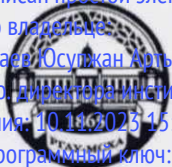


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Юлдашбаев Юсулжан Артыкович  
Должность: И.о. директора института зоотехнии и биологии  
Дата подписания: 10.10.2023 15:20:39  
Уникальный программный ключ:  
5fc0f48fbb34735b4d931397ee06994d56e515e6



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**  
**(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)**

Институт зоотехнии и биологии  
Кафедра физиологии, этологии и биохимии животных



УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института  
зоотехнии и биологии

Ю.А. Юлдашбаев

28 июня 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.О.29 Биологическая химия**

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 06.03.01 Биология

Направленность: Зоология

Курс   2  

Семестр   4  

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2023

Москва, 2023

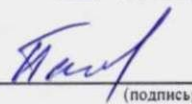
Разработчик (и): Савчук С.В., к.б.н., доцент, Саковцева Т.В., к.б.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«09» 06 2023 г.

Рецензент: \_\_\_\_\_ Панов В.П., д.б.н., профессор \_\_\_\_\_

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

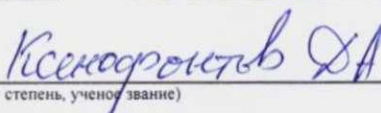
«09» 06 2023 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 06.03.01 Биология и учебного плана

Программа обсуждена на заседании кафедры физиологии, этологии и биохимии животных протокол № 17 от «09» 06 2023 г.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

(ФИО, ученая степень, ученое звание)



  
(подпись)

«09» 06 2023 г.

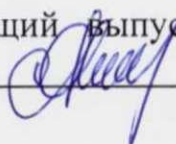
**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии института зоотехнии и биологии Маннапов А.Г., д.б.н., профессор протокол № 11 от «28» 06 2023 г. \_\_\_\_\_

(подпись)

«28» 06 2023 г.

Заведующий выпускающей кафедры зоологии Кидов А.А., к.б.н., доцент



(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«09» 06 2023 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ \_\_\_\_\_



## СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ.....	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ .....	4
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	5
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ..... ПО СЕМЕСТРАМ .....	5
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	8
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ/ ЗАНЯТИЯ .....	13
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	16
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	16
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	16
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ .....	21
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	22
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	22
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	22
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ .....	23
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ.....	23
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....	23
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ) .....	23
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ).....	23
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ..	25
Виды и формы отработки пропущенных занятий.....	25
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	26

## Аннотация

рабочей программы учебной дисциплины  
Б1.О.29 «Биологическая химия»  
для подготовки бакалавра

Цель освоения дисциплины: приобретение студентами знаний о структуре и свойствах химических соединений, входящих в состав живых организмов, об основных закономерностях биохимических процессов и механизмах регуляции обмена веществ. Овладеть методиками определения основных метаболитов клетки, методами и навыками работы на приборах и оборудовании, используемых в биохимических лабораториях как научно-исследовательского, так и производственного профиля.

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина включена в базовую часть учебного плана по направлению подготовки 06.03.01 – Биология.

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-8.2.

Краткое содержание дисциплины: Курс «Биологическая химия» состоит из двух частей: «Структурная биохимия» и «Метаболическая биохимия». В первом разделе приводятся данные о структуре, физико-химических свойствах и биологической активности основных классов природных соединений, а также строении, разнообразии и механизме действия ферментов и гормонов. Вторая часть курса посвящена рассмотрению вопросов пластического и энергетического обмена. Особое внимание в программе уделяется изучению взаимосвязи углеводного, липидного и белкового обмена, рассмотрению метаболизма как единой системы процессов.

Общая трудоемкость дисциплины/ в т.ч. практическая подготовка: 144 часа/ 4 зач. ед.

Промежуточный контроль: зачет с оценкой.

Ведущие преподаватели: профессорско-преподавательский состав кафедры физиологии, этологии и биохимии животных.

### 1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Биологическая химия» является приобретение студентами знаний о структуре и свойствах химических соединений, входящих в состав живых организмов, об основных закономерностях биохимических процессов и механизмах регуляции обмена веществ. Овладеть методиками определения основных метаболитов клетки, методами и навыками работы на приборах и оборудовании, используемых в биохимических лабораториях как научно-исследовательского, так и производственного профиля.

### 2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Биологическая химия» включена в обязательный перечень дисциплин учебного плана базовой части Блока I «Дисциплины (модули)» учебного плана. Дисциплина «Биологическая химия» реализуется в соответ-

ствии с требованиями ФГОС и Учебного плана по направлению 06.03.01 – Биология.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Биологическая химия» являются «Общая биология», «Цитология», «Гистология», «Морфология животных», «Неорганическая химия», «Аналитическая химия» и «Органическая химия», «Микробиология и вирусология».

Дисциплина «Биологическая химия» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Молекулярная биология», «Введение в биотехнологию», «Основы ветеринарии».

Особенностью дисциплины является подготовка бакалавров к решению такой профессиональной задачи как постановка и выполнение экспериментов по заданной методике, и анализ результатов.

Рабочая программа дисциплины «Биологическая химия» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представлены в таблице 1.

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часа), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины Б1.О.29 Биологическая химия

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	ОПК-2	Способен применять принципы структурно-функциональной организации, использовать физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания		Знать основные системы жизнеобеспечения и гомеостатической регуляции жизненных функций у растений и у животных, способы восприятия, хранения и передачи информации, ориентироваться в современных методических подходах, концепциях и проблемах физиологии, цитологии, биохимии	Уметь осуществлять выбор методов, адекватных для решения исследовательской задачи, выявлять связи физиологического состояния объекта с факторами окружающей среды	Владеть опытом применения экспериментальных методов для оценки состояния живых объектов
2.	ОПК-2.1		Знать основные системы жизнеобеспечения и гомеостатической регуляции жизненных функций у растений и у животных, способы восприятия, хранения и передачи информации, ориентироваться в современных методических подходах, концепциях и проблемах физиологии, цитологии, биохимии	Знать теоретические основы, новейшие научные и практические достижения в области биологической химии	Уметь грамотно объяснять процессы, происходящие в организме, с биохимической точки зрения	Владеть навыками работы с биохимической литературой для поиска информации об отдельных определениях, понятиях и терминах, объяснения их применения в практических ситуациях
3.	ОПК-		Уметь осуществлять	Знать методы теоретической	Уметь использовать	Владеть навыками под-

2.2		выбор методов, адекватных для решения исследовательской задачи; выявлять связи физиологического состояния объекта с факторами окружающей среды	теоретических и экспериментальных исследований в биохимии	необходимые приборы и лабораторное оборудование при проведении исследований	подготовки и проведения химического эксперимента по изучению свойств и идентификации важнейших классов биогенных соединений; ряда природных объектов
4.	ОПК-2.3	Владеть опытом применения экспериментальных методов для оценки состояния живых объектов	Знать строение, свойства и обмен белков, жиров и углеводов в организме	Уметь применять знания по биохимии для решения профессиональных задач	Владеть биохимическими методами определения азотсодержащих веществ, липидов, углеводов и их метаболитов, минеральных веществ и ферментов
5.	ОПК-8.2	Уметь анализировать и критически оценивать развитие научных идей, на основе имеющихся ресурсов, составить план решения поставленной задачи, выбрать и модифицировать методические приемы	Знать правила интерпретации результатов биохимических исследований для определения физиологического состояния животных	Уметь интерпретировать результаты биохимических исследований для оценки состояния обмена веществ	Владеть навыками работы с биохимической литературой для поиска информации об отдельных определениях, понятиях и терминах, объяснения их применения в практических ситуациях

## ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2

### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. всего	В т.ч. по семестрам № 4
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>66,35</b>	<b>66,35</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>66,35</b>	<b>66,35</b>
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	16	16
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	50	50
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,35	0,35
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>77,65</b>	<b>77,65</b>
<i>контрольная работа</i>	15	15
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)</i>	53,65	53,65
<i>Подготовка к зачёту с оценкой (контроль)</i>	9	9
Вид промежуточного контроля:	Зачёт с оценкой	

## 4.2 Содержание дисциплины

### ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3

#### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплины (укрупнено)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ПКР	
<b>Раздел 1 «Структурная биохимия»</b>					
Тема 1. Роль воды в биологических системах	5	-	2	-	3
Тема 2. Углеводы	5	-	2	-	3
Тема 3. Липиды	5	-	2	-	3
Тема 4. Аминокислоты, пептиды, белки	8	2	2	-	4
Тема 5. Ферментативный катализ	8	2	2	-	4
Тема 6. Коферменты	6	-	2	-	4
Тема 7. Витамины	9	2	2	-	5
Тема 8. Гормоны	11	2	4	-	5
<b>Раздел 2 «Метаболическая биохимия»</b>					
Тема 1. Основы биоэнергетики. Клеточное дыхание. Окислительное фосфорилирование	9	2	2	-	5
Тема 2. Цикл Кребса – центральный энергетический процесс	7	-	2	-	5
Тема 3. Обмен углеводов	13	2	6	-	5
Тема 4. Обмен липидов	13	2	6	-	5
Тема 5. Азотистый обмен	13	2	6	-	5

Наименование разделов и тем дисциплины (укрупнено)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ПКР	
Тема 6. Обмен нуклеиновых кислот	11	-	6	-	5
Тема 7. Биохимическая детоксикация	11,65	-	4	-	7,65
КРА	0,35	-	-	0,35	-
Подготовка к зачету с оценкой	9	-	-	-	9
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>144</b>	<b>16</b>	<b>50</b>	<b>0,35</b>	<b>77,65</b>

## Раздел 1. Структурная биохимия

### Тема 1. Введение. Роль воды в биологических системах.

Биохимия - наука о веществах, которые входят в состав живой природы, и их превращениях, лежащих в основе разнообразных проявлений жизнедеятельности. Теоретическая и практическая значимость биохимии, связь с другими естественными науками. Краткая история развития биохимии.

Биохимическая роль воды в организме животных и продуктах животного происхождения. Строение и физико-химические свойства молекулы воды. Ионизация воды. Водородный показатель (рН). Значение реакции среды для биологических процессов, пути ее регуляции в организме животных. Буферные системы организма животных, их свойства, механизм действия.

Растворы, классификация и свойства. Физико-химические механизмы движения растворителя и растворенного вещества в биологических системах. Диффузия. Осмос. Осмотическое давление в организме животных и его регуляция. Изо-, гипо- и гипертонические растворы.

### Тема 2. Углеводы.

Классификация и номенклатура. Биологическая роль и распространение в природе. Особенности строения, изомерии, конформации и биохимических свойств моносахаридов. Практическая значимость моносахаридов и их производных. Олигосахариды. Строение, свойства и биологическая роль основных природных дисахаридов. Полисахариды: гомо- и гетерогликианы. Строение, свойства и значение крахмала, гликогена, целлюлозы, хитина. Гетерогликианы. Классификация, распространение и биологическая роль. Протеогликианы. Гликозаминогликианы. Практическое использование олиго- и полисахаридов.

### Тема 3. Липиды.

Строение, физико-химические свойства и функциональная роль липидов. Классификация и номенклатура жирных кислот. Строение и физико-химические свойства природных жирных кислот (насыщенных; моно- и полиеновых). Принципы химического строения и функции эйкозаноидов.

Ацилглицерины. Воски. Фосфолипиды: глицерофосфолипиды и сфингомиелины. Гликолипиды: цереброзиды и ганглиозиды. Стероиды: структура, свойства важнейших представителей (холестерол, желчные кислоты, стероидные гормоны, витамины группы Д). Биологическая роль и практическое использование липидов.

### Тема 4. Аминокислоты, пептиды, белки.

Классификация аминокислот. Химическая структура и физико-химические свойства аминокислот. Стереохимия, амфотерность, реакционная способность аминокислот. Характеристика пептидной связи. Принципы организации и биологическая роль пептидов.

Распространение в биообъектах, разнообразие, биологическая роль белков. Физико-химические свойства белков. Принципы структурно-функциональной организации белков. Первичная структура белков. Вторичная структура белков -  $\alpha$ -спирали и  $\beta$ -структуры. Строение и функциональная роль доменов. Третичная структура. Глобулярные и фибриллярные белки. Четвертичная структура белков. Надмолекулярные белковые комплексы. Характеристика связей, стабилизирующих структуру белков. Денатурация и ренатурация белков.

Классификация белков. Простые и сложные белки. Строение, свойства и биологическая роль хромопротеинов (флавопротеины и гемопротеины), гликопротеинов, липопротеинов, металлопротеинов, фосфопротеинов и нуклеопротеинов.

### Тема 5. Ферментативный катализ.

Понятие о ферментах как биологических катализаторах. Особенности биокаталитических процессов. Принципы структурной организации ферментов. Активные и регуляторные центры. Роль коферментов и простетических групп в биокатализе. Коферментные формы витаминов. Участие металлов в ферментативных процессах.

Механизм действия ферментов. Кинетика ферментативных реакций. Каталитические параметры. Зависимость скорости ферментативных реакций от концентрации субстрата, от рН и температуры. Активация и ингибирование ферментов. Единицы ферментативной активности. Изоферменты и множественные формы ферментов. Принципы регуляции ферментативных реакций. Классификация и номенклатура ферментов. Изоферменты, проферменты, мультиферменты и их биологическая роль. Инженерная энзимология. Использование ферментов в технологии производства продуктов питания животного происхождения.

### Тема 6. Коферменты.

Строение коферментов, механизм их участия в ферментных реакциях. Водорастворимые витамины в качестве коферментов и их предшественников. Коферменты оксидоредуктаз (НАД и НАДФ, ФМН и ФАД, цитохромы, липоат, убихинон). Коферменты карбоксилирования (биотин) и декарбоксилирования (ТПФ). Коферменты переноса одноуглеродных групп (ТГФК, кобаламин). Коферменты переноса ацильных радикалов (Ко А, АПБ). Кофермент переаминирования (ПФ).

### **Тема 7. Витамины.**

История развития учения о витаминах. Понятие об авитаминозах, гиповитаминозах, гипертитаминозах, авитаминозах. Классификация и номенклатура витаминов: буквенная, химическая.

Жирорастворимые витамины. Витамины группы А (ретинолы). Строение, свойства, источники. Каротиноиды. Участие витамина А в зрительном процессе, обмене белков, углеводов, липидов. Витамины группы Д (кальциферолы). Строение, свойства, источники. Участие в регуляции обмена кальция и фосфора. Рахит и остеомалация. Витамины группы Е (токоферолы). Строение, свойства, источники. Биологическая и антиоксидантная роль токоферолов. Мышечная дистрофия. Витамины группы К (филлохиноны). Строение и биологическая роль. Участие витамина К в процессе свертывания крови.

Водорастворимые витамины. Витамины группы В. Биотин, витамин С, витамин Р. Природные источники. Биологическая роль, участие в образовании коферментов.

Понятие о провитаминах.

### **Тема 8. Гормоны.**

Роль гормонов в регуляции метаболизма. Классификация гормонов. Механизм передачи гормонального сигнала гидрофильных и липофильных сигнальных веществ. Понятие о вторичных мессенджерах. Гормоны гипоталамуса. Гормоны передней и задней доли гипофиза, структура, свойства, биологическое действие. Гормоны щитовидной железы, структура, свойства, биологическое действие. Гормоны поджелудочной железы, структура, свойства, биологическое действие. Гормоны паращитовидных желез, структура, свойства, биологическое действие. Гормоны мозгового слоя и коры надпочечников, структура, свойства, биологическое действие. Гормоны половых желез, структура, свойства, биологическое действие. Эйкозаноиды, структура, свойства, биологическое действие.

## **Раздел 2. Метаболическая биохимия.**

### **Тема 1. Основы биоэнергетики. Клеточное дыхание. Окислительное фосфорилирование.**

Введение в обмен веществ и энергии. Биохимические аспекты основных принципов термодинамики. Энтальпия и энтропия. Виды полезной работы в организме. Свободная энергия. Направление изменений свободной энергии в биологических системах. Представление о метаболизме. Катаболические и анаболические пути превращения биогенных веществ и способы их сопряжения. Макроэргические соединения. Главные структурные особенности высокоэнергетических фосфатов. Роль АТФ в обмене веществ.

Биохимическая природа субстратов биологического окисления. Дыхательная цепь. Редокс-потенциал. Комплексы дыхательной цепи. Роль свободного кислорода в клеточном дыхании. Роль АТФ-азы в митохондриальной мембране. Окислительное фосфорилирование. Функции протонов и электронов в окислительном фосфорилировании. Окислительное фосфорилирование. Разобшение окисления и фосфорилирования и факторы его вызывающие.

### **Тема 2. Цикл Кребса – центральный процесс энергетического обмена.**

Цикл трикарбоновых кислот. Окислительное декарбоксилирование пировиноградной кислоты как подготовительный этап цикла Кребса. Анаэробные реакции цикла трикарбоновых кислот и их значение для метаболизма клетки. Энергетический выход процесса. Пути регулирования цикла Кребса.

### **Тема 3. Обмен углеводов.**

Переваривание углеводов в желудочно-кишечном тракте и их всасывание. Образование гликогена. Роль печени в поддержании нормального уровня глюкозы в крови. Промежуточный обмен углеводов в органах и тканях. Гликолиз. Последовательность этапов превращений и их роль в организме. Энергетический баланс этих процессов. Пентозофосфатный путь окисления углеводов. Окислительные и неокислительные реакции, биологическая роль. Глюконеогенез и его биологическое значение. Гормональная и аллостерическая регуляция углеводного обмена. Особенности углеводного обмена у жвачных животных. Роль клетчатки в обмене веществ у жвачных животных.

### **Тема 4. Обмен липидов.**

Переваривание липидов в желудочно-кишечном тракте и их всасывание. Эмульгирование и значение этого процесса в обмене липидов. Желчные кислоты и их биологическая роль. Транспорт липидов. Окисление жирных кислот в митохондриях. Пластическая и энергетическая роль  $\beta$ -окисления жирных кислот.

Биосинтез жирных кислот. Мультиферментный комплекс синтазы жирных кислот. Окисление глицерина и его биологическая роль. Синтез жира из углеводов. Обмен фосфолипидов, их биосинтез и роль в обмене веществ.

Кетонные тела. Образование, механизм синтеза и биологическая роль. Молекулярные механизмы возникновения кетозов. Причины кетоза у моногастрических и жвачных животных.

Обмен холестерина. Синтез и биоактивные производные холестерина. Строение биологических мембран. Функции мембран.

Свободнорадикальное окисление липидов. Активные формы кислорода. Роль активных форм кислорода и ПОЛ в обмене веществ. Регуляторы свободно-радикального окисления в клетках. Антиоксидантная система организма. Нарушения липидного обмена. Регуляция липидного обмена.

### **Тема 5. Азотистый обмен.**

Баланс азота в организме и его разновидности. Переваривание белков. Пептидазы. Всасывание продуктов переваривания белка. Представление об оптимальном соотношении аминокислот пищевого белка. Вредное действие избыточных и недостаточных количеств незаменимых аминокислот на организм. Способы определения биологической питательной ценности пищевых белков. Особенности азотистого обмена у жвачных животных. Микробный синтез белка в преджелудках жвачных.

Пути превращения аминокислот (дезаминирование, трансаминирование, декарбоксилирование). Биосинтез аминокислот в организме. Заменяемые и незаменимые, гликогенные и кетогенные аминокислоты. Катаболические превращения аминокислот в организме. Биологические производные серосодержащих и ароматических аминокислот. Биогенные амины и их биологическая роль. Синтез белка (трансляция). Регуляция синтеза белка. Особенности азотистого обмена у птиц.

#### Тема 6. Обмен нуклеиновых кислот.

Нуклеотиды и нуклеиновые кислоты. Нуклеотиды. Химический состав и структура нуклеиновых кислот (ДНК, РНК), их биологическая роль. Нуклеопротеины.

Расщепление и всасывание нуклеиновых кислот в желудочно-кишечном тракте. Биосинтез пуриновых и пиримидиновых оснований нуклеотидов. Матричный механизм синтеза нуклеиновых кислот и белка. Строение ДНК. Репликация и репарация. Представление о генетическом коде. Строение различных видов РНК, их биологическая роль. Транскрипция. Биохимические основы полимеразной цепной реакции. Участие ДНК и РНК в синтезе белка. Окисление пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов. Конечные продукты распада пуриновых нуклеотидов у разных видов животных.

#### Тема 7. Биохимическая детоксикация.

Пути образования и обезвреживания аммиака в организме. Аммонийотеллические, уриотеллические и урикоделлические животные. Орнитинный цикл. Обмен креатина. Биохимические пути обезвреживания токсических продуктов, образующихся в кишечнике при распаде аминокислот. Биохимические механизмы образования и обезвреживания скатола и индола. Синтез и распад гемоглобина. Пути образования желчных пигментов.

### 4.3 Лекции/практические занятия

Таблица 4

Содержание лекций/практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	<b>Раздел 1. Структурная биохимия</b>				26
	Тема 1. Роль воды в биологических системах	Практическая работа № 1. «Основы физической и коллоидной химии»	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-8.2	Защита практической работы (ПР)	2
	Тема 2. Углеводы	Практическая работа № 2. «Углеводы»	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-8.2	Контрольная работа №1, защита ПР	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	Тема 3. Липиды	Практическая работа № 3. «Липиды»	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-8.2	Контрольная работа №2, защита ПР	2
	Тема 4. Аминокислоты, пептиды, белки	Лекция № 1. «Аминокислоты, пептиды, белки»	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-8.2	-	2
		Практическая работа № 4. «Аминокислоты, пептиды, белки»	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-8.2	Контрольная работа №3, защита ПР	2
	Тема 5. Ферментативный катализ	Лекция № 2. «Ферментативный катализ»	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-8.2	-	2
		Практическая работа № 5. «Ферментативный катализ»	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-8.2	Контрольная работа №4, защита ПР	4
	Тема 6-7. Коферменты. Витамины	Лекция № 4. «Витамины»	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-8.2	-	2
		Практическая работа № 6. «Витамины»	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-8.2	Контрольная работа №5, защита ПР	2
	Тема 8. Гормоны	Лекция № 3 «Гормоны»	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-8.2	-	2
		Практическая работа № 7. «Гормоны»	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-8.2	Контрольная работа №6, защита ПР, устный опрос №1	4
2	<b>Раздел 2. Метаболическая биохимия</b>				40
	Тема 1. Основы биоэнергетики. Клеточное дыхание. Окислительное фосфорилирование	Лекция № 5. «Основы биоэнергетики. Клеточное дыхание. Окислительное фосфорилирование»	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-8.2	-	2
		Практическая работа № 8. «Обмен веществ и энергии»	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-8.2	Контрольная работа №7, защита ПР	2
	Тема 2. Цикл Кребса – центральный энергетический процесс	Практическая работа № 9. «Цикл Кребса»	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-8.2	Контрольная работа №8, защита ПР	2
	Тема 3. Обмен углеводов	Лекция № 6 «Обмен углеводов»	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-8.2	-	2
		Практическая работа № 10. «Обмен углеводов»	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-8.2	Контрольная работа №9, защита ПР	6
	Тема 4. Обмен липидов	Лекция № 7. «Обмен липидов»	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-8.2	-	2



№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		Практическая работа № 11. «Обмен липидов»	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-8.2	Контрольная работа №10, защита ПР	4
		Практическая работа № 12. «Липиды и биологические свойства клеточных мембран»	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-8.2	Контрольная работа №11, защита ПР	2
	Тема 5. Азотистый обмен	Лекция № 8. «Азотистый обмен»	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-8.2	-	2
		Практическая работа № 13. «Обмен белков»	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-8.2	Контрольная работа №12, защита ПР	6
	Тема 6. Обмен нуклеиновых кислот	Практическая работа № 14. «Обмен нуклеиновых кислот»	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-8.2	Контрольная работа №13, Защита ПР	6
	Тема 7. Биохимическая детоксикация	Практическая работа № 15. «Биохимическая детоксикация»	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-8.2	Контрольная работа №14, защита ПР, устный опрос №2	4

#### ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 5

#### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1. Структурная биохимия.</b>		
1.	Тема 1. Роль воды в биологических системах.	Строение и физико-химические свойства молекулы воды. Ионизация воды. Водородный показатель (рН). Буферные системы организма животных, их свойства, механизм действия. Осмотическое давление в организме животных и его регуляция. Изо-, гипо- и гипертонические растворы. (ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-8.2)
2.	Тема 7. Витамины.	История развития учения о витаминах. Витамины группы К (филлохиноны). Строение и биологическая роль. Участие витамина К в процессе свертывания крови. (ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-8.2)
3.	Тема 8. Гормоны.	Гормоны гипоталамуса. Гормоны передней и задней доли гипофиза, структура, свойства, биологическое действие. Гормоны паращитовидных желез, структура, свойства, биологическое действие. Гормоны половых желез, структура, свойства, биологическое действие. (ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-8.2)
<b>Раздел 2. Метаболическая биохимия</b>		
4.	Тема 1. Основы биоэнергетики.	Биохимические аспекты основных принципов термодинамики. Энтальпия и энтропия. Виды полезной работы в организме. Свободная энергия. (ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-8.2)

#### 5. Образовательные технологии

Таблица 6

#### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)	
1.	Ферментативный катализ	ПЗ	Анализ конкретных ситуаций
2.	Гормоны	ПЗ	Анализ конкретных ситуаций
3.	Обмен веществ и энергии	ПЗ	Анализ конкретных ситуаций

#### 6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

##### 6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

#### Вопросы для подготовки к контрольным мероприятиям (текущий контроль)

##### Контрольная работа №1.

1. Биологические функции углеводов в организме животных.
2. Классификация углеводов
3. Строение углеводов разных классов.
4. Физико-химические свойства моносахаридов.
5. Физико-химические свойства дисахаридов.
6. Физико-химические свойства полисахаридов.

##### Контрольная работа №2

1. Биологические функции липидов в организме животных.
2. Классификация липидов.
3. Строение липидов разных классов.
4. Физико-химические свойства липидов.
5. Химические свойства липидов.

##### Контрольная работа №3

1. Природные аминокислоты: строение и классификация.
2. Природные аминокислоты: биологическое значение и функции.
3. Охарактеризуйте уровни организации белковой молекулы и химические связи их стабилизирующие.
4. Классификация белков. Функции белков различных классов в осуществлении биохимических реакций.
5. Физико-химические свойства аминокислот и белков. Изoeлектрическая точка и состояние. Раскройте важность амфотерной природы аминокислот и белков в биологическом отношении.
6. Денатурация и ренатурация белков. Механизмы данных процессов.

##### Контрольная работа №4

1. Ферменты: классификация и номенклатура. Строение ферментов: апофермент, кофермент, каталитический центр, аллостерический центр и их биохимическое значение.
2. Отличие ферментов от неорганических катализаторов: термолабильность, влияние pH на активность, специфичность. Особенности ферментного катализа. Чем объяснить, что в качестве биологических катализаторов природой избраны именно белки?
3. Механизм ферментного катализа. Фермент-субстратный комплекс. Каким образом ферменты снижают энергию активации химических реакций?
4. Какие вещества относят к числу коферментов? Классификация коферментов. Механизм действия коферментов. Чем отличается кофермент от простетической группы?
5. Активность ферментов. Активаторы и ингибиторы ферментов. Механизм их действия. Типы ингибирования ферментов.
6. Способы регулирования скоростей ферментативных реакций и направленности биохимических процессов. Понятие о проферментах, изоферментах, мультиферментных комплексах и их роли в метаболизме.

#### Контрольная работа №5

1. Витамины: классификация и номенклатура. Гипо-, апо- и гипervитаминозы. Причины недостаточности витаминов в организме.
2. Коферменты, образующиеся из витаминов B1, H. Механизм действия ферментов карбоксилирования и декарбоксилирования.
3. Коферменты, образующиеся из витаминов B2, B5, липолевая кислота и их биохимическая роль. Механизм действия окислительно-восстановительных ферментов (оксидоредуктаз).
4. Коферменты, образующиеся из витаминов B3, B12, B6, Bc и их биохимическая роль. Механизм действия ферментов трансфераз.
5. Биохимические функции жирорастворимых витаминов.
6. Витаминоподобные соединения. Межвитаминные взаимоотношения.

#### Контрольная работа №6

1. Гормоны. Строение и классификация.
2. Механизм действия липофильных гормонов.
3. Механизм действия гидрофильных гормонов.
4. Гормоны поджелудочной железы и их биологическая роль.
5. Гормоны щитовидной железы и их биологическая роль.
6. Гормоны надпочечников и их биологическая роль.
7. Половые гормоны и их биологическая роль.

#### Устный опрос №1

1. Охарактеризуйте наиболее важные биологические функции воды. Как эти функции связаны со строением молекулы воды?
2. Что такое pH растворов? Раскройте значение этого показателя для живых организмов.
3. Механизм действия буферных растворов.
4. Элементы-органогены. Влияние органогенов на свойства биогенных соединений. Основные виды атомных группировок в составе биогенных соединений.
5. Биохимические функции минеральных субстратов. Макро- и микроэлементы.
6. Биологические функции и особенности строения природных аминокислот.
7. Биологические функции и роль пептидов.
8. Уровни организации белковых молекул. Механизм денатурации и ренатурации.
9. Изoeлектрическая точка и изоэлектрическое состояние аминокислот и белков. Физико-химические свойства аминокислот и белков.
10. Денатурация: механизм и факторы ее вызывающие.
11. Общие и отличительные свойства неорганического катализатора и фермента.
12. Чем обусловлена специфичность ферментов? Виды специфичности.

13. Методы определения и способы выражения активности ферментов.
14. Клиническое значение определения активности ферментов в биологических жидкостях.
15. Строение ферментов. Ферменты простые и сложные. Биологическое значение апофермента и кофермента.
16. Механизм ферментного катализа.
17. Биологические функции активного и аллостерического центров фермента.
18. Активаторы и ингибиторы ферментов, их биологическая роль.
19. Способы регулирования активности ферментов.
20. Мультиферментные комплексы, проферменты, изоферменты и их биохимическое значение.
21. Классификация и номенклатура ферментов.
22. Витамины – как предшественники коферментов.
23. Витамины группы B и их биохимические функции.
24. Строение и биохимические функции витамина A.
25. Строение и биохимические функции витамина D.
26. Строение и биохимические функции витамина E.
27. Строение и биохимические функции витамина K.
28. Витаминоподобные соединения. Межвитаминные взаимоотношения. Антивитамины.
29. Роль гормонов в регуляции метаболизма. Классификация гормонов по химическому строению и биологическим функциям.
30. Строение, механизм синтеза и биологическая роль эйкозаноидов.
31. Биохимическая роль вторичных мессенджеров при передаче гормонального сигнала.
32. Механизм действия и передачи сигнала гормонов стероидной природы.
33. Механизм действия и передачи сигнала гормонов аминокислотной и белковой природы.
34. Сравните действие на клетки гормонов липофильных и гидрофильных.

#### Контрольная работа №7

1. Общая характеристика обмена веществ и энергии. Катаболизм и анаболизм. Сопрежение экзергонических и эндергонических реакций.
2. Высокоэнергетические биомолекулы и радикалы. Главные структурные особенности высокоэнергетических фосфатов: пирофосфат, АТФ, фосфоэфиры. Почему именно АТФ выбрана природой в качестве формы сохранения химической энергии в клетке?
3. Пути синтеза и расходования АТФ в организме животных.
4. Цепь переноса электронов (ЦПЭ). Строение: местоположение цепи; строение переносчиков электронов; расположение переносчиков электронов в цепи; факторы, влияющие на определенную направленность движения электронов по дыхательной цепи; назовите подвижные звенья дыхательной цепи.
5. Механизм синтеза АТФ АТФ-синтазой. Баланс между синтезом АТФ и транспортом электронов. От чего зависит коэффициент фосфорилирования (P/O)?
6. Разобщение окислительного фосфорилирования. Факторы, вызывающие разобщение окисления с фосфорилированием. Биологическое значение этого процесса.

#### Контрольная работа №8

1. Окислительное декарбоксилирование пирувата как предварительный этап цикла лимонной кислоты. Перечислите витамины и коферменты, задействованные в этом процессе.
2. Реакции цикла лимонной кислоты. Что определяет общее направление реакций в цикле? В какой части клетки протекает этот процесс? Почему?
3. Какие коферменты и витамины участвуют в цикле Кребса? Объясните, как они работают, с указанием конкретных реакций.

4. Расскажите о реакциях цикла Кребса, в результате которых образуются НАДН<sub>2</sub> и ФАДН<sub>2</sub>. Какова дальнейшая судьба этих соединений?
5. Функции цикла трикарбоновых кислот. Объясните, какое значение для цикла лимонной кислоты имеет анаплеротическая реакция?
6. Энергетический выход цикла трикарбоновых кислот. Сколько молекул АТФ образуется в ходе оборота через цикл одной молекулы лимонной кислоты? Все ли молекулы АТФ, образующиеся при полном окислении активного ацетила, синтезируются путем окислительного фосфорилирования. Как регулируется скорость цикла?

#### Контрольная работа №9

1. Переваривание углеводов в желудочно-кишечном тракте у моногастричных животных. Ферменты, участвующие в переваривании углеводов. Нарушения переваривания углеводов. Особенности переваривания углеводов у жвачных животных. Пути включения летучих жирных кислот (ЛЖК) в метаболизм.
2. Метаболизм глюкозо-6-фосфата. Регуляция содержания глюкозы в крови. Биологическая значимость данного явления.
3. Синтез гликогена: последовательность стадий и биологическое значение процесса.
4. Гликолиз. Последовательность химических реакций и их роль в организме. Гликогенолиз.
5. Глюконеогенез. Последовательность химических реакций и их роль в организме. Биологическая роль данного процесса.
6. Пентозный путь окисления углеводов. Охарактеризуйте стадии данного процесса. Укажите биологическое значение каждой стадии.

#### Контрольная работа №10

1. Переваривание липидов в желудочно-кишечном тракте и их всасывание. Ресинтез триацилглицеролов в клетках слизистой оболочки кишечника.
2. Транспорт жиров в организме.
3. Биохимический механизм окисления жирных кислот.
4. Обмен кетоновых тел: образование, биохимическое назначение. Какие факторы predisполагают к появлению кетозов у животных?
5. Биохимический механизм синтеза жирных кислот.
6. Биосинтез триацилглицеролов.

#### Контрольная работа №11

1. Строение и функции мембран.
2. Механизмы переноса веществ через мембраны.
3. Строение и биологическая роль фосфолипидов. Обмен фосфолипидов: распад, биосинтез.
4. Строение и основные этапы биосинтеза холестерина. Биологическая роль холестерина.
5. Строение, место синтеза и биохимическая роль биологически активных производных холестерина.
6. Перекисное окисление липидов. Его роль в образовании поврежденных клеток, оргanelл и молекул. Антиоксидантные системы клеток.

#### Контрольная работа №12

1. Переваривание белков. Протеазы пищеварительного тракта, механизм их активации.
2. Дайте определение понятию «азотистый обмен» и расскажите, как определяется азотистый обмен. Чем вызваны различия в питательной ценности большинства белков растительной природы с одной стороны и животного происхождения с другой?
3. Механизм реакций трансминирования. Биологическая роль данного процесса.

4. Пути декарбоксилирования аминокислот. Биологическое значение конечных продуктов этих реакций.
5. Дезаминирование аминокислот. Биологическое значение конечных продуктов этих реакций.
6. Роль ароматических аминокислот в метаболизме.

#### Контрольная работа №13

1. Биохимическая роль нуклеотидов в метаболизме.
2. Субстраты, ферменты и механизм синтеза и репарации ДНК.
3. Субстраты, ферменты и механизм синтеза РНК.
4. Субстраты, ферменты и механизм синтеза белка.
5. Отличия и сходство строения ДНК и РНК.
6. Отличия и сходство механизмов синтеза ДНК и РНК.

#### Контрольная работа №14

1. Пути образования и обезвреживания аммиака. Чем отличаются уреотелические, урикотелические и аммонителические животные? Чем объяснить возникновение разных путей выведения аммиака из организма птиц, млекопитающих и рыб?
2. Цикл образования мочевины. Пути образования орнитина и аспарагиновой кислоты для обеспечения орнитинового цикла.
3. В каких органах происходит образование мочевины? Дальнейшие пути ее транспортировки у различных животных. На чем основано кормовое использование мочевины? Ее превращение в пищеварительном тракте.
4. Окисление пуриновых и пиримидиновых соединений. Назовите конечные продукты пуринового обмена у разных животных.
5. Биохимические механизмы образования и обезвреживания скатола и индола.
6. Пути образования и обезвреживания желчных пигментов.

#### Устный опрос №2

1. Охарактеризуйте обмен веществ и энергии – как сопряженную систему катаболических и анаболических процессов.
2. Макроэргические вещества и радикалы. Строение и функции АТФ в организме.
3. Промежуточные метаболиты-доноры электронов и протонов для клеточного дыхания.
4. Дыхательная цепь и комплексы с переносом заряда.
5. Структура и функции конкретных компонентов дыхательной цепи.
6. Функции АТФ-синтазы и молекулярного кислорода в клеточном дыхании.
7. Механизм синтеза АТФ путем окислительного фосфорилирования.
8. Механизм и биологическое значение разобщения окислительного фосфорилирования.
9. Гликолиз.
10. Глюконеогенез.
11. Цикл лимонной кислоты – центральный процесс энергетического обмена.
12. Регулирование скорости цикла лимонной кислоты.
13. Пути образования активного ацетила.
14. Пути потребления активного ацетила.
15. Назначение и пути потребления кетоновых тел.
16. Пути образования и превращения ПВК.
17. Синтез жира из углеводов.
18. Особенности превращения углеводов в пищеварительном тракте и в ходе метаболизма в организме жвачных.
19. Биохимические механизмы поддержания нормального уровня глюкозы в крови при голодании.

Таблица 8

20. Пентозный путь окисления углеводов. Биологическое значение пентозного пути окисления углеводов.
21. Нарушения углеводного обмена.
22. Транспорт липидов в организме.
23. Окисление жирных кислот.
24. Синтез жирных кислот.
25. Синтез триглицеролов.
26. Пути образования и превращений фосфатидной кислоты.
27. Метаболизм фосфолипидов.
28. Спонтанное свободнорадикальное окисление ненасыщенных соединений и пути его предотвращения. Антиоксиданты.
29. Строение и функции клеточных мембран, их участие в метаболизме.
30. Строение, синтез и биологическое значение холестерина.
31. Биологически активные производные холестерина.
32. Нарушения липидного обмена.
33. Биохимические механизмы образования и утилизации аммиака в организме.
34. Участие трансаминаз в метаболизме.
35. Биохимическая роль нуклеотидов в метаболизме.
36. Отличия и сходство строения ДНК и РНК.
37. Отличия и сходство механизмов синтеза ДНК и РНК.
38. Субстраты, ферменты и механизм синтеза и репарации ДНК.
39. Субстраты, ферменты и механизм синтеза РНК.
40. Субстраты, ферменты и механизм синтеза белка.
41. Конечные продукты пуринового обмена у разных видов животных.
42. Особенности азотистого обмена у разных видов животных.

## 6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине может применяться **балльно-рейтинговая** система контроля и оценки успеваемости студентов.

В основу балльно-рейтинговой системы (БРС) положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется в ходе текущего, промежуточного контроля и промежуточной аттестации знаний.

Таблица 7

### Система рейтинговой оценки текущей успеваемости

Баллы	Бальная оценка текущей успеваемости			
За контрольную работу	0 – 5,9	6,0 – 7,9	8,0-8,4	8,5 – 10
За практическую работу	0 – 5,9	6,0 – 7,9	8,0-8,4	8,5 – 10
За устный опрос	0 – 59	60 – 79	80 – 84	85 – 100
Оценка	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично

### Итоговая сумма баллов за текущую успеваемость

Виды текущего контроля	Количество баллов за единицу	Количество видов текущего контроля	Количество баллов
Контрольная работа	10	14	140 баллов
Защита практической работы	10	15	150 баллов
Устный опрос	100	2	200 баллов
<b>Всего</b>			<b>490 баллов</b>

Таблица 9

### Итоговая рейтинговая система оценки успеваемости

Показатели успеваемости		Оценка успеваемости			
		Неудовл.	Удовл.	Хорошо	Отлично
В % от максимального балла		< 60	60 - 79	80 - 84	85 - 100
Количество баллов	За текущую успеваемость	< 282	282 - 375	376 - 398	399 - 480
	За зачет с оценкой	< 60	60 - 79	80 - 84	85 - 100
	Итого	< 282	282 - 375	376 - 398	399 - 490

К зачету с оценкой допускаются студенты, набравшие за период обучения не менее 60% от максимальной суммы баллов. Студенты, набравшие за период обучения менее 60% от максимальной суммы баллов, к зачету с оценкой не допускаются, как не справившиеся с учебной программой. Студенты, набравшие за период обучения 85% и более от максимальной суммы баллов, получают оценку отлично без сдачи зачета.

Итоговая оценка по дисциплине складывается из баллов, полученных за текущую успеваемость и баллов, полученных на зачете с оценкой (табл. 10).

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Комов, В. П. Биохимия: учебник для вузов / В. П. Комов, В. Н. Шведова; под общей редакцией В. П. Комова. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 684 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13939-6. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/477904>

## 7.2 Дополнительная литература

1. Биологическая химия [Текст]: учебник / Т. Т. Березов, Б. Ф. Коровкин. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Медицина, 1998. - 704 с.
2. Конопатов, Ю. В. Биохимия животных: учебное пособие / Ю. В. Конопатов, С. В. Васильева. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-1823-7. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168783>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Журнал «Биохимия» - <http://www.protein.bio.msu.ru/biokhimiya/> - свободный доступ.

### 7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Савчук С.В., Саковцева Т.В. Рабочая тетрадь для выполнения лабораторно-практических работ по курсу «Биологическая химия», М.: Изд-во РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева, 2020 г., - 86 с.

### 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. База знаний по биологии человека (физиология, клеточная биология, генетика, биохимия) - <http://humbiol.ru>. – свободный доступ.
2. Единое окно доступа к образовательным ресурсам - <http://window.edu.ru/> – свободный доступ.
3. Центральная научная сельскохозяйственная библиотека Российской академии сельскохозяйственных наук - [www.cnsnb.ru](http://www.cnsnb.ru) – свободный доступ.

### 9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Не используются.

### 10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Таблица 11

#### Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
9 учебный корпус, помещение №104	Электофотоколориметр 35721\135721 Электофотоколориметр 35721 КФК-301

	<p>Термостат 593230 Баня водяная 560227\1 Весы лабораторные 559666 Весы ЕК 559565 Микроскоп Р-11552025-4,5 6 рН-метр портативный 593243 Химическая посуда (пробирки, воронки, стеклянные палочки, бюретки, пипетки, стаканчики разных объемов стеклянные и пластиковые, колбы разных объемов, ступки с пестиками, мензурки) Химические реактивы: серная кислота, соляная кислота, уксусная кислота, трихлоруксусная кислота, азотная кислота, лимонная кислота, борная кислота, пикриновая кислота, олеиновая кислота, молочная кислота, шавелевая кислота, янтарная кислота, дигидрофосфат калия, гидроксид натрия, гидроксид калия, аммиак, ацетон, гексан, хлороформ, этанол, диэтиловый эфир, петролейный эфир, метанол, фенол, формалин, перекись водорода, хлорид натрия, хлорид калия, хлорид кальция, хлорид аммония, хлорид железа (III) ацетат свинца, калий йодистый, йодид калия, сульфат натрия, сульфат меди, сульфат аммония, сульфат магния, сульфат кобальта, сульфат железа (II), гипосульфит натрия, нитрат серебра, нитрит натрия, карбонат натрия, карбонат кальция, перманганат калия, дихромат калия, нитропруссид натрия, молибденовокислый аммоний, пируват натрия, никотинамид, 2,4-динитрофенил-гидразин, реактив Несслера, фосфованилиновый реактив, бензидин, липаза, метиленовая синь, фенолфталеин, нейтральный красный, лакмусовая бумага, желатин, крахмал, йод, камфара, резорцин, растительное масло, мясо, молоко, мёд, яйца, животный жир.</p>
9 учебный корпус, помещение №110	<p>Спекорд М-40 Колориметр КФК-552006 Микроцентрифуга 331876 Баня водяная 560227 Ультратермостат МК-70 552053 Весы МЗА 55,2037 Микроскоп МБС-9552 рН-метр 560230 рН-метр 552030\1 рН-метр 562030\2 Ионометр 560231\1 Дозаторы ДЛАФ Химическая посуда (пробирки, воронки, стеклянные палочки, бюретки, пипетки, стаканчики разных объемов стеклянные и пластиковые, колбы разных объемов, ступки с пестиками, мензурки) Химические реактивы: серная кислота, соляная кислота, уксусная кислота, трихлоруксусная кислота, азотная кислота, лимонная кислота, борная кислота, пикриновая кислота, олеиновая кислота, молочная кислота, шавелевая кислота, янтарная кислота, дигидрофосфат калия, гидроксид натрия, гидроксид калия, аммиак, ацетон, гексан, хлороформ, этанол, диэтиловый эфир, петролейный эфир, метанол, фенол, формалин, перекись водорода, хлорид натрия, хлорид калия, хлорид кальция, хлорид аммония, хлорид железа (III) ацетат свинца, калий йодистый, йодид калия, сульфат натрия, сульфат меди, сульфат аммония, сульфат магния, сульфат кобальта, сульфат железа (II), гипосульфит натрия, нитрат серебра, нитрит натрия, карбонат натрия, карбонат кальция, перманганат калия, дихромат калия, нитропруссид натрия,</p>

	молибденовокислый аммоний, пируват натрия, никотинамид, 2,4-динитрофенил-гидразин, реактив Несслера, фосфованилиновый реактив, бензидин, липаза, метиленовая синь, фенолфталеин, нейтральный красный, лакмусовая бумага, желатин, крахмал, йод, камфара, резорцин, растительное масло, мясо, молоко, мёд, яйца, животный жир.
ЦНБ имени Н.И. Железнова	Читальный зал
Студенческое общежитие	Комната для самоподготовки

### 11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Образовательный процесс по дисциплине организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудиторной и внеаудиторной) обучающихся с преподавателем и самостоятельная работа обучающихся). Учебные занятия (в том числе по реализации практической подготовки) представлены следующими видами, включая учебные занятия, направленные на практическую подготовку обучающихся и проведение текущего контроля успеваемости:

- лекции (занятия лекционного типа);
- семинары, практические занятия, лабораторные работы (занятия семинарского типа);
- групповые консультации;
- индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся;
- самостоятельная работа обучающихся;
- занятия иных видов.

На учебных занятиях обучающиеся выполняют запланированные настоящей программой отдельные виды учебных работ, в том числе отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практические занятия по дисциплине «Биологическая химия» проводятся в биохимической лаборатории, и требует обязательного соблюдения правил техники безопасности при работе с биологическим материалом.

Для успешного овладения материалом дисциплины «Биологическая химия» необходима систематическая самостоятельная работа с учебной литературой, конспектами лекций, интернет-ресурсами, консультации преподавателя.

#### Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший практическое занятия, обязан отработать его в дополнительное время, согласовав его с преподавателем. Сдача текущих задолженностей студента происходит не позднее двух недель с момента, пропущенного (по уважительной причине) или не зачтённого занятия в форме собеседования с последующим выполнением практической работы в полном объеме (если позволяют условия) с оценением в баллах. Занятия, пропущенные без уважительной причины – не отрабатываются.

Студент, не посещавший лекции, должен предоставить рукописный конспект лекций по пропущенным темам.

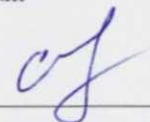
### 12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Спецификой дисциплины «Биологическая химия» является неразрывная связь с последующими предметами профессионального цикла. В то же время у студентов с первоначально слабыми знаниями по химии возникают большие сложности в освоении как некоторых особенно сложных тем (коферменты, биоэнергетика, взаимосвязь обменов веществ), так и всего объема дисциплины. В этой связи необходимо совершенствовать методику преподавания курса:

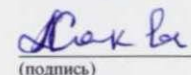
- использовать различные формы, методы и приемы активизации познавательной деятельности студентов;
- шире внедрять активные и интерактивные формы проведения занятий;
- проводить индивидуальную работу со студентами

#### Программу разработали:

Савчук С.В., к.б.н., доцент



Саковцева Т.В., к.б.н., доцент



(подпись)

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины Б1.О.29 «Биологическая химия»  
ОПОП ВО по направлению 06.03.01 – «Биология», направленность Зоология  
(квалификация выпускника – бакалавр)

Пановым Валерием Петровичем, профессором кафедры морфологии и ветеринарно-санитарной экспертизы ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, доктором биологических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Биологическая химия» ОПОП ВО по направлению 06.03.01 – «Биология», (бакалавр) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре физиологии, этологии и биохимии животных (работчики – Савчук Светлана Васильевна, доцент, к.б.н.; Саковцева Татьяна Владимировна, доцент, к.б.н.).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Биологическая химия» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС по направлению 06.03.01 – «Биология». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к базовой части учебного цикла – Б1.

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 06.03.01 - Биология.

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Биологическая химия» закреплена 1 компетенция и 1 индикатор компетенции. Дисциплина «Биологическая химия» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

5. Общая трудоёмкость дисциплины «Биологическая химия» составляет 4 зачётных единицы (144 часа).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Биологическая химия» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 06.03.01 - Биология и возможность дублирования в содержании отсутствует.

7. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

8. Программа дисциплины «Биологическая химия» предполагает 3 занятия в интерактивной форме.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 06.03.01 – Биология.

10. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и выступления и участие в дискуссиях, участие в тестировании, коллоквиумах), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета с оценкой, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины базовой части учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления 06.03.01 – Биология.

11. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 1 источник (базовый учебник), дополнительной литературой – 2 наименований, периодическими изданиями – 1 источник со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 3 источника и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 06.03.01 – Биология.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Биологическая химия» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Биологическая химия».

### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Биологическая химия» ОПОП ВО по направлению 06.03.01 - Биология, (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Савчук Светланой Васильевной, доцентом, к.б.н.; Саковцевой Татьяной Владимировной, доцентом, к.б.н., соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Панов Валерий Петрович, профессор кафедры морфологии и ветеринарно-санитарной экспертизы ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, доктор биологических наук

« 09 » 06 2023 г.