественный анализ продуктов питания на содержание углеводов

##### **Приготовление вытяжки продуктов**

Хлеб, яблоко (зелёное и спелое), тыкву, морковь растирают в ступке до однородной массы, разбавляют водой (1:1). Фасоль, рис тщательно растирают до консистенции муки и разбавляют водой (1:1). Апельсин и помидор нарезают и используют для анализа сок. Мёд разбавляют водой в соотношении (1:1).

##### **а) Обнаружение рибозы**

К 0,5 мл вытяжки исследуемого продукта добавляют 2 капли  $\alpha$ -нафтола и по стенке пробирки осторожно, без встряхивания, наливают 2 мл конц. серной кислоты. На границе двух жидкостей образуется кольцо красно-зелёного цвета при наличии рибозы.

##### **б) Обнаружение глюкозы в соке растений реакцией Троммера**

Яблоко натирают на тёрке, отжимают сок. Разбавляют его водой (1:1). Свежеосаждённый гидроксид меди (II) делят на две части, добавляют к каждой несколько капель разбавленного яблочного сока. Содержимое первой пробирки встряхивают, отмечают изменение. Осадок во второй пробирке нагревают.

##### **в) Обнаружение фруктозы в мёде**

В две пробирки наливают по 2 мл реактива Селиванова. Затем в одну пробирку прибавляют 2 капли 5%-ного раствора мёда, а в другую 2 капли 1% раствора глюкозы. Обе пробирки одновременно помещают в водяную баню с температурой воды 80°C и выдерживают при этой температуре в течение 8 минут. Сравнивают окраску растворов (в пробирке с мёдом появляется розово-красное окрашивание). В пробирке с глюкозой также может появиться окрашивание, но гораздо медленнее.

##### **г) Обнаружение крахмала**

Готовят срезы картофеля, яблок, бобов, семян пшеницы, крахмальный клейстер. Обработывают их йодом.

#### **Опыт 1.** Обнаружение жиров в продуктах питания

**А.** Малое количество исследуемого образца измельчают, помещают в пробирку, добавляют 3-4 мл четыреххлористого углерода и нагревают несколько минут (тяга). Ввиду опасности пожара нельзя применять эфир или ацетон. Несколько капель полученного раствора наносят на полоску фильтровальной бумаги. При наличии жира образуется жирное пятно.

**Б.** Наливают в химический стакан 20 мл воды, помещают на ее поверхность очень маленькие частицы камфоры, они начинают кружиться («танцуют»). Как только добавляют в воду мельчайшие частицы жира, этот «танец» прекращается.

#### **Опыт 2.** Выделение лецитина из желтка куриного яйца

В стакан помещают половину куриного желтка и, помешивая, прибавляют 40 мл горячего спирта. Раствор охлаждают и фильтруют в сухую пробирку. Фильтрат должен быть прозрачным.

#### **Опыт 3.** Свойства лецитина

В сухую пробирку вносят 10 капель ацетона и 1-2 капли раствора лецитина. Выпадает осадок. При добавлении лецитина в воду образуется эмульсия. Результат опыта и его объяснение записывают в тетрадь. Чем отличается лецитин по свойствам от других жиров?

#### **Опыт 4.** Гидролиз лецитина

В оставшийся фильтрат вносят 2-3 мл гидроксида натрия и нагревают до кипения. **Осторожно!** Исследуют выделяющийся газ. Ощущается запах селедочного рассола (это запах аминов). Сделайте вывод о составе лецитина.

#### **Опыт 5.** Сравнение свойств разнообразных масел

Наливают в пробирку 0,5 мл масла, 1 мл раствора карбоната натрия и по каплям добавляют раствор перманганата калия (примерно 2 мл). Содержимое пробирки энергично встряхивают. Отмечают изменение окраски.

Сравнивают объем перманганата калия, который может быть обесцвечен различным маслом (объем масла должен быть одинаковым). Делают вывод о степени непереносимости подсолнечного и оливкового масла.

**Опыт 6.** Выделение холестерина из мозга.

В сухую пробирку внести 2-5 г мозга + 6 г гипса, прилить 5-6 мл хлороформа, тщательно перемешать, отфильтровать (фильтр смыть хлороформом). (Все пробирки должны быть сухие!)

*Качественная реакция на холестерин – реакция Шиффа:*

К фильтрату осторожно, по стенке пробирки наложить 1 мл серной кислоты (конц.) – на границе раздела фаз – кольцо красного цвета.

## **Лабораторная работа № 2**

**Тема:** Белки

**Цель:** Познакомиться со свойствами и строением белков.

**Объекты исследования:** белок яйца, молоко, дрожжи, сыворотка крови, водный раствор аминокислот, раствор тирозина в азотной кислоте.

Белки – важнейшая и необходимая составная часть всех живых организмов. Они составляют главную массу сухого вещества тканей человека и почти всех животных. Это очень сложные, высокомолекулярные соединения, находящиеся в организме в коллоидном состоянии.

Реакции на присутствие белка основаны на открытии в нем тех или иных химических групп и на его физико-химических свойствах. Некоторые реакции присущи не только белкам, но и другим веществам, содержащим те же группы. Так, ряд цветных реакций на белок является по существу реакциями на ту или иную аминокислоту, входящую в состав белка. Поэтому для установления наличия белка недостаточно какой-нибудь одной реакции. В медицинской точке зрения важно определить белок в моче, а в некоторых случаях также в спинномозговой жидкости и в крови.

### **Опыт 1. Цветные реакции на белки**

Присутствие белка можно обнаружить рядом цветных реакций. Эти реакции свойственны составным частям белка – аминокислотам или образуемым ими группировками. Так полипептиды, а также все пептоны и белки дают биуретовую реакцию, характерную для наличия пептидных связей. Все аминокислоты, полипептиды и белки дают окрашивание (обычно фиолетовое) при нагревании с нингидрином. Некоторые аминокислоты (тирозин, триптофан, фенилаланин, цистин, аргинин, гистидин) и их остатки (например в молекуле белка) дают характерные цветные реакции. В большинстве белков при помощи чувствительных реакций можно обнаружить углеводные компоненты.

#### **а) Нингидриновая реакция (на $\alpha$ -аминокислоты)**

Белки, а в еще более сильной степени аминокислоты и полипептиды дают синее или фиолетовое окрашивание с нингидрином (трикетогидриндегидратом). Нингидриновая реакция характерна для аминогруппы в  $\alpha$ -положении.

1. В пробирку вносят около 1 мл раствора глицина, добавляют 5-6 капель раствора нингидрина и нагревают. Появляется сине-фиолетовое окрашивание.

2. Также производят нингидриновую реакцию с 1-2 мл раствора белка, взяв 0,3-0,5 мл раствора нингидрина. Получается фиолетовое (иногда фиолетово-розовое) окрашивание; с течением времени раствор синее.

#### **б) Ксантопротеиновая реакция (на циклические аминокислоты)**

подавляющее большинство белков при нагревании с крепкой азотной кислотой дает желтое окрашивание, переходящее в оранжевое при добавлении щелочи или аммиака. По-



гречески «ксантос» - желтый, отсюда название ксантопротеиновой. Такое желтое окрашивание можно наблюдать при попадании крепкой азотной кислоты на кожу, ногти, шерсть и т.п. Эта реакция характерна для бензольного ядра циклических аминокислот (тирозина и триптофана), которые содержатся почти во всех белках. При добавлении концентрированной азотной кислоты происходит нитрование бензольного кольца с образованием нитросоединений желтого цвета. Ксантопротеиновую реакцию, помимо белков, дают также многие более простые ароматические соединения (например, фенол).

В пробирку помещают 1 мл раствора белка, приливают 5-6 капель концентрированной азотной кислоты  $\text{HNO}_3$ . Появляется осадок свернувшегося (под влиянием кислоты) белка, который окрашивается при нагревании (осторожно!) в желтый цвет. Дают пробирке остыть и осторожно приливают избыток концентрированного раствора аммиака  $\text{NH}_4\text{OH}$  или 20% раствор гидроксида натрия  $\text{NaOH}$ . Желтая окраска при подщелачивании переходит в оранжевую.

#### в) Реакции Миллона (на тирозин)

Фенолы, например, карболовая кислота, и их производные дают ртутные соединения красного цвета. Эти соединения получают при нагревании со специально приготовленным раствором ртути в азотной кислоте, содержащей азотистую кислоту.

Большинство белков дают миллоновую реакцию, так как в их состав входит аминокислота тирозин, являющаяся одновременно фенолом.

1. Наливают в пробирку около 1 мл раствора тирозина, приливают около 0,5 мл реактива Миллона и осторожно нагревают. Появляется розовое окрашивание.

2. В пробирку помещают 1-2 мл раствора белка и прибавляют 5-6 капель реактива Миллона. Появляется осадок свернувшегося белка, так как реактив Миллона содержит соли ртути и азотную кислоту. Содержимое пробирки осторожно нагревают. Осадок окрашивается в кирпично-красный цвет. Следует избегать прибавления избытка реактива Миллона, так как этот реактив содержит азотную кислоту, которая может дать желтое окрашивание (ксантопротеиновую реакцию), маскирующее реакцию Миллона.

3. Прodelьывают аналогичным образом миллонову реакцию с раствором желатина. Если желатин достаточно чист, реакция не получается, так как в молекуле желатина остаток тирозина отсутствует.

#### г) Реакция Адамкевича (на триптофан)

При добавлении к белку нескольких капель глиоксиловой кислоты на границе с крепкой серной кислотой получается красно-фиолетовое окрашивание. Эта реакция зависит от присутствия в молекуле белка триптофана.

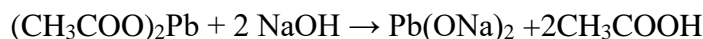
В пробирку помещают несколько капель белка, прибавляют около 1 мл концентрированной уксусной кислоты  $\text{CH}_3\text{COOH}$  и, сильно наклонив пробирку, очень осторожно, по стенке пробирки подслаивают около 1 мл концентрированной серной кислоты  $\text{H}_2\text{SO}_4$  так, чтобы обе жидкости не смешались. При стоянии на границе двух жидкостей получается красно-фиолетовое кольцо.

#### д) Реакция Фоля (на серусодержащие аминокислоты: цистин и цистеин)

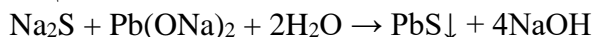
В состав молекулы большинства белков входят содержащие серу аминокислоты – цистин и цистеин.

При кипячении белка с раствором гидроксида натрия  $\text{NaOH}$  и ацетатом свинца  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$  раствор начинает темнеть. Крепкая щелочь разрушает цистин и цистеин и отщепляет серу в виде сульфида натрия  $\text{Na}_2\text{S}$ .

Ацетат свинца  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$  реагирует с гидроксидом натрия  $\text{NaOH}$  с образованием пломбита натрия:



Сульфид натрия  $\text{Na}_2\text{S}$  при взаимодействии с пломбитом натрия  $\text{Pb}(\text{ONa})_2$  дает черный осадок сульфида свинца  $\text{PbS}$ :



В одну пробирку наливают 5 капель 1% раствора яичного белка, в другую – 5 капель 1 % раствора желатина. В каждую пробирку добавляют по 6 капель реактива Фоля. При интенсивном кипячении жидкость темнеет.

е) Биуретовая реакция (на белок)

В щелочной среде в присутствии солей меди белки дают фиолетовое окрашивание. Окраску дает комплексное соединение меди с пептидными группами:  $-CO-NH-$ . Биуретовая реакция получается также с продуктами неполного гидролиза белка-пептонами и полипептидами.

Свое название биуретовая реакция получила от производного мочевины - биурета, который дает эту реакцию. Биурет образуется при нагревании мочевины с отщеплением от нее аммиака. Биуретовую реакцию дают: аминокислота гистидин и амид аспарагиновой кислоты – аспарагин.

В пробирку помещают около 1 мл раствора белка, 1-2 мл 10% раствора гидроксида натрия NaOH и 1-2 капли 5% раствора сульфата меди CuSO<sub>4</sub>. При взбалтывании образуется фиолетовое окрашивание.

### **Опыт 2. Высаливание белков**

Белки являются гидрофильными коллоидами, их частицы проявляют большое сродство к воде. Водная оболочка не дает белковым частицам соединяться вместе и удерживает их в растворе в устойчивом состоянии.

При добавлении к раствору белков неорганических солей (NaCl, (NH)<sub>2</sub> SO<sub>4</sub> и др.), последние адсорбируются на белковых молекулах, делают их электронейтральными, понижая устойчивость коллоидного раствора. При большой концентрации солей происходит дегидратация белковых частиц, и их осаждение. Таким же действием обладают некоторые органические вещества: спирты, ацетон, эфир.

Осадки белков, полученные высаливанием, могут быть растворены вновь после уменьшения концентрации солей диализом или разведением водой.

А) Осаждение белков сернокислым аммонием

В пробирку наливают 1 мл мясной вытяжки, добавляют 1 мл насыщенного р-ра (NH)<sub>2</sub> SO<sub>4</sub> и перемешивают. Наблюдают помутнение раствора.

Б) Осаждение белков хлоридом натрия и спиртом

В две пробирки наливают по 1 мл яичного белка, затем в одну прибавляют немного хлорида натрия, а в другую спирта и взбалтывают. Наблюдают выпадение мелкого осадка.

### **Опыт 3. Осаждение белков солями тяжелых металлов**

Соли тяжелых металлов в небольших концентрациях легко осаждают белки из растворов, образуя с ними комплексные соединения. Белковые осадки, полученные действием солей тяжелых металлов (свинца, меди, серебра, ртути и др.), нерастворимы в первоначальном растворителе. Такое осаждение следует отнести к необратимым реакциям, связанным с денатурацией белка.

Этим свойством белков пользуются в медицинской практике, употребляя белки (молоко, яйца) как противоядие при отравлении солями ртути, свинца или меди, пока эти соли не успели всосаться.

В 2 пробирки наливают по 1 мл белка, в одну добавляют раствор ацетата свинца, в другую сульфата меди. Наблюдают образование осадков.

### **Опыт 4. Осаждение белков алкалоидами**

При добавлении алкалоидных реактивов (танин, пикриновая кислота, железосинеродистый калий и др.) растворы белков образуют осадки. Это объясняется наличием сходных азотистых группировок как в белках, так и в алкалоидах, которые взаимодей-

ствуя между собой, образуют нерастворимые солеобразные соединения. В последних белок является катионом, алкалоид – анионом, поэтому осаждение проводят в кислой среде (частицы белка перезаряжаются и переходят в состояние катионов). В щелочной среде осадки растворяются.

В 2 пробирки наливают по 1 мл белка, подкисляют 0,5 мл уксусной кислоты (1% р-р). В одну добавляют насыщенный раствор танина, в другую – пикриновую кислоту. Наблюдают выпадение белка в осадок.

#### **Опыт 5. Осаждение белков минеральными кислотами**

Концентрированные минеральные кислоты вызывают необратимое осаждение белков из растворов, что связано не только с дегидратацией белковых частиц, но и образованием солей в радикалах аминокислот (это ведет либо к перезарядке, либо к потере заряда).

Реакция осаждения белков азотной кислотой применяется при клинических исследованиях мочи.

В 3 пробирки осторожно наливают по 1 мл серной, соляной, азотной кислот. В каждую добавляют по 1 мл белка. На границе двух жидкостей появляется белое кольцо.

#### **Опыт 6. Осаждение белков органическими кислотами**

Различные органические кислоты по разному действуют на растворы белков. В практике часто используют для полного осаждения белков трихлоруксусную кислоту (ТХУ). Действуя на белки, она при этом не влияет на продукты распада белков. Это свойство применяют, когда необходимо определить содержание азота продуктов обмена (аминокислот, мочевины и др.)

В пробирку наливают 1 мл белка и добавляют несколько капель р-ра ТХУ (3%). Наблюдают выпадение осадка белка.

#### **Опыт 8. Обнаружение компонентов нуклеопротеидов**

Нуклеопротеиды – сложные белки, состоящие из полипептида и нуклеиновых кислот. Нуклеиновые кислоты представлены мононуклеотидами, состоящими из пуриновых и пиримидиновых азотистых оснований, пентоз и фосфорной кислоты.

##### **а) Биуретовая реакция на полипептиды**

К 1 мл гидролизата дрожжей приливают 1 мл 10% раствора гидроксида натрия NaOH и 2-3 капли 5% раствора сульфата меди  $\text{CuSO}_4$ . Появляется розово-фиолетовое окрашивание.

##### **б) Проба на азотистые основания**

К 1 мл гидролизата дрожжей добавляют 2 капли раствора гидроксида аммония  $\text{NH}_4\text{OH}$  и 0,5 мл 1% раствора нитрата серебра  $\text{AgNO}_3$ . Нагревают. Через 3-5 минут образуется рыхлый осадок бурого цвета.

##### **в) Проба на пентозы**

К 1 мл гидролизата дрожжей прибавляют 0,5 мл раствора  $\alpha$ -нафтола и по стенке пробирки 2 мл концентрированной серной кислоты  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . На границе раздела жидкостей наблюдают фиолетовое окрашивание.

##### **г) Молибденовая проба на фосфорную кислоту**

К 1 мл гидролизата дрожжей прибавляют 2 мл молибденового реактива и кипятят. После охлаждения на дне пробирки образуется желтый кристаллический осадок фосфорной соли молибдата аммония.

**Лабораторная работа №3**

**Тема: Биологически активные вещества**

**Цель:** познакомиться с составом, биологической ролью, авитаминозами и содержанием витаминов в продуктах питания

**Объекты исследования:** хлеб белый и черный, дрожжи, лук, яйцо, огурец, морковь, соевая мука, лимон, рыбий жир, чай, яблоко красное и зеленое, капуста свежая и квашеная, томат свежий и соленый, картофель свежий и вареный, шиповник, хвоя сосны или ели, аптечные препараты витаминов.

**Цель:** познакомиться с составом, биологической ролью, авитаминозами и содержанием витамина С в продуктах питания. Познакомиться с методами обнаружения активности ферментов и их свойствами.

**1 Содержание витамина С в овощах и фруктах**

**Оборудование:** фарфоровые ступки с пестиками, пипетки градуированные, весы.

**Реактивы:** спиртовой раствор I<sub>2</sub> (5%), раствор крахмала (1 %), раствор НСІ (1%), Ннасыщенный раствор пикриновой кислоты. 2. 10%-ный раствор гидроокиси натрия.

**Объекты исследования:**яблоко красное и зеленое, капуста свежая и квашеная, томат свежий и соленый, картофель свежий и вареный, шиповник, хвоя и др.

**Ход работы**

**Опыт 1.** Количественное определение содержания витамина С в продуктах питания иодометрическим методом

Взвешивают 1 г исследуемого продукта и растирают его в ступке, добавляют 5 мл воды, несколько капель крахмала и немного 1% соляной кислоты для инактивации фермента аскорбиноксидазы. В качестве окислителя используют йод. Для удобства 5%-ный раствор йода разбавляют водой в 40 раз, при этом получают 0,125%-ный раствор, 1мл которого соответствует 0,875 мг аскорбиновой кислоты. Затем производят титрование этим раствором йода исследуемой жидкости в ступке до появления устойчивого синего окрашивания крахмала, которое говорит о том, что вся аскорбиновая кислота окислилась. Замечают количество раствора йода, пошедшего на титрование и производят расчет. Для этого составляют пропорцию, зная, что 1 мл 0,125%-ного раствора йода окисляет 0,875 мг аскорбиновой кислоты. Это можно посмотреть на примере яблока.

На титрование 1 г яблока ушло 0,6 мл раствора йода. Составляют пропорцию:  
 1 мл йодного раствора - 0,875 мг аскорбиновой кислоты  
 0,6 мл ----- X -----  
 $X = 0,6 \cdot 0,875 / 1 = 0,525$  (мг)

Итак, в 1 г яблока содержится 0,525 мг аскорбиновой кислоты. Тогда в 100 г яблока содержится 0,525·100=52,5 (мг) аскорбиновой кислоты. Полученные результаты анализируют, сравнивают между собой и с суточной потребностью организма в витамине С, равной 50-70 мг.

Заполните таблицу:

Продукт (1 г)	йода на 1 г продукта (мл)	Витамина С в 1 г продукта (мг)	Витамина С в 100 г продукта (мг)	Суточная норма продукта (г) (70 мг вит С)
1.				
2.				

**2 Строение свойства и обнаружение ферментов**

**Объекты исследования:** слюна, соевая мука, дрожжи, картофель, кровь, яблоко, молоко, пепсин желудочного сока, мясо.

### Ход работы:

## I. Определение активности ферментов

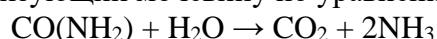
### а) Гидролазы

#### Опыт 1. Обнаружение активности амилазы слюны

В пробирку вносят 1 мл слюны, 1 мл раствора крахмала, 2-3 капли йода (йод в йодистом калии), отмечают окраску. Перемешивают и ставят на водяную баню на 10 минут при температуре  $+37^{\circ}\text{C}$ . Результаты опыта, уравнение гидролиза крахмала, вывод записывают.

#### Опыт 2. Обнаружение активности уреазы сои

Уреаза – фермент, гидролизующий мочевины по уравнению:



Уреаза содержится в некоторых бактериях, много уреазы в бобах сои. При стоянии мочи в ней развиваются бактерии, содержащие уреазу, от действия которой мочевина начинает выделять аммиак, и моча становится щелочной (аммиачное брожение мочи).

Уреаза является очень устойчивым ферментом и активна в довольно широких пределах рН. Оптимум ее действия находится близко к нейтральной среде.

В пробирку вносят 1 шпатель соевой муки, 2 мл раствора мочевины и 2-3 капли фенолфталеина, перемешивают и ставят на водяную баню на 10 минут при температуре  $+37^{\circ}\text{C}$ . Отмечают окраску содержимого пробирки. Результаты опыта, уравнение гидролиза мочевины, вывод записывают.

#### Опыт 3. Обнаружение активности сахаразы дрожжей

В пробирку вносят 1 мл гидролизата дрожжей, 1 мл раствора сахарозы, перемешивают 1-2 минуты. Затем проводят реакцию Троммера, отмечают окраску раствора. Результаты опыта, уравнение гидролиза сахарозы, вывод записывают.

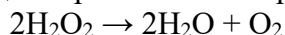
#### Опыт 4. Обнаружение активности пепсина желудочного сока

В пробирку помещают 0,5 мл желудочного сока, несколько кусочков мяса и ставят на водяную баню на 10 минут. Результаты опыта, уравнение гидролиза сахарозы, вывод записывают.

### б) Оксидоредуктазы

#### Опыт 5. Обнаружение активности каталазы крови

Каталаза – фермент, участвующий в разложении пероксида водорода:



Каталаза широко распространена и содержится в большем или меньшем количестве во всех тканях и жидкостях организма. Биологическая роль каталазы заключается в разрушении вредной для организма перекиси водорода, которая накапливается в тканях при окислительных процессах.

В пробирку наливают 1 мл разбавленной крови и 1 мл пероксида водорода  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Наблюдают изменения в пробирке.

Результаты опыта, уравнение реакции, вывод записывают.

#### Опыт 6. Обнаружение активности тирозиназы (фенилоксидазы)

Чистый сырой картофельный клубень очищают от кожуры. Верхние слои клубня кусочками нарезают в ступку (2 г). Добавляют 10 мл дистиллированной воды, растирают содержимое ступки и фильтруют. Наливают в пробирку 2-3 мл раствора тирозина, добавляют 1-2 мл отфильтрованной водной вытяжки из картофеля, встряхивают и ставят пробирку на водяную баню при  $+37^{\circ}\text{C}$ . Периодически встряхивают пробирку для лучшего соприкосновения раствора с кислородом воздуха. Окраска постепенно становится розовато-красной, бурой и через 1-2 часа переходит в черную. Результаты опыта, уравнение гидролиза сахарозы, вывод записывают.

#### Опыт 7. Определение активности пероксидазы

Пероксидазы – ферменты, вызывающие окисление ряда веществ за счет кислорода перекиси водорода или других перекисей. Реакцией на присутствие пероксидаз служит

реакция окисления растворимого в воде пирогаллола в бурый нерастворимый и выпадающий в осадок пурпурогаллин

В пробирку помещаем 1-2 мл водной вытяжки картофеля, добавляют несколько капель пирогаллола и перекиси водорода  $H_2O_2$ .

#### в) Дегидрогеназы

##### **Опыт 8.** Обнаружение активности сукцинатдегидрогеназы

В две пробирки помещают мышечную ткань, в одну приливают 1 мл янтарной кислоты, в другую 1 мл дистиллированной воды. В обе пробирки добавляют 2-3 капли метиленовой сини, накладывают растительное масло и ставят на водяную баню на 10 минут при температуре  $+37^0 C$ . Отмечают изменение окраски содержимого пробирки. Результаты опыта, механизм действия фермента, вывод записывают.

##### **Опыт 9.** Обнаружение активности дегидрогеназы молока

В пробирку наливают 1 мл свежего молока, 1 мл формальдегида и 2-3 капли метиленовой сини, перемешивают и накладывают растительное масло. Наблюдают изменение интенсивности окраски.

##### **Опыт 10.** Влияние рН среды на активность амилазы слюны

В три пробирки приливают по 1 мл растворов соответственно: NaOH, HCl,  $H_2O$ . В каждую добавляют по 1 мл раствора крахмала и слюны, перемешивают и ставят на водяную баню на 5 минут при температуре  $+37^0 C$ . Затем во все пробирки приливают по 2-3 капли йода. Наблюдения и вывод записывают.

##### **Опыт 11.** Специфичность ферментов

В одну пробирку наливают 1 мл свежего раствора крахмала, в другую 1 мл раствора сахарозы, в обе добавляют по 1 мл дрожжевого гидролизата, перемешивают и ставят на водяную баню на 5 минут при температуре  $+37^0 C$ . Затем проводят реакцию Троммера с содержимым обеих пробирок. Результаты опыта и вывод записывают

##### **Опыт 12.** Качественные реакции на инсулин.

###### а) Обнаружение пептидных связей.

К 0,5 мл инсулина прибавляют 0,5 мл гидроксида натрия и 1 каплю сульфата меди. Перемешивают. Записывают наблюдения.

###### б) Обнаружение ароматических аминокислот.

К 0,5 мл инсулина прибавляют 5-6 капель концентрированной азотной кислоты до появления мути от свернувшегося белка. При нагревании и раствор и осадок окрашиваются в ярко-желтый цвет.

###### в) Обнаружение цистеина.

В пробирку вносят 0,5 мл инсулина, затем добавляют двойной объем концентрированного раствора щелочи и 0,5 мл уксуснокислого свинца. Нагревают. Записывают наблюдения.

##### **Опыт 3:** Качественные реакции на адреналин.

К 0,5 мл адреналина прибавляют 2 мл воды и 1 каплю раствора хлорида железа (III). Содержимое пробирки окрашивается в изумрудно-зеленый цвет. От прибавления 1 капли 10% раствора аммиака окраска переходит в вишнево-красную, а затем в коричневую.

## Раздел 2. БИОЭНЕРГЕТИКА И МЕТАБОЛИЗМ

### Лабораторная работа №4

**Тема:** Биологическое окисление

**Цель:** Познакомиться с понятием обмена веществ и энергии, строением макроэргических соединений, видами биологического окисления.

**Объект исследования:** дрожжи, мясо, рыба, моча.

#### **Опыт 1.** Анализ АТФ.

##### а) Обнаружение аденина.

К 0,5 мл гидролизата дрожжей добавляют 2 капли аммиачного раствора оксид серебра. Затем раствор нагревают.

б) Обнаружение рибозы.

К 0,5 мл гидролизата дрожжей добавляют 0,5 мл  $\alpha$ -нафтола, а затем осторожно, по стенке пробирки, не перемешивая 0,5 мл конц. серной кислоты. В результате взаимодействия образуются зелёное и малиновое кольца.

в) Обнаружение фосфорной кислоты.

К 0,5 мл гидролизата дрожжей добавляют 2 капли раствора молибдата аммония в азотной кислоте. Пробирку нагревают (осторожно, не кипятить). Жидкость окрашивается в жёлтый цвет, а затем выпадает осадок.

**Опыт 2.** Обнаружение креатина и креатинина.

В пробирку помещают 0,5 мл мясной вытяжки или мочи, добавляют 1 каплю 10 % раствора гидроксида натрия и 1 каплю пикриновой кислоты. Появляется оранжево-красная окраска.

### Лабораторная работа № 5

**Тема:** Углеводы и их обмен

**Цель:** познакомиться с перевариванием углеводов в ЖКТ, рассмотреть пути окисления глюкозы в клетке, вычислить энергетический эффект окисления углеводов.

**Объекты исследования:** глюкоза (1%), крахмал (1%), сахароза (1%), мышца, молоко (свежее).

#### Ход работы:

##### Опыт 1. Переваривание углеводов амилазой слюны

В пробирку вносят 0,5 мл р-ра амилазы, добавляют 1 мл 1% р-ра крахмала, помещают на 30 минут на водяную баню. К содержимому пробирки добавляют 2-3 капли сульфата меди и 8-10 капель гидроксида натрия, р-р нагревают. Появление оранжевой окраски свидетельствует о появлении в растворе молекул глюкозы.

##### Опыт 2. Обнаружение молочной кислоты

В пробирку внести 0,5мл раствора фенола, добавляют такое же количество хлорида трехвалентного железа. К появившемуся фиолетового цвета содержимому пробирки добавить несколько капель молока. Появление зеленовато-коричневой окраски свидетельствует о присутствии в молоке молочной кислоты.

##### Результ 3. Качественная реакция на пировиноградную кислоту

В пробирку наливают 1мл раствора, содержащего пировиноградную кислоту, и добавляют 0,5мл 0,1% раствора 2,4-дифенилгидрозина. Перемешивают и через 5 минут добавляют 2,5мл водонасыщенного тимола. Содержимое пробирки встряхивают и оставляют в вертикальном положении для расслоения тимола и воды. Верхний слой отбирают пипеткой в другую пробирку и добавляют 2мл 2,5% спиртового раствора едкого калия. В течение нескольких минут образуется характерное окрашивание.

### Лабораторная работа №6

**Тема:** Обмен жиров и белков

**Цель:** познакомиться со строением, биологической ролью и классификацией липидов перевариванием жиров в ЖКТ, превращением глицерина, высших карбоновых кислот в клетке и продуктами их обмена. Рассчитать энергетический эффект окисления жиров.

**Объекты исследования:** растительное масло, молоко, мозг, желток яйца.

#### Ход работы:

##### Опыт 1. Гидролиз жира липазой и роль желчи

Гидролиз жиров удобнее всего наблюдать при помощи липазы панкреатического сока. В качестве субстрата лучше всего взять молоко, жир которого, находясь в эмульгированном состоянии, быстро расщепляется на глицерин и жирные кислоты. Последние можно оттитровать щелочью.

1. В 2 колбы (№1 и 2) отмерить цилиндром по 10 мл молока и добавить в каждую по 0,5 мл вытяжки липазы (панкреатин). В колбу №1 добавить 2 капли желчи (для активирования липазы).

2. Быстро перемешать содержимое каждой колбы. Отобрать по 1 мл жидкости и перенести их в 2 другие колбы (для титрования).

3. Первые две колбы (№1 и 2) поместить в водяную баню при  $+37^{\circ}\text{C}$ .

4. В колбы для титрования прибавить по 5 мл воды (дист.) и по 2 капли р-ра фенолфталеина.

5. Оттитровать содержимое каждой колбы 0,1 н щелочью до слабо-розового окрашивания при непрерывном и тщательном помешивании. По окончании титрования записать результаты; содержимое вылить, и колбы помыть.

6. Еще 3-4 раза через каждые 15 минут взять из колбы №1 и 2 пробы по 1 мл и оттитровать их с водой и фенолфталеином, как описано выше.

7. Сравнить объемы 0,1 н щелочи, пошедшие на титрование каждой пробы из колб №1 и 2, и, отложив их по времени, вычертить кривые расщепления жира.

Так как гидролиз идет постепенно, количество освобождающихся жирных кислот нарастает во времени. Желчь (собственно соли желчных кислот) имеет большое значение для переваривания даже такого сильно эмульгированного жира, как жир молока. Роль желчи для переваривания других жиров еще важнее, так как, помимо активации липазы, желчь переводит жиры в эмульгированное состояние (а также способствует всасыванию жирных кислот). При недостаточном поступлении желчи в кишечник жиры переходят в кал почти неизменными.

#### **Опыт 2. Эмульгирование жиров.**

В 4 сухие пробирки поместить по 0,5 мл подсолнечного масла, добавить по 0,5 мл в 1 пробирку р-р мыла, во – вторую – р-р карбоната натрия 10%, в третью – желчь, в четвертую – воду. Содержимое пробирок интенсивно перемешать. Эмульсия образуется в трех первых пробирках.

#### **Опыт 3. Качественная реакция на желчные кислоты.**

В пробирку внести 8-10 капель желчи, добавить 0,5 мл р-ра сахарозы 1% и осторожно по стенке пробирки серную кислоту (конц.). Р-р не встряхивать. Появление кольца коричневого цвета подтверждает присутствие в растворе желчных кислот.

#### **Опыт 4. Ферментативный гидролиз белков, роль соляной кислоты.**

В 4 пробирки поместить мышечную ткань. Прилить в 1-ю – 2 мл соляной кислоты (2%); во 2-ю – пепсин кислый; в 3-ю – пепсин нейтральный; в 4-ю – пепсин щелочной. Установить пробирки в водяную баню на 10-20 минут, затем провести биуретовую реакцию во 2-й, 3-й, 4-й пробирках.

Результаты опыта, уравнение гидролиза белка и вывод записать.

## **6 ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ (САМОКОНТРОЛЯ) УСВОЕННОГО МАТЕРИАЛА**

### **6.1 Оценочные средства, показатели и критерии оценивания компетенций**

<b>Индекс компетенции</b>	<b>Оценочное средство</b>	<b>Показатели оценивания</b>	<b>Критерии оценивания сформированности компетенций</b>
ПК-2	Отчет по лабораторной работе	Низкий (неудовлетворительно)	ставится, если допущены существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые не исправляются даже по указанию преподавателя.
		Пороговый	ставится, если допущены одна-две суще-



	(удовлетворительно)	ственные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые исправляются с помощью преподавателя.
	Базовый (хорошо)	а) работа выполнена правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) допустимы: неполнота проведения или оформления эксперимента, одна-две несущественные ошибки в проведении или оформлении эксперимента, в правилах работы с веществами и приборами
	Высокий (отлично)	а) работа выполнена полно, правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) эксперимент осуществлен по плану с учетом техники безопасности и правил работы с веществами и приборами; в) имеются организационные навыки (поддерживается чистота рабочего места и порядок на столе, экономно используются реактивы).
Тест	Низкий (неудовлетворительно)	Количество правильных ответов на вопросы теста менее 60 %
	Пороговый (удовлетворительно)	Количество правильных ответов на вопросы теста от 61-75 %
	Базовый (хорошо)	Количество правильных ответов на вопросы теста от 76-84 %
	Высокий (отлично)	Количество правильных ответов на вопросы теста от 85-100 %
Устный и письменный опрос на практическом занятии	Низкий уровень – неудовлетворительно «2»	Студент обнаруживает незнание большей части соответствующего вопроса, допускает ошибки в формулировке определений, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.
	Пороговый уровень – удовлетворительно «3»	Студент обнаруживает знание и понимание основных положений вопроса, но: 1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; 2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; 3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.
	Базовый уровень – хорошо «4»	1) в ответе допущены малозначительные ошибки и недостаточно полно раскрыто со-

			держание вопроса; если допущено 1-2 недочета в последовательности и языковом оформлении излагаемого.
		Высокий уровень – отлично «5»	1) студент полно излагает материал, дает правильное определение основных понятий; 2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.
Самостоятельные письменные работы (серии)		Низкий уровень – неудовлетворительно «2»	студент допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3»
		Пороговый уровень – удовлетворительно «3»	студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил: не более двух грубых ошибок; или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета; или не более двух-трех негрубых ошибок; или одной негрубой ошибки и трех недочетов; или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов.
		Базовый уровень – хорошо «4»	студент выполнил работу полностью, но допустил в ней: не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух недочетов
		Высокий уровень – отлично «5»	работа выполнена без ошибок, указаны все формулы, ферменты, протекающие реакции приведены полностью.

### 6.2 Промежуточная аттестация студентов по дисциплине

Промежуточная аттестация является проверкой всех знаний, навыков и умений студентов, приобретенных в процессе изучения дисциплины. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является зачет.

Для оценивания результатов освоения дисциплины применяется следующие критерии оценивания.

#### **Критерии оценивания устного ответа на зачете**

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если:

- вопросы раскрыты, изложены логично, без существенных ошибок,
- показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами,
- продемонстрировано усвоение ранее изученных вопросов, сформированность компетенций, устойчивость используемых умений и навыков;

- допускаются незначительные ошибки.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если:

- не раскрыто основное содержание учебного материала; обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;
- допущены ошибки в определении понятий, которые не исправлены после не-

скольких наводящих вопросов;

- не сформированы компетенции, умения и навыки.

### 6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения дисциплины

#### Перечень лабораторных работ (См. Практикум)

#### Примеры тестовых заданий Тест по биологической химии №1 Инструкция для студента

*Тест содержит 25 заданий, из них 15 заданий – часть А, 5 заданий – часть В, 5 заданий – часть С. На его выполнение отводится 90 минут. Если задание не удастся выполнить сразу, перейдите к следующему. Если останется время, вернитесь к пропущенным заданиям. Верно выполненные задания части А оцениваются в 2 балла, части В – 2 балла, части С – 5 баллов.*

#### Часть А

**К каждому заданию части А даны несколько ответов, из которых только один верный. Выполнив задание, выберите верный ответ и укажите в бланке ответов.**

А 1. Какая аминокислота в водном растворе имеет суммарный положительный заряд:

а) серин; б) глутаминовая кислота; в) лизин; г) лейцин; д) аспарагин.

А 2. Найдите правильный ответ: вазопрессин – это

а) антибиотик, активный против пневмококков.

б) циклический декапептид.

в) продукт, образующийся при гидролизе белков.

г) гормон, стимулирующий сокращение гладких мышц кровеносных сосудов и регулирует водный обмен.

д) ядовитое вещество, которое выводится из организма.

А 3. Какое утверждение неправильное:

а)  $\alpha$  – спиральная конформация полипептидной цепи характеризуется предельно плотной упаковкой.

б) на каждый виток правозакрученной  $\alpha$  – спирали приходится 3,6 аминокислотных остатков.

в) на свойства белков не влияют изменения рН и температуры среды.

г) вирус табачной мозаики состоит из большого числа субъединиц.

д) в формировании  $\alpha$  – спирали и  $\beta$  – структуры главная роль принадлежит водородным связям.

А 4. Полиневрит – это

а) В<sub>1</sub> – авитаминоз.

б) полиавитаминоз, вызванный отсутствием витаминов РР и В<sub>6</sub> и зависящий от количества триптофана в диете.

в) нарушение нормального отложения фосфата кальция в костной ткани из – за отсутствия кальциферолов.

г) болезнь, выражающаяся в повышении проницаемости и хрупкости кровеносных сосудов вследствие недостаточности витамина.

д) заболевание роговицы глаза, вызванное авитаминозом.

А 5. Каталитический центр – это:

а) участок молекулы фермента, в результате присоединения к которому какого – либо вещества изменяется третичная структура молекулы фермента и , как следствие этого, изменяется каталитическая активность.

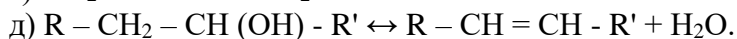
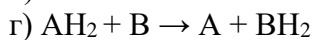
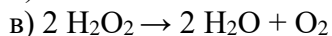
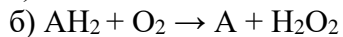
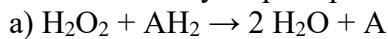
б) участок молекулы фермента, ответственный за присоединение вещества, подвергающегося ферментативному превращению.

в) комплекс нескольких ферментов работающих как единый энзим.

г) участок молекулы фермента, ответственный одновременно и за присоединение субстрата, и за осуществление каталитического процесса.

д) уникальное сочетание аминокислотных остатков, располагающихся в какой – то части белковой молекулы и принимающих непосредственное участие в осуществлении каталитического процесса.

А 6. Каталаза ускоряет реакцию:



А 7. Соединением, содержащим макроэргическую связь, является:

а) глюкозо-6-фосфат; б) глицин; в) глицерофосфат;

г) янтарная кислота; д) ацетил – Ко А.

А 8. ФАД

а) Кофермент дегидрогеназ.

б) Кофермент аминотрансфераз.

в) Кофермент декарбоксилаз кетокислот.

г) Кофермент ацилтрансфераз.

д) Кофермент карбоксилаз.

А 9. По количественному содержанию в биологических объектах первое место принадлежит:

а) белкам

б) воде

в) углеводам

г) липидам

д) минеральным веществам

А 10. Найдите неправильное утверждение: в ходе ферментативного катализа при образовании фермент – субстратного комплекса:

а) Изменяется конформация субстрата.

б) Образуются нековалентные связи между ферментом и субстратом.

в) Сближаются функциональные группы участвующие в катализе.

г) Изменяется порядок соединения аминокислот.

д) Усиливается комплементарность между ферментом и субстратом.

А 11. Выберите фермент, катализирующий реакцию, непосредственно сопряжённую с синтезом АТФ в митохондриях:

а) АТФ – синтаза.

б) NADH – дегидрогеназа

в) QH<sub>2</sub> – дегидрогеназа.

г) NAD – зависимая дегидрогеназа.

д) Цитохромоксидаза.

А 12. Гликогенсинтаза участвует в процессе:

а) Образование глюкозо – 6 – фосфата.

б) Расщепление связей в точках ветвления.

в) Образование свободной глюкозы.

г) Образование глюкозо – 1 – фосфата.

д) В качестве субстрата использует уридиндифосфатглюкозу.

А 13. В организме основное количество холестерина используется на:

- а) Синтез желчных кислот.
- б) Построение мембран.
- в) Образование кортикостероидов.
- г) Синтез витамина D<sub>3</sub>.
- д) Образование половых гормонов.

А 14. Фермент пепсин ускоряет реакцию:

- а) гидролиза белков б) гидролиза жиров
- в) гидролиза крахмала
- г) гидролиза лактозы
- д) гидролиза целлюлозы

А 15. Центральным метаболитом обмена веществ и энергии является

- а) Аминоуксусная кислота.
- б) Мочевая кислота.
- в) Молочная кислота.
- г) Активная уксусная кислота.
- д) Глюкоза.

### Часть В

**Будьте внимательны! Задания части В могут быть трех типов:**

**1) задания, содержащие несколько верных ответов;**

**2) задания на установление соответствия;**

**3) задания, ответ на которые должен быть дан в виде числа, символа, слова**

В 1. Аминокислоты, способные образовывать ионную связь с лизином.

- а) Глицин.
- б) Аспарагиновая кислота.
- в) Лейцин.
- г) Аргинин.
- д) Глутаминовая кислота

В 2. Установите соответствие между классами ферментов и их реакциями:

- 1. Оксидоредуктазы
- 2. Гидролазы
- 3. Изомерахзы
- 4. Декарбоксилазы
- а) Взаимопревращения субстратов.
- б) Окислительно – восстановительные.
- в) Гидролитического распада.
- г) Переноса функциональных групп

В 3. К стероидным гормонам относятся:

- а) адреналин,
- б) андрогены,
- в) инсулин,
- г) кортизол,
- д) тестостерон

В 4. Определите суммарный заряд пептида при рН 7,0: Глу – Лиз – Вал – Асп.

В 5. Сколько молекул АТФ образуется при аэробном окислении глюкозы.

### Часть С

**Ответы к заданиям части С формулируете в свободной краткой форме и записываете в бланк ответов.**

- С 1. Укажите составные компоненты фермента декарбоксилазы.
- С 2. Перечислите основные этапы гликолиза.
- С 3. Укажите условия работы ферментов в ротовой полости.
- С 4. Напишите гидролиз АТФ и укажите какие вещества входят в ее состав.
- С 5. Напишите механизм образования трипептида: Гли – Лиз – Фен

**Образец вопросов для устного или письменного опроса на практическом занятии  
Контрольная работа к разделу 1 «Биомолекулы»**

**Вариант 1**

1. Напишите образование пептида ала-асп-тир. Каков суммарный заряд пептида в кислой, щелочной и нейтральной среде. Укажите роль этих процессов.
2. Строение и механизм действия декарбоксилазы. Что такое активный центр ферментов?
3. Что понимают под третичной структурой белка гемоглобина. Какова ее роль? Какие виды взаимодействий поддерживают третичную структуру белковой молекулы? Приведите примеры формулами.
4. Витамин В1.
5. Половые гормоны

**Вопросы дискуссии по теме 2.2 Биологическое окисление.**

1. Теория активирования кислорода К. Шенбайна;
2. Перекисная теория А.Н. Баха;
3. Концепция дыхательных хромогенов В.И. Палладина и Х. Виланда;
4. Выделение и характеристика разнообразных дегидрогеназ;
5. Обнаружение цитохромов и цитохромоксидазы (Д. Кейлин и О. Варбург) и признание цитохромной системы доминирующей терминальной дыхательной системы;
6. Открытие явления окислительного фосфорилирования (В.А. Энгельгардт).

**Образец задания для письменной самостоятельной работы (серии)**

**Раздел 2. Химический состав клетки и особенности метаболизма**

**Серия № 1 Химический состав организма**

1. Подготовиться к химическому диктанту:  
Напишите формулы  
А) формулы: уксусный альдегид, уксусная кислота, стеариновая кислота, уксусно-этиловый эфир, глицерин, жир, глюкоза, рибоза, крахмал, целлюлоза, аминокислота глицин, аденин (с.р.).
2. Напишите реакции окисления  
А) реакции горения этилового спирта и полного окисления глюкозы с участием кислорода. Укажите сходство и различие этих процессов.  
Б) реакцию гидролиза крахмала до глюкозы и реакцию гидролиза жира. Укажите продукты реакции.
3. Заполните таблицу: Роль макро- и микроэлементов в живых системах, их содержание в продуктах питания (название элемента, роль элемента в живых системах, заболевания вызванные избытком или недостатком элемента, содержание в продуктах питания).
4. Зарисуйте клетку животного организма и мышечную клетку. Подпишите все органеллы клеток. Напишите, чем отличается по химическому составу мышечная клетка.
5. Роль воды в организме. Приведите примеры химических реакций.
6. Экстрактивные вещества клетки.
7. Перечислите функции углеводов в живых системах и подтвердите формулами и возможными уравнениями реакций.
8. Перечислите функции липидов и подтвердите формулами, уравнениями реакций и схемами.
9. Основное вещество цитоплазмы – гиалоплазма – внутренняя среда клетки.
10. Зарисуйте мембрану клетки и укажите их функции.
11. Зарисуйте строение митохондрий и укажите их функции.
12. Приготовьте карточку 1: а) строение клетки, б) особенности строения мышечной клетки. Укажите органеллы.

13. Приготовьте карточку 2: Напишите формулами химический состав клетки (уксусная кислота, глюкоза, рибоза, аминокислоты, жир, гликоген, аденин, изобразите схемой коллоидную систему белок-вода).

### Вопросы к зачету

1. Клетка – элементарная частица живого. Гиалоплазма – внутренняя среда клетки. Ее строение и свойства.
2. Минеральный обмен. Макро- и микроэлементы, их роль в обмене веществ.
3. Роль воды в живой природе.
4. Классификация липидов. Строение и биологическая роль.
5. Роль углеводов в живой природе. Классификация, строение и свойства
6. Аминокислоты. Строение. Классификация. Свойства. Биологическая роль.
7. Характеристика пуриновых и пиримидиновых оснований, входящих в состав нуклеиновых кислот. Строение мононуклеотидов.
8. Современные представления о структуре нуклеиновых кислот. Первичная структура ДНК. Принцип комплементарности в строении ДНК. Биологическая роль.

### Белки

9. Белки. Строение. Характеристика и биологическое значение первичной, вторичной, третичной и четвертичной структуры.
10. Роль белков в построении живой материи и осуществлении процессов жизнедеятельности. Примеры. Элементарный состав и молекулярная масса белков. Сущность пептидной теории строения белка.
11. Физико-химические свойства белков. Белки – коллоиды, их амфотерные и буферные свойства. Изоэлектрическая точка белка. Диализ.
12. Понятие о нативном белке. Сущность процессов высаливания и денатурации.
13. Классификация белков. Строение и характеристика простых белков. Примеры.
14. Классификация сложных белков. Строение, характеристика и биологическая роль.
15. Сложные белки – хромопротеиды. Строение и свойства гемоглобина. Роль в обмене веществ. Изомеризация мультимерных белков.
16. Сложные белки – нуклеопротеиды. Сходство и различие нуклеиновых кислот. Их биологическая роль. Строение хромосомы. Белки хроматина. Упаковка ДНК в хромосомах.
17. Строение и роль биологических мембран. Сложные белки липопротеиды.

### Витамины

18. Витамины. Классификация. Их значение в обмене веществ. Примеры. Строение коферментной группы.
19. Витамин В<sub>1</sub>. Строение ферментов декорбоксилаз. Значение в обмене веществ.
20. Витамин В<sub>2</sub>. Участие в обмене веществ. Строение ФАД. Механизм действия.
21. Витамин РР. Участие НАД<sup>+</sup> в обменных процессах.
22. Витамин С. Строение. Участие в обмене веществ.
23. Витамин А. Строение. Участие в обмене веществ. Каротины.
24. Витамин Д. Строение. Роль в обмене веществ.
25. Строение NS-КоА. Роль в обмене веществ.

### Ферменты

26. Химическая природа ферментов. Примеры ферментов протеинов и протеидов.
27. Свойства ферментов: термолюбильность, зависимость действия от рН среды, специфичность, отличие от неорганических катализаторов. Регуляция активности ферментов.
28. Механизм действия ферментов. Примеры. Теория ферментативного катализа.
29. Коферменты. Строение и биологическая роль. Связь с витаминами. Примеры.
30. Классификация ферментов. Примеры. Механизм действия.
31. Флавиновые ферменты. Роль в тканевом дыхании. Строение коферментной группы ФАД. Механизм действия.
32. Характеристика декорбоксилазы. Строение и механизм действия. Биологическая роль.

33. Строение НАД<sup>+</sup>, механизм действия. Биологическая роль.
34. Строение простых ферментов. Строение и механизм действия лизоцима.
- Гормоны
35. Гормоны. Классификация. Примеры, роль в организме. Простогландины.
36. Гормоны пептидной природы. Строение, механизм действия и роль в организме.
37. Стероидные гормоны. Примеры. Строение. Механизм действия и роль в организме.
38. Гормоны, производные аминокислот.
39. Взаимосвязь витаминов, гормонов и ферментов.
- Обмен веществ и энергии
40. Круговорот веществ в природе. Закон сохранения материи и энергии. Приложение его к биологическому миру.
41. Макроэргические соединения.
42. Современные представления о биологическом окислении.
43. Синтез АТФ.
44. Развитие учения о биологическом окислении. Работы Баха, Палладина, роль работ академика Энгельгардта о связи биологического окисления с фосфорилированием. Строение внутренней мембраны митохондрий.
45. Переваривание углеводов по ходу ЖКТ. Характеристика ферментов, участвующих в гидролизе углеводов.
46. Переваривание жиров по ходу ЖКТ. Роль желчи в переваривании жиров. Строение желчных кислот.
47. Переваривание белков по ходу ЖКТ. Механизм действия гидролаз. Проферменты.
48. Гликолиз. Анаэробное окисление углеводов. Энергетический эффект.
49. Аэробное окисление углеводов. Энергетический эффект.
50. Обмен пировиноградной кислоты (ПВК). Пируватдегидрогеназный комплекс.
51. Строение гликогена. Синтез углеводов в печени. Участие УДФ в этом процессе.
52. Окисление глицерина в тканях. Энергетическая ценность окисления жиров.
53. Окисление высших карбоновых кислот в тканях ( $\beta$ -окисление).
54. Роль цикла Кребса в аэробном окислении.
55. Синтез высших жирных кислот, участие малонил-КоА. Строение и механизм действия синтетазы высших карбоновых кислот.
56. Синтез жира в стенке кишечника. Специфичность жиров. Резервный и протоплазматический жир.
57. Переаминирование. Сущность процесса.
58. Пути превращения аминокислот в организме. Синтез мочевины.
59. Значение ацетил-КоА в осуществлении перехода от углеводов к жирам, белкам и обратно.
60. Взаимосвязь между обменом белков, жиров и углеводов

## **7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ**

**Информационные технологии** – обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам, увеличения контактного взаимодействия с преподавателем, построения индивидуальных траекторий подготовки, объективного контроля и мониторинга знаний студентов.

В образовательном процессе по дисциплине используются следующие информационные технологии, являющиеся компонентами Электронной информационно-образовательной среды БГПУ:

- Официальный сайт БГПУ;
- Система электронного обучения ФГБОУ ВО «БГПУ»;
- Система тестирования на основе единого портала «Интернет-тестирования в сфере образования [www.i-exam.ru](http://www.i-exam.ru)»;



- Электронные библиотечные системы;
- Мультимедийное сопровождение лекций и практических занятий.

## **8 ОСОБЕННОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья применяются адаптивные образовательные технологии в соответствии с условиями, изложенными в разделе «Особенности организации образовательного процесса по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья» основной образовательной программы (использование специальных учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь и т.п.) с учётом индивидуальных особенностей обучающихся.

## **9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ**

### **9.1 Литература**

1. Проскурина, И. К. Биохимия / И. К. Проскурина. – М.: Владос-Пресс, 2001. – 236 с.
2. Иваченко, Л. Е. Введение в биологическую химию : учебное пособие / Л. Е. Иваченко. – Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2018. – 130 с.
3. Стасюк, Е. М. Биохимия: лабораторный практикум / Е. М. Стасюк — Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2011. – 129 с.
4. Стасюк, Е. М. Основы биохимии: учебное пособие для студентов физической культуры и спорта / Стасюк, Е. М.-Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2008. – 195 с.
5. Стасюк, Е. М. Практикум по биохимии: учебное пособие / Е. М. Стасюк [и др.]. – Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2005. – 137 с.
6. Филиппович, Ю. Б. Основы биохимии / Ю. Б. Филиппович. – М.: Высшая школа, 2000. – 508 с.
7. Ершов, Ю. А. Биохимия : учебник и практикум для вузов / Ю. А. Ершов, Н. И. Зайцева ; под редакцией С. И. Щукина. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2023. – 323 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-07505-2. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/511971>

### **9.2 Базы данных и информационно-справочные системы**

1. Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru>.
2. Портал научной электронной библиотеки – <http://elibrary.ru/defaultx.asp>.
3. Электронная библиотека учебных материалов по химии МГУ <http://www.chem.msu.su/rus/elibrary/>
4. Химия и жизнь – XXI век <http://www.hij.ru/> – ежемесячный научно-популярный журнал.
5. Химическая и биологическая безопасность <http://www.cbsafety.ru/> – информационно-аналитический журнал.

### **9.3 Электронно-библиотечные ресурсы**

1. Полпред (обзор СМИ). – Режим доступа: <https://polpred.com/news>
2. ЭБС «Юрайт». – Режим доступа: <https://urait.ru>.

## **10 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА**

Для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются аудитории, оснащённые учебной мебелью, аудиторной доской, компьютером с установленным лицензионным специализированным программным обеспечением, коммутатором

для выхода в электронно-библиотечную систему и электронную информационно-образовательную среду БГПУ, мультимедийным проектором, экспозиционным экраном, учебно-наглядными пособиями (стенды, таблицы, мультимедийные презентации).

Для проведения лабораторных занятий используется: Лаборатория биологической химии, укомплектованная следующим оборудованием

- Комплект аудиторной мебели
- Стол лабораторный 1-мест. (8 шт.)
- Компьютер с установленным лицензионным программным обеспечением (1 шт.)
- Мультимедийный проектор (1 шт.)
- Вертикальная камера для электрофореза (1 шт.)
- КФК-2 (1 шт.)
- Облучатель бактериологический (1 шт.)
- Одноканальная пипетка (4 шт.)
- Весы для уравнивания пробирок (1 шт.)
- Весы лабораторные ЕК-410 (1 шт.)
- Микроскоп «Биолам» (1 шт.)
- Прибор для гельэлектрофореза (2 шт.)
- Термостат (2 шт.)
- Фотоэлектроколориметр (1 шт.)
- Хроматограф (1 шт.)
- Центрифуга (2 шт.)
- Поляриметр (1 шт.)
- Секундомер (1 шт.)
- Спектрофотометр ПЭ- 5400УФ (1 шт.)
- Холодильник LG Electronics (1 шт.)
- Водяная баня (1 шт.)
- Сушильный шкаф (1 шт.)
- Вытяжной шкаф (1 шт.)
- Люксометр (1шт)
- рН-метр (1 шт)
- Прибор для определения удельной активности каталаз газометрическим методом (1 шт)
- Штативы для пробирок, лабораторная посуда и нагревательные приборы
- Химические реактивы по тематике лабораторных работ
- Учебно-наглядные пособия – таблицы, мультимедийные презентации по дисциплине «Биохимия»

Самостоятельная работа студентов организуется в аудиториях оснащенных компьютерной техникой с выходом в электронную информационно-образовательную среду вуза, в специализированных лабораториях по дисциплине, а также в залах доступа в локальную сеть БГПУ и др.

Лицензионное программное обеспечение: Microsoft®WINEDUperDVC AllLng Upgrade/SoftwareAssurancePack Academic OLV 1License LevelE Platform 1Year; Microsoft®OfficeProPlusEducation AllLng License/SoftwareAssurancePack Academic OLV 1License LevelE Platform 1Year; Dr.Web Security Suite; Java Runtime Environment; Calculate Linux.

**Разработчик:** Иваченко Л. Е. доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры химии

**11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ**

**Утверждение изменений и дополнений в РПД для реализации в 2023/2024 уч. г.**

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023/2024 учебном году на заседании кафедры (протокол № 9 от 28 июня 2023 г.). В РПД внесены следующие изменения и дополнения:

№ изменения: 1	
№ страницы с изменением: 33	
В Раздел 9 внесены изменения в список литературы, в базы данных и информационно-справочные системы, в электронно-библиотечные ресурсы. Указаны ссылки, обеспечивающие доступ обучающимся к электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам с сайта ФГБОУ ВО «БГПУ».	