

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова**

Институт фундаментальной и прикладной химии

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан факультета биологии и экологии



О.А. Маракаев  
«24» мая 2022 г.

**Рабочая программа**  
**«Биохимия»**

Направление подготовки  
06.03.01 Биология

Направленность (профиль)  
«Биоинженерия и биотехнология»

Форма обучения  
очная

Программа одобрена  
на заседании института  
от «14» апреля 2022 года, протокол № 8

Программа одобрена НМК  
факультета биологии и экологии  
протокол № 8 от «18» апреля 2022 года

Ярославль

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины являются:

- изучение химического состава живых организмов, биологических процессах, лежащих в основе развития и функционирования организмов;
- приобретение знаний о молекулярных механизмах жизнедеятельности;
- изучение энергообеспечения и регуляции метаболических процессов.

Дисциплина «Биохимия» обеспечивает приобретение знаний и умений в соответствии с государственным образовательным стандартом, способствует фундаментализации образования, формированию естественнонаучного мировоззрения на основе изучения закономерностей биологической формы движения материи.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Биохимия» относится к обязательной части Блока 1 (Б1.О.19). Биохимия базируется на знаниях, полученных студентами при изучении дисциплин: «Неорганическая химия», «Органическая химия», «Математические методы в биологии», «Физическая и коллоидная химия», «Цитология».

Знания и навыки, полученные при изучении биохимии, необходимы для изучения следующих дисциплин: «Биология размножения и развития», «Физиология растений», «Физиология человека и животных», «Генетика», «Общая токсикология», «Экологическая физиология животных», «Водная микробиология и микробиологический контроль», «Биоэкологический мониторинг», а также для обучения в магистратуре.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		
<b>ОПК-2</b> Способен использовать знание принципов структурно-функциональной организации и физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания.	<b>ОПК-2.1</b> Знает: основные системы жизнеобеспечения и гомеостатической регуляции жизненных функций у растений и у животных, способы восприятия, хранения и передачи информации, ориентируется в современных методических подходах, концепциях и проблемах физиологии, цитологии, биохимии, биофизики. <b>ОПК-2.2</b> Умеет: - осуществлять выбор методов, адекватных для решения исследовательской задачи; - выявлять связи физиологического состояния объекта с факторами окружающей среды.	<b>Знать:</b> - принципы организации биологических объектов, состав и структуру белков, нуклеиновых кислот, углеводов и липидов; - основы клеточного метаболизма, биоэнергетики и регуляции обменных процессов; - способы хранения и передачи генетической информации.  <b>Уметь:</b> - выбирать метод исследования, адекватный задаче; - анализировать влияние факторов окружающей среды на метаболизм, физиологическое состояние организма; - применять полученные знания при решении конкретных

	<p><b>ОПК-2.3</b> Владеет: - опытом применения экспериментальных методов для оценки состояния живых объектов.</p>	<p>биологических проблем.</p> <p><b>Владеть навыками:</b> - номенклатуры и классификации ферментов, гормонов, аминокислот, белков, нуклеиновых кислот, углеводов и липидов; - применения методов качественного обнаружения белков, ферментов, углеводов, липидов, продуктов гидролиза нуклеиновых кислот.</p>
<p><b>ОПК-8</b> Способен использовать методы сбора, обработки, систематизации и представления полевой и лабораторной информации, применять навыки работы с современным оборудованием, анализировать полученные результаты.</p>	<p><b>ОПК-8.1</b> Знает: - основные типы экспедиционного и лабораторного оборудования, особенности выбранного объекта профессиональной деятельности, условия его содержания и работы с ним с учетом требований биоэтики.</p> <p><b>ОПК-8.2</b> Умеет: - анализировать и критически оценивать развитие научных идей, на основе имеющихся ресурсов составить план решения поставленной задачи, выбрать и модифицировать методические приемы.</p> <p><b>ОПК-8.3</b> Владеет: - навыками использования современного оборудования в полевых и лабораторных условиях, способностью грамотно обосновать поставленные задачи в контексте современного состояния проблемы, способностью использовать математические методы оценивания гипотез, обработки экспериментальных данных, математического моделирования биологических процессов и адекватно оценить достоверность и значимость полученных результатов, представить их в широкой аудитории и вести дискуссию.</p>	<p><b>Знать:</b> - типы лабораторного оборудования; - особенности методов анализа живых систем.</p> <p><b>Уметь:</b> - составлять план решения поставленной задачи; - анализировать и критически оценивать научные идеи.</p> <p><b>Владеть навыками:</b> - расчета числа молекул АТФ при распаде биомолекул в анаэробных и аэробных условиях; - проведения качественного анализа на наличие биомолекул и их фрагментов; - оценки достоверности и значимости полученных результатов; - представления результатов и их интерпретации.</p>

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 ак. часа.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
1	Общий химический состав живых организмов. Аминокислоты и белки.	3	2		6	0,5		1,5	Задания для самостоятельной работы. Контрольная работа №1. Отчет по лабораторной работе.
2	Нуклеиновые кислоты: строение, функции, структура	3	2		3	0,5		1,5	Задания для самостоятельной работы. Контрольная работа №2. Отчет по лабораторной работе.
3	Ферменты, витамины	3	2		3	1		1,5	Задания для самостоятельной работы. Контрольная работа №3. Отчет по лабораторной работе.
4	Обмен нуклеиновых кислот	3	2		3	1		1,5	Задания для коллоквиума №1 Коллоквиум №1 (1 часть).
5	Обмен белков	3	2		3	1		1,5	Задания для коллоквиума №1 Коллоквиум №1 (2 часть.)
6	Углеводы и их метаболизм	3	2		6	1		1,5	Задания для коллоквиума №2. Коллоквиум №2. Отчет по лабораторной работе.
7	Этапы дыхания. Биоэнергетика	3	2		6	0,5		1,5	Задания для самостоятельной работы. Контрольная работа №4.
8	Липиды. Обмен липидов. Регуляция метаболизма	3	2		6	0,5		1,5	Задания для самостоятельной работы. Контрольная работа №5. Отчет по лабораторной работе.
							0,3	1,7	Зачет
	Всего		16		36	6	0,3	13,7	

## Содержание разделов дисциплины

### **1. Введение. Общий химический состав организмов. Аминокислоты и белки.**

Введение. Предмет, задачи, методы современной биохимии. Связь биохимии и молекулярной биологии с медициной. Общий химический состав организмов. Молекулярная логика живого. Аминокислоты: строение и классификация. Химический состав, функции, свойства и структура белков. Номенклатура и классификация белков.

### **2. Нуклеиновые кислоты: строение, функции, структура.**

Виды нуклеиновых кислот, функции, локализация в клетке. Химический состав и структура нуклеиновых кислот. Особенности структуры РНК.

### **3. Ферменты, витамины.**

Химическая природа ферментов. Понятие о кофакторе. Роль витаминов в функционировании ферментов. Функциональные центры ферментов. Свойства ферментов. Понятие о механизме ферментативного катализа. Номенклатура и классификация ферментов

### **4. Обмен нуклеиновых кислот.**

Распад нуклеиновых кислот в живых организмах. Классификация и примеры нуклеаз. Распад нуклеотидов, пуриновых и пиримидиновых азотистых оснований. Репликация ДНК: значение, механизм. Транскрипция (синтез РНК). Особенности. Характеристика РНК-полимеразы. Обратная транскрипция. Ее суть и значение.

### **5. Обмен белков.**

Распад белков в живых организмах. Распад аминокислот по аминогруппе, карбоксильной группе и радикалу. Окислительное дезаминирование и переаминирование. Конечные продукты распада аминокислот. Орнитиновый цикл. Биосинтез белка на рибосоме. Значение, основные этапы.

### **6. Углеводы и их метаболизм.**

Пути распада углеводов в живых организмах. Анаэробный распад углеводов. Анаэробный гликолиз. Гликогенолиз. Спиртовое брожение. Дыхание. Основные этапы, значение. Энергетический эффект.

### **7. Биоэнергетика.**

Энергообеспечение живых организмов. Понятие о биоэнергетике. АТФ и протонный потенциал- энергетические валюты в клетке. Механизмы биосинтеза АТФ. Гипотеза Митчелла. Фотосинтез: основные этапы, значение, молекулярный механизм.

### **8. Липиды. Обмен липидов. Регуляция метаболизма.**

Распад жиров в желудочно-кишечном тракте позвоночных животных. Энергетический эффект. Распад глицерина и  $\beta$ -окисление жирных кислот. Синтез жиров из глицерофосфата и активированных высших жирных кислот.

#### 4.1 Информация о реализации дисциплины в форме практической подготовки

##### Информация о разделах дисциплины и видах учебных занятий, реализуемых в форме практической подготовки

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Место проведения занятий в форме практической подготовки
			Контактная работа					самостоятельная работа	
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания		
1	Общий химический состав живых организмов. Аминокислоты и белки.	3			6				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
2	Нуклеиновые кислоты: строение, функции, структура.	3			3				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
3	Ферменты, витамины.	3			3				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
4	Липиды. Обмен липидов. Регуляция метаболизма.	3			6				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
	ИТОГО				18				

#### 5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

**Вводная лекция** – дает первое целостное представление о дисциплине и знакомит студентов с системой изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с задачами и целями данного курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. На лекции рассматриваются методические и организационные особенности изучения данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

**Академическая лекция** – последовательное изложение учебного материала в виде монолога преподавателя с применением презентаций и таблиц по теме. Возможно также общение со студентами при рассмотрении примеров и фактов, знакомых из школьного материала или смежных учебных дисциплин. Требования к академической лекции: современный научный уровень, информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, современных фактов.

**Лабораторное занятие** предполагает рассмотрение неясных вопросов домашнего задания; написание контрольной работы по теме занятия или сдаче коллоквиума. Выполнение лабораторной работы обеспечивает закрепление полученных теоретических

знаний, обеспечивает освоение навыков самостоятельной лабораторной работы. Формулировка выводов по полученным результатам учит умению анализировать и обобщать полученные экспериментальные данные, развивает логическое мышление.

**Электронный учебный курс «Биохимия»** в LMS Электронный университет Moodle ЯрГУ, в котором:

- представлены задания для самостоятельной работы обучающихся по темам дисциплины;
- при необходимости может осуществляться проведение отдельных мероприятий текущего контроля успеваемости студентов;
- представлены тексты лекций по отдельным темам дисциплины;
- представлены правила прохождения промежуточной аттестации по дисциплине;
- представлен список учебной литературы, рекомендуемой для освоения дисциплины;
- представлена информация о форме и времени проведения консультаций по дисциплине в режиме онлайн;
- представлена информация о формах синхронного и асинхронного взаимодействий между обучающимися и преподавателем в рамках изучения дисциплины.

#### **6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

При осуществлении образовательного процесса используются:

- операционные системы семейства Microsoft Windows;
- программы Microsoft Office;
- программа Adobe Acrobat Reader;
- браузеры Mozilla Firefox, Google Chrome;
- система ЭОС Moodle.

#### **7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT»  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)

#### **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости), рекомендуемых для освоения дисциплины**

##### **а) основная литература**

1. Ковалевская Н.И., Филиппович Ю.Б. Биологическая химия. М.: Академия, 2005. 256 с.
2. Урванцева Г.А., Грачева Е.Л. Химические основы жизни: метод. указания. Ярославль: ЯрГУ, 2011. 46 с.  
<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20110308.pdf> (электронный ресурс)

##### **б) дополнительная литература**

1. Урванцева Г.А., Грачева Е.Л. Биохимия и молекулярная биология. Ярославль: ЯрГУ, 2017. 44 с.  
<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20050315.pdf> (электронный ресурс)
2. Комов В.П., Шведова В.Н. Биохимия / Под общей редакцией В.П. Комова. М.: Издательство Юрайт, 2021. 684 с.  
<https://urait.ru/viewer/biohimiya-477904#page/2> (электронный ресурс)

#### **в) ресурсы сети «Интернет»**

1. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ ([http://www.lib.uni Yar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uni Yar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)).
2. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" (<http://www.edu.ru> (раздел Учебно-методическая библиотека) или по прямой ссылке <http://window.edu.ru/library>).
3. «Электронная библиотека Юрайт» - <https://urait.ru/>
4. Научная библиотека ЯрГУ им. П.Г. Демидова (доступ к лицензионным современным библиографическим, реферативным и полнотекстовым профессиональным базам данных и информационным справочным системам: реферативные базы данных Web of Science, Scopus; научная электронная библиотека eLIBRARY.RU; электронно-библиотечные системы IPRbooks, Юрайт, Проспект, издательства «ЛАНЬ»; базы данных Polpred.com, «Диссертации РГБ (авторефераты)», ProQuest Dissertations and Theses Global; электронные коллекции Springer; издательство Elsevier на платформе ScienceDirect; журналы Science (The American Association for the Advancement of Science (AAAS), Nature Publishing Group, Американского химического общества Core Package Web Edition (American Chemical Society – ACS) и др.) [http://www.lib.uni Yar.ac.ru/content/resource/net\\_res.php](http://www.lib.uni Yar.ac.ru/content/resource/net_res.php)

#### **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения лабораторных работ;
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций;
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Автор:

Старший преподаватель института  
фундаментальной и прикладной химии,



Е.Л. Грачева



**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины  
«Биохимия»**

**Фонд оценочных средств  
для проведения текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации студентов  
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания и иные материалы,  
используемые в процессе текущего контроля успеваемости**

**Задания для самостоятельной работы**

**Тема 1. Аминокислоты и белки**

1. Напишите в виде внутренних солей формулы аминокислот:
  - а) аминоуксусной (глицина),
  - б)  $\alpha$ -аминопропионовой (аланина).
2. Напишите схемы взаимодействия аланина:
  - а) с водным раствором щелочи,
  - б) с соляной кислотой.
3. Напишите формулы оптических изомеров аланина, цистеина.
4. Рассмотрите особенности пептидной связи и следствия, вытекающие из них.
5. Напишите формулу пептида: гли-асп-про-тре. Определите его поведение в электрическом поле:
  - а) в нейтральной,
  - б) в слабокислой,
  - в) в слабощелочной среде.
6. Напишите формулу пептида: ала-асн-цис-гис. В какой среде находится его изоэлектрическая точка? Ответ обоснуйте.
7. Что такое "денатурация белка"? Какие денатурирующие факторы вы знаете? Приведите примеры обратимой и необратимой денатурации.
8. Укажите типы связей, стабилизирующих третичную структуру белков. Приведите схему взаимодействия между двумя заряженными аминокислотами.
9. Приведите примеры аминокислот, участвующих в образовании водородных связей в белках. Изобразите схематично 3 варианта водородных связей между радикалами этих аминокислот.
10. Напишите формулы следующих фрагментов белка, принимающих участие в формировании его третичной структуры:  
...тир-цис-глу-иле-сер...  
...асп-цис-лиз-ала-асн...  
Изобразите схемы всех возможных взаимодействий между радикалами аминокислот.
11. Приведите схемы взаимодействия контактных участков субъединиц белка с участием радикалов аминокислот глу, сер, гис, лиз.

**Тема 2. Нуклеиновые кислоты**

1. Какие вещества образуются при полном гидролизе нуклеиновых кислот?
2. Напишите открытую и циклическую форму Д-рибозы. Приведите схему образования уридина.
3. Напишите в двух таутомерных формах гуанин, урацил, тимин и цитозин. Почему для аденина не характерна лактим-лактаминная таутомерия?
4. Какие азотистые основания комплементарны друг другу? Покажите схематично водородные связи между ними.

5. Напишите формулы:

- а) 5-метилцитозина, в) УДФ,  
б) дезоксиаденозина, г) АТФ.

К какому классу относится каждое из них?

6. Что такое нуклеотиды? Напишите формулы следующих нуклеотидов:

- а) аденозинмонофосфат,  
б) дезоксигуаднозинмонофосфат,  
в) ТМФ.

7. Напишите формулу олигонуклеотида Г-Т-Ц.

8. В чем сходство и отличия в строении РНК и ДНК? Ответ поясните формулами.

9. Характеристика двойной спирали Уотсона и Крика. Параметры спирали. Связи, стабилизирующие двойную спираль ДНК.

10. Особенности вторичной структуры РНК.

11. Третичная структура ДНК и РНК.

### Тема 3. Ферменты

1. Химическая природа ферментов. Простые и сложные ферменты. Понятие о кофакторе.

2. Формулы и функции НАД<sup>+</sup>, НАДФ<sup>+</sup>.

3. Убихинон, строение и функции.

4. Формула УДФ-глюкозы, участие этого кофермента в обменных процессах.

5. Дайте систематическое название ферментам, катализирующим следующие реакции, определите класс каждого фермента:

- а) асп + ПВК  $\rightleftharpoons$  ала + ЩУК,  
б) УДФ-глюкоза  $\rightleftharpoons$  УДФ-галактоза,  
в) АТФ + ПВК + CO<sub>2</sub>  $\Rightarrow$  АДФ + Ф + ЩУК,  
г) лактат + НАД<sup>+</sup>  $\rightleftharpoons$  пируват + НАДН·Н<sup>+</sup>,  
д) малат  $\rightleftharpoons$  фумарат + Н<sub>2</sub>O.

6. Напишите следующие реакции, дайте систематические названия ферментам, определите класс каждого фермента:

- а) асп + □-кетоглутарат  $\rightleftharpoons$  глу + ЩУК,  
б) глюкоза + АТФ  $\rightleftharpoons$  глюкозо-6-фосфат + АДФ,  
в) сукцинат + ФАД  $\rightleftharpoons$  фумарат + ФАД·Н<sub>2</sub>,  
г) ала + CO<sub>2</sub> + АТФ  $\Rightarrow$  асп + АДФ + Ф,  
д) глутамин + Н<sub>2</sub>O  $\Rightarrow$  глутамат + NH<sub>3</sub>,  
е) этиловый спирт + НАД<sup>+</sup>  $\rightleftharpoons$  ацетальдегид + НАДН·Н<sup>+</sup>.

7. Приведите уравнения двух реакций с участием первичных дегидрогеназ. Назовите ферменты, катализирующие эти реакции.

8. Приведите два примера реакций, катализируемых гидролазами.

9. Напишите уравнение реакции, указав фермент:

α-кетоглутарат  $\Rightarrow$  глутамат.

### Вопросы к коллоквиуму № 1.

#### Обмен нуклеиновых кислот и белков

##### А. Обмен нуклеиновых кислот.

1. Распад нуклеиновых кислот в живых организмах. Классификация нуклеаз.
2. Распад нуклеотидов.
3. Распад пуриновых и пиримидиновых оснований.
4. Репликация ДНК: значение, механизм.
5. Транскрипция (синтез РНК).
6. Обратная транскрипция.

### **Б. Обмен белков.**

7. Распад белков в живых организмах. Гидролиз белков в желудочно-кишечном тракте позвоночных под действием протеолитических ферментов.
8. Распад аминокислот по аминогруппе: окислительное дезаминирование, переаминирование. Распад аминокислот по карбоксильной группе и радикалу.
9. Конечные продукты распада аминокислот. Орнитиновый цикл.
10. Биосинтез белка, его основные этапы.
11. Процесс активирования аминокислот: значение, механизм.
12. Генетический код и его особенности.
13. Трансляция (сборка полипептидной цепи), механизм.

### **Вопросы к коллоквиуму № 2.**

#### **Обмен углеводов**

1. Пути распада углеводов в живых организмах.
2. Распад поли- и олигосахаридов. Гидролиз и фосфоролиз.
3. Распад полисахаридов в желудочно-кишечном тракте человека.
4. Превращения моносахаридов. Пути синтеза глюкозо-6-фосфата и значение этого соединения.
5. Анаэробный гликолиз: значение, стадии, энергетический эффект. Субстратное фосфорилирование.
6. Гликогенолиз. Реакции, отличающие гликогенолиз от анаэробного гликолиза. Энергетический эффект гликогенолиза.
7. Спиртовое брожение: значение, реакции заключительного этапа спиртового брожения, энергетический эффект.
8. Дыхание: значение, основные этапы. Окислительное декарбоксилирование пирувата.
9. Цикл Кребса и его значение.
10. Дыхательная цепь ферментов.
11. Энергетический эффект дыхания.
12. Энергообеспечение живых организмов. Биоэнергетика.
13. Окислительное фосфорилирование. Гипотеза Митчелла.
14. Фотосинтез.
15. Синтез олиго- и полисахаридов.

#### **Тема 7. Распад углеводов. Биоэнергетика.**

1. Напишите уравнение реакции превращения ПВК в молочную кислоту. Укажите фермент, катализирующий это превращение.
2. Составьте суммарное уравнение анаэробного гликолиза.
3. Напишите уравнение реакции, отличающей анаэробный гликолиз от спиртового брожения, указав фермент.
4. Составьте схему окислительного декарбоксилирования ПВК, укажите ферменты и коферменты, принимающие участие в этом процессе.
5. В чем отличие аэробного гликолиза от анаэробного?
6. Цикл ди- и трикарбоновых кислот:
  - а) напишите уравнение реакции конденсации ацетил-КоА и ЩУК, назовите продукт реакции;
  - б) напишите уравнения реакций с участием трикарбоновых кислот, назовите ферменты, участвующие в них;
  - в) напишите уравнения реакций превращения янтарной кислоты в ЩУК, указав соответствующие ферменты;
  - г) напишите уравнения реакций превращения изолимонной кислоты в сукцинил-КоА. Назовите ферменты, катализирующие это превращение;
  - д) какая стадия цикла Кребса сопряжена с синтезом ГТФ? Напишите схему этого процесса;

е) напишите уравнения реакций превращения  $\alpha$ -кетоглутарата в янтарную кислоту. Назовите ферменты, катализирующие это превращение.

7. Перечислите ферменты, принимающие участие в цикле Кребса, относящиеся к классу:

а) оксидоредуктаз,

б) лиаз.

8. Определите число АТФ, синтезирующихся при:

- распаде молекулы глюкозо-6-фосфата до ПВК,

- распаде молекулы глицеральдегид-3-фосфата до ПВК,

- окислительном декарбоксилировании молекулы ПВК,

- биологическом окислении малата в оксалоацетат,

- превращении изолимонной кислоты в янтарную.

9. Каков энергетический эффект одного оборота цикла ди- и трикарбоновых кислот?

## **Тема 8. Липиды. Обмен липидов. Регуляция метаболизма.**

1. Классификация липидов.

2. В состав свиного жира входят триглицериды:

а) трипальмитин,

б) триолеин,

в) олеодипальмитин,

г) пальмитостеароолеин.

Напишите формулы перечисленных триглицеридов. Какие из них являются простыми и какие смешанными?

3. Напишите уравнения реакций гидролиза тристеарина, олеодипальмитина.

4. Напишите уравнения реакций, протекающих по схеме:

Глицерин  $\xrightarrow{\text{глицерокиназа}}$  X  $\xrightarrow{\text{глицерофосфатдегидрогеназа}}$  Y  $\xrightarrow{\text{триозофосфатизомераза}}$  Z

Назовите вещества X, Y, Z.

5. Энергетический эффект полного окисления молекулы стеариновой кислоты, тристеарина.

6. Посредством, каких химических реакций осуществляется синтез высших жирных кислот из глюкозы? Покажите в виде схемы.

7. Напишите уравнения реакций, посредством которых происходит биосинтез жиров из глицерофосфата и высших жирных кислот. Каково биологическое значение этих процессов?

## **Тема 1. Аминокислоты и белки. Контрольная работа 1.**

*(проверка сформированности ОПК-2, индикатор ОПК-2.1, в части знания принципов организации биологических объектов, состава и структуры белков, нуклеиновых кислот)*

1. Напишите схемы взаимодействия серина:

а) с водным раствором щелочи,

б) с соляной кислотой.

2. Напишите формулу пептида: сер-про-фен-арг. В какой среде находится его изоэлектрическая точка? Ответ обоснуйте.

3. Приведите схемы взаимодействия контактных участков субъединиц белка с участием радикалов аминокислот: асп, гис, тре, лиз.

## **Тема 2. Нуклеиновые кислоты. Контрольная работа 2.**

*(проверка сформированности ОПК-2, индикатор ОПК-2.1, в части знания принципов организации биологических объектов, состава и структуры белков, нуклеиновых кислот)*

1. Какие азотистые основания комплементарны друг другу?

Покажите схематично водородные связи между ними.

2. Что такое нуклеотиды? Напишите формулы следующих нуклеотидов:

а) аденозинмонофосфат,

- б) дезоксигуадозинмонофосфат,  
в) ТМФ.  
3. Особенности вторичной структуры РНК.

### **Тема 3. Ферменты. Витамины. Контрольная работа 3.**

*(проверка сформированности ОПК-2, индикатор ОПК-2.1, в части знания принципов организации биологических объектов, состава и структуры белков, нуклеиновых кислот, углеводов; ОПК-2.3 в части владения навыком отбирать и анализировать материал по изучаемым вопросам номенклатуры и классифицировать ферменты)*

1. Формула УДФ-глюкозы, участие этого кофермента в обменных процессах.
2. Напишите следующие реакции, дайте систематические названия ферментам, определите класс каждого фермента:
  - а) асп + □-кетоглутарат  $\Leftrightarrow$  глу + ЩУК,
  - б) глюкоза + АТФ  $\Leftrightarrow$  глюкозо-6-фосфат + АДФ,
  - в) сукцинат + ФАД  $\Leftrightarrow$  фумарат + ФАД·Н<sub>2</sub>,
  - г) ала + СО<sub>2</sub> + АТФ  $\Rightarrow$  асп + АДФ + Ф,
  - д) глутамин + Н<sub>2</sub>О  $\Rightarrow$  глутамат + NH<sub>3</sub>,
  - е) этиловый спирт + НАД<sup>+</sup>  $\Leftrightarrow$  ацетальдегид + НАДН·Н<sup>+</sup>.
3. Приведите уравнения двух реакций с участием первичных дегидрогеназ. Назовите ферменты, катализирующие эти реакции.

#### **Правила выставления оценки за контрольную работу**

- Отлично выставляется за полные ответы на все вопросы с включением в содержание ответа (лекции) преподавателя, материала учебников и дополнительной литературы.
- Хорошо выставляется за полный ответ на вопросы в объеме рассказа (лекции) преподавателя или ответ с включением в содержание материала учебника, дополнительной литературы, но с незначительными неточностями.
- Удовлетворительно выставляется за ответ, в котором освещены в полном объеме два из трех вопросов или освещены все вопросы более чем наполовину, включая главное в содержании.
- Неудовлетворительно выставляется за ответ, в котором освещен в полном объеме один из трех вопросов, или освещены менее половины требуемого материала или не описано главное в содержании вопросов, или нет ответов, или письменная работа не сдана.

По большинству тем курса студенты выполняют **лабораторные работы**, оформляют их в рабочей тетради, интерпретируя результаты эксперимента, затем защищают лабораторные работы, отвечая на вопросы преподавателя.

#### **Подготовка отчетов по результатам выполнения лабораторных работ**

*(проверка сформированности ОПД-8, ОПК-8.3 в части знания типов лабораторного оборудования, особенностей методов анализа живых систем, владения навыками защиты работ с обоснованием полученных результатов)*

#### **Правила выставления оценки по результатам лабораторной работы**

- *Отлично* выставляется, если обучающийся имеет глубокие знания учебного материала по теме лабораторной работы, показывает усвоение взаимосвязи основных понятий используемых в работе, смог ответить на все уточняющие и дополнительные вопросы, демонстрирует знания теоретического и практического материала по теме лабораторной работы, определяет взаимосвязи между показателями задачи, даёт правильный алгоритм решения, определяет междисциплинарные связи по условию задания.
- *Хорошо* выставляется, если обучающийся показал знание учебного материала, усвоил основную литературу, смог ответить почти полно на все заданные дополнительные и

уточняющие вопросы. Обучающийся демонстрирует знания теоретического и практического материала по теме лабораторной работы, допуская незначительные неточности при решении задач, имея неполное понимание междисциплинарных связей при правильном выборе алгоритма решения задания.

- *Удовлетворительно* выставляется, если обучающийся в целом освоил материал лабораторной работы, ответил не на все уточняющие и дополнительные вопросы, обучающийся затрудняется с правильной оценкой предложенной задачи, даёт неполный ответ, требующий наводящих вопросов преподавателя, выбор алгоритма решения задачи возможен при наводящих вопросах преподавателя.

- *Неудовлетворительно* выставляется обучающемуся, если он имеет существенные пробелы в знаниях основного учебного материала лабораторной работы, который полностью не раскрыл.

#### **Темы 4, 5. Коллоквиум 1.**

*(проверка сформированности ОПД-2, ОПК-2.1 в части знания принципы организации биологических объектов, состав и структуру белков, нуклеиновых кислот, способов хранения и передачи генетической информации)*

Часть 1: Обмен нуклеиновых кислот.

Часть 2. Обмен белков.

Студент демонстрирует знание механизмов матричных синтезов, умение структурировать материал, анализировать с точки зрения имеющихся научных данных, при подготовке использует различные источники информации.

#### **Правила выставления оценки за коллоквиум**

- *Отлично* выставляется, если обучающийся демонстрирует глубокое и прочное усвоение программного материала, дает полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении задания, свободно справляется с поставленными задачами, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

- *Хорошо* выставляется, если обучающийся демонстрирует знание программного материала, грамотное излагает, без существенных неточностей ответ на вопрос, правильно применяет теоретические знания, владеет необходимыми навыками при выполнении практических задач.

- *Удовлетворительно* выставляется, если обучающийся демонстрирует усвоение основного материала, при ответе допускаются неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении программного материала, затруднения в выполнении практических задач.

- *Неудовлетворительно* выставляется, если обучающийся демонстрирует незнание программного материала, при ответе возникают ошибки, затруднения при выполнении практических задач.

Фонды оценочных средств по дисциплине предусматривают проверку индикаторов достижения компетенций.

### **1.2 Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации**

#### **Вопросы к зачету:**

1. Предмет биохимии и молекулярной биологии.
2. Общий химический состав организмов. Молекулярная логика живого.
3. Химический состав, функции белков. Аминокислоты, строение и классификация.
4. Физико – химические и биологические свойства белков.
5. Первичная структура белков. Пептидная связь, ее особенности.
6. Вторичная структура фибриллярных и глобулярных белков. Силы, удерживающие вторичную структуру белков.

7. Третичная структура глобулярных белков. Домены, их функциональная роль. Силы, удерживающие третичную структуру белков. Методы изучения структуры белков.
8. Четвертичная структура белков. Структура гемоглобина. Силы, удерживающие четвертичную структуру белков. Номенклатура и классификация белков.
9. Нуклеиновые кислоты, их виды, функции, локализация в клетке.
10. Химический состав нуклеиновых кислот. Пуриновые и пиримидиновые основания, нуклеозиды, нуклеотиды. Отличия в строении ДНК и РНК.
11. Первичная структура нуклеиновых кислот.
12. Вторичная структура ДНК. Характеристика двойной спирали Уотсона и Крика. Связи, стабилизирующие двойную спираль ДНК.
13. Особенности вторичной структуры РНК. Вторичная структура т-РНК, функциональные центры.
14. Третичная структура нуклеиновых кислот. Структура хроматина.
15. Химическая природа ферментов. Простые и сложные ферменты. Понятие о кофакторе. Роль витаминов в функционировании ферментов.
16. Функциональные центры ферментов. Свойства ферментов. Понятие о механизме ферментативного катализа.
17. Витамины, их значение, номенклатура и классификация.
18. Витамин В<sub>2</sub>, ФМН и ФАД, их строение и значение.
19. Витамин В<sub>3</sub> (пантотеновая кислота). Коэнзим А, его значение при синтезе и распаде жирных кислот.
20. Витамин В<sub>5</sub> (никотиновая кислота и ее амид). Механизм действия. НАД и НАДФ – коферменты оксидоредуктаз.
21. Номенклатура и классификация ферментов. Примеры.
22. Понятие о множественных молекулярных формах ферментов и мультиэнзимных комплексах.
23. Обмен веществ и энергии как важнейшая особенность живых организмов. Структура и функции АТФ.
24. Распад нуклеиновых кислот в живых организмах. Классификация и примеры нуклеаз.
25. Распад нуклеотидов. Пути распада пуриновых и пиримидиновых азотистых оснований.
26. Репликация ДНК: значение, механизм.
27. Транскрипция (синтез РНК). Особенности. Характеристика РНК – полимеразы.
28. Обратная транскрипция, ее суть и значение.
29. Распад белков в живых организмах. Распад белков в желудочно-кишечном тракте позвоночных под действием протеолитических ферментов.
30. Распад аминокислот по аминогруппе: окислительное дезаминирование, переаминирование.
31. Распад аминокислот по карбоксильной группе и радикалу.
32. Конечные продукты распада аминокислот. Орнитиновый цикл.
33. Биосинтез белка на рибосоме. Значение, основные этапы.
34. Пути распада углеводов в живых организмах. Дыхание и анаэробные процессы.
35. Распад поли- и олигосахаридов. Гидролиз и фосфолиз. Распад полисахаридов в желудочно-кишечном тракте человека.
36. Превращения моносахаридов. Пути синтеза глюкозо-6-фосфата и значение этого соединения.
37. Анаэробный гликолиз: значение, стадии, энергетический эффект. Субстратное фосфорилирование.
38. Гликогенолиз. Реакции, отличающие гликогенолиз от анаэробного гликолиза. Энергетический эффект гликогенолиза.
39. Спиртовое брожение: значение, реакции заключительного этапа спиртового брожения, энергетический эффект.
40. Дыхание: значение, основные этапы. Окислительное декарбоксилирование пирувата.

41. Цикл Кребса и его значение.
42. Дыхательная цепь ферментов. Локализация, значение.
43. Энергетический эффект дыхания.
44. Энергообеспечение живых организмов. Биоэнергетика.
45. Окислительное фосфорилирование. Гипотеза Митчелла. Протонный потенциал и его значение.
46. Фотосинтез, основные этапы, значение, молекулярный механизм. Фотосинтетическое фосфорилирование.
47. Гликолиз. Синтез олиго- и полисахаридов.
48. Липиды и их биологическая роль. Классификация. Строение и свойства жиров и фосфолипидов.
49. Гидролиз жиров в желудочно-кишечном тракте позвоночных животных.
50. Распад глицерина. Энергетический эффект.
51.  $\beta$  – окисление высших жирных кислот, энергетический эффект.
52. Синтез жиров из глицерофосфата и высших жирных кислот.
53. Уровни регуляции метаболизма в клетке.
54. Нейро-гуморальная регуляция метаболизма.
55. Гормоны. Номенклатура и классификация.
56. Механизмы действия гормонов.

### **Оценка устного ответа на зачете**

Устный ответ на зачете оценивается по 2 балльной системе.

Отметка «зачтено» ставится, если:

- знания отличаются глубиной и содержательностью, дается полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы к зачету, так и на дополнительные;
- студент свободно владеет научной терминологией;
- ответ студента структурирован, содержит анализ существующих теорий, научных школ, направлений и их авторов по вопросу билета;
- логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную для решения;
- ответ характеризуется глубиной, полнотой и не содержит фактических ошибок;
- ответ иллюстрируется примерами, в том числе из собственной практики;
- студент демонстрирует умение аргументированно вести диалог и научную дискуссию.

Отметка «незачтено» ставится, если:

- обнаружено незнание или непонимание студентом сущностной части дисциплины;
- содержание вопросов билета не раскрыто, допускаются существенные фактические ошибки, которые студент не может исправить самостоятельно;
- на большую часть дополнительных вопросов по содержанию экзамена студент затрудняется дать ответ или не дает верных ответов.



### **Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Биохимия» являются лекции с использованием презентаций. Это связано с тем, что учебный материал содержит большое число таблиц, рисунков, схем, которые затем используются студентами в самостоятельной работе при подготовке к занятиям. Некоторыми формулами и схемами студенты пользуются даже при написании контрольных работ по темам дисциплины. Перед написанием контрольных работ студенты вместе с преподавателем разбирают неясные вопросы, закрепляют полученный материал, а затем выполняют индивидуальные контрольные задания, которые оцениваются преподавателем.

Кроме контрольных работ студенты сдают индивидуально преподавателю 2 коллоквиума, что позволяет оценить стилистически грамотное, логически правильное изложение учебного материала. Преподаватель оценивает также владение инструментарием дисциплины, умение его использовать при ответе на конкретный вопрос.

Очень важным компонентом занятий является выполнение лабораторной работы. Студенты не только учатся работать в биохимической лаборатории с малыми количествами веществ, но и получают информацию о структуре и свойствах биомолекул, современных методах биохимического анализа. По результатам проделанной работы студенты формулируют выводы, что облегчает выполнение и написание ими курсовой и выпускной работ.

Для самостоятельной работы рекомендуется использовать литературу, указанную в разделе 8 данной программы.

Также для подбора учебной литературы рекомендуется использовать ряд интернет-ресурсов:

1. [http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)

Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ: более 3000 полных текстов учебных и учебно-методических материалов по основным изучаемым дисциплинам, изданных в университете.

2. <http://urait.ru>

Электронно-библиотечная система «Юрайт»: мультидисциплинарный ресурс (учебная, научная и художественная литература, периодика)

3. <http://e.lanbook.com>

Электронно-библиотечная система «Лань»: мультидисциплинарный ресурс (учебная, научная и художественная литература, периодика). Доступны коллекции: Математика, Информатика.

4. <http://ebs.prospekt.org>

Электронно-библиотечная система «Проспект»: мультидисциплинарный ресурс (учебная, научная и художественная литература, периодика).

5. <http://window.edu.ru/catalog>

Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам": свободный доступ к интегральному каталогу образовательных интернет-ресурсов и к электронной библиотеке учебно-методических материалов для общего и профессионального образования.