

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

Институт фундаментальной и прикладной химии

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета биологии и экологии



О.А. Маракаев  
«21» мая 2024 г.

**Рабочая программа**  
**«Основы биохимических процессов»**

Направление подготовки  
04.04.01 Химия

Направленность (профиль)  
«Физико-органическая и фармацевтическая химия»

Форма обучения  
очная

Программа одобрена  
на заседании института  
протокол № 9 от «18» апреля 2024 года

Программа одобрена  
НМК факультета биологии и экологии  
протокол № 6 от «29» апреля 2024 года

Ярославль

## 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является изучение основ биохимических процессов и возможностей их практического применения в профессиональной деятельности.

Дисциплина обеспечивает приобретение знаний и умений в соответствии с государственным образовательным стандартом, способствует фундаментализации образования, отражает новейшие достижения химических основ биохимических процессов.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Основы биохимических процессов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1, является дисциплиной по выбору (Б1.В.ДВ.04.01).

Знания и навыки, полученные при изучении дисциплины, необходимы для владения системой фундаментальных химических понятий, выполнения магистерской диссертации, в научно-производственной деятельности, а также для владения теорией и навыками практической работы в избранной области химии.

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующей компетенцией в соответствии с ФГОС ВО, ООП ВО и приобретение следующих знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
<b>Профессиональные компетенции</b>		
ПК-1-г Способен определять способы, методы и средства решения технологических задач в рамках контроля структуры и качества, получения биологически активных соединений.	ПК-1-г.1 Готовит детальные планы отдельных стадий прикладных НИР и НИОКР.	<b>Знать:</b> – основные этапы планирования научных исследований по дисциплине. <b>Уметь:</b> – самостоятельно составлять план исследования по биохимической тематике. <b>Владеть навыками:</b> – планирования и оформления планов отдельных стадий прикладных НИР и НИОКР.
	ПК-1-г.2 Готовит документацию по подготовке, проведению и результатам прикладных НИР и НИОКР.	<b>Уметь:</b> – готовить и актуализировать лабораторную документацию в рамках биохимических исследований. <b>Владеть навыками:</b> – ведения исследовательской документации.
	ПК-1-г.3 Предлагает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач в рамках прикладных НИР и НИОКР.	<b>Уметь:</b> – подбирать методы биохимического эксперимента, анализа свойств биологически активных соединений. <b>Владеть навыками:</b> – проведения биохимических экспериментов и интерпретации их результатов.
	ПК-1-г.4 Проводит испытания инновационной продукции.	<b>Уметь:</b> – оценивать свойства продукции, полученной в результате биохимического эксперимента.

		<b>Владеть навыками:</b> – определения основных параметров продукции; – проведения компьютерных экспериментов и интерпретации их результатов.
<b>ПК-5-н</b> Способен выдвигать концепции направленной структурной модификации соединения-лидера в зависимости от наличия информации о его молекулярной мишени действия в организме.	<b>ПК-5-н.1</b> Использует базовые принципы дизайна структур лекарственных веществ на основе гетероциклических систем для направленной модификации соединений-лидеров с учетом специфики поведения различных гетероциклических веществ в организме.	<b>Знать:</b> – общие закономерности биохимических процессов. <b>Уметь:</b> – определять молекулярную логику биохимических процессов. <b>Владеть навыками:</b> – определения с помощью результатов лабораторных работ фундаментальных биохимических понятий.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 акад.ч.

№ 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)  Формы ЭО и ДОТ (при наличии)	
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания		самостоятельная работа
1	Введение. Общий химический состав живых организмов. Белки и аминокислоты.	3	0,5		3	0,2		12	Контр. работы №1-3; защита лаб. работы
2	Нуклеиновые кислоты: строение, функции, структура	3	0,5		2	0,2		13	Контр. работа №4; защита лаб. работы
3	Ферменты, витамины.	3	0,5		3	0,4		13	Контр. работа №5; защита лаб. работы
4	Обмен нуклеиновых кислот.	3	0,5		2	0,2		12	Коллоквиум №1 (1 часть)
5	Обмен белков. Понятие о генной инженерии.	3	1		2	0,2		13	Коллоквиум №1 (2 часть)
6	Углеводы и их метаболизм.	3	0,5		2	0,2		12	Коллоквиум №2
7	Понятие о биоэнергетике, биологическом преобразовании энергии.	3	0,5		2	0,2		12	Контр. работа №6
8	Липиды, их строение, биологическая роль.	3	0,5		2	0,2		12	Контр. работа №7; защита лаб. работы
9	Обмен липидов. Регуляция метаболизма.	3	0,5		2	0,2		13	Контр. работа №8; защита лаб. работы
						0,3		4,7	Зачет
	<b>ИТОГО</b>		<b>5</b>		<b>20</b>	<b>2</b>	<b>0,3</b>	<b>116,7</b>	

#### 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						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
1	Введение. Общий химический состав живых организмов. Белки и аминокислоты.	3			3				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
2	Нуклеиновые кислоты: строение, функции, структура.	3			2				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
3	Ферменты, витамины.	3			3				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
4	Обмен нуклеиновых кислот.	3			2				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
5	Обмен белков. Понятие о генной инженерии.	3			2				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
6	Углеводы и их метаболизм.	3			2				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
7	Понятие о биоэнергетике, биологическом преобразовании энергии.	3			2				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
8	Липиды, их строение, биологическая роль.	3			2				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
9	Обмен липидов. Регуляция метаболизма.	3			2				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
	<b>ИТОГО</b>				<b>20</b>				

#### Содержание разделов дисциплины

##### 1. Введение. Общий химический состав организмов. Белки и аминокислоты.

Введение. Предмет, задачи, методы основ биохимических процессов. 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. Синтез фармацевтических препаратов методами генной инженерии.

#### **5. Обмен белков.**

Распад белков в живых организмах. Распад аминокислот по аминокислотной 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. Дыхание и анаэробные процессы. Основные этапы, значение. Энергетический эффект.

#### **7. Понятие о биоэнергетике, биологическом преобразовании энергии.**

Энергообеспечение живых организмов. Понятие о биоэнергетике. АТФ и протонный потенциал-энергетические валюты в клетке.

#### **8. Липиды, их строение, биологическая роль.**

Биологическая роль липидов. Строение и классификация.

#### **9. 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 высших жирных кислот. Уровни регуляции метаболизма. Нейрогуморальная регуляция. Механизмы действия гормонов.

### **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 магистрантов 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; ответы на контрольные вопросы по теме занятия. 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, помогает при выполнении выпускной работы бакалавра.

**Консультации** – групповые занятия, являющиеся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов.

В процессе обучения используются следующие технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии:

**Электронный учебный курс «Основы биохимических процессов» в LMS Электронный университет Moodle ЯрГУ**, в котором:

- представлены задания для самостоятельной работы обучающихся по темам дисциплины;
- представлены тексты лекций по отдельным темам дисциплины;
- представлен список учебной литературы, рекомендуемой для освоения дисциплины;
- посредством форума осуществляется синхронное и (или) асинхронное взаимодействие 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:

- программы Microsoft Office;
- программа Adobe Acrobat Reader;
- браузеры Mozilla Firefox, Google Chrome.

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

При осуществлении 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. Румянцев Е.В. Химические основы жизни. – М.: КолосС, 2007. – 560 с.  
[http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=363659&cat\\_cd=YARSU](http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=363659&cat_cd=YARSU)
2. Биологическая химия: учеб. пособие для вузов / под ред. Н.И. Ковалевской; УМО по специальностям пед. образования. – 3-е изд., испр. – М.: Академия, 2009. – 255 с.  
[http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=1029290&cat\\_cd=YARSU](http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=1029290&cat_cd=YARSU)

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

1. Урванцева Г.А., Грачева Е.Л. Биохимия и молекулярная биология. Учебно-мет. пособие. – Ярославль, ЯрГУ, 2017. – 43 с.  
<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20170302.pdf>

##### **в) ресурсы сети «Интернет»**

1. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ  
([http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)).
2. 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 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.uniyar.ac.ru/content/resource/net\\_res.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/content/resource/net_res.php)

3. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" (<http://window.edu.ru/library>).

### **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.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, хранящиеся на электронных носителях и обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины.

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

Число посадочных мест в лекционной аудитории больше либо равно списочному составу потока, а в аудитории для лабораторных работ – списочному составу группы обучающихся.

Автор:

Профессор института  
фундаментальной и прикладной химии, д.х.н.

  
В.Ю. Орлов

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины  
«Основы биохимических процессов»**

**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**

**Тема 1. Белки, аминокислоты.**

**Задания к контрольной работе № 1. Аминокислоты.**

1. Напишите в виде внутренних солей формулы аминокислот:
  - а) аминуксусной (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. Напишите формулы серосодержащих аминокислот.
5. Какие аминокислоты содержат гетероциклы в радикале?  
Напишите их формулы и названия.
6. Напишите формулы аминокислот:
  - а) с гидрофобными (неполярными) радикалами,
  - б) с незаряженными полярными радикалами,
  - в) с отрицательно заряженными радикалами,
  - г) с положительно заряженными радикалами.
7. Напишите формулы дипептидов:
  - а) аланил-лейцина,
  - б) серил-лизина,
  - в) глицил-триптофана.Отметьте пептидные связи.
8. Напишите формулы и назовите трипептиды:
  - а) ала-вал-глу,
  - б) лей-про-тре,
  - в) тир-гли-гли.
9. Рассмотрите особенности пептидной связи и следствия, вытекающие из них.

**Задания к контрольной работе № 2. Физико-химические свойства аминокислот, пептидов и белков.**

1. В какой области значений рН и почему находится изоэлектрическая точка:
  - а) кислот,
  - б) нейтральной,
  - в) основной аминокислоты?Приведите примеры вышеназванных аминокислот.
2. Напишите формулу пептида: гли-асп-про-тре. Определите его поведение в электрическом поле:
  - а) в нейтральной,
  - б) в слабокислой,

в) в слабощелочной среде.

3. Напишите формулу пептида: ала-асн-цис-гис. В какой среде находится его изоэлектрическая точка? Ответ обоснуйте.

4. Напишите формулу пептида: глу-цис-асн-арг. Укажите его суммарный заряд в слабокислой среде.

5. Чем объясняется устойчивость белковых растворов? Почему белковые растворы неустойчивы вблизи изоэлектрической точки?

6. Что такое "денатурация белка"? Какие денатурирующие факторы вы знаете? Приведите примеры обратимой и необратимой денатурации.

### **Задания к контрольной работе № 3. Структура белков**

1. Какие продукты получаются при действии трипсина на пептид: лиз-асп-гли-ала-глу-тре?

2. Какие продукты получаются при действии химотрипсина на пептид: ала-лиз-глу-фен-гли-мет-тир-три?

3. Каковы этапы установления первичной структуры белковой молекулы?

4.  $\alpha$ -спираль и ее параметры (шаг спирали, число аминокислот в витке, высота аминокислотного остатка). Какие взаимодействия стабилизируют  $\alpha$ -спираль?

5. Каковы причины, нарушающие регулярность вторичной структуры белков? Перечислите аминокислоты, дестабилизирующие  $\alpha$ -спираль.

6. Укажите типы связей, стабилизирующих третичную структуру белков. Приведите схему взаимодействия между двумя заряженными аминокислотами.

7. Приведите примеры аминокислот, участвующих в образовании водородных связей в белках. Изобразите схематично 3 варианта водородных связей между радикалами этих аминокислот.

8. 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.

9. Напишите формулы следующих фрагментов белка, принимающих участие в формировании его третичной структуры:

...тре-лей-цис-гln-арг...

...гис-вал-цис-лиз-глу...

Изобразите схемы всех возможных взаимодействий.

10. В связывании субъединиц четвертичной структуры белка принимают участие радикалы следующих аминокислот: ала, гис, тре, фен, асп. Выпишите попарно формулы аминокислот, между радикалами которых возможны взаимодействия, покажите схематично эти взаимодействия.

11. Приведите схемы взаимодействия контактных участков субъединиц белка с участием радикалов аминокислот глу, сер, гис, лиз.

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

### **Задания к контрольной работе № 4. 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.



#### **Тема 4. Обмен нуклеиновых кислот.**

##### **Вопросы к коллоквиуму № 1. Часть 1. 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.
7. Синтез фармацевтических препаратов методами генной инженерии.

#### **Тема 5. Обмен белков.**

##### **Вопросы к коллоквиуму №1. Часть 2. Обмен белков.**

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

#### **Тема 6. Углеводы и их метаболизм.**

##### **Вопросы к коллоквиуму № 2. Обмен углеводов**

1. Пути распада углеводов в живых организмах.
2. Распад поли- и олигосахаридов. Гидролиз и фосфолиз.
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. Понятие о биоэнергетике, биологическом преобразовании энергии.**

##### **Вопросы к контрольной работе № 6.**

1. Напишите уравнение реакции превращения ПВК в молочную кислоту. Укажите фермент, катализирующий это превращение.

2. Напишите уравнения реакций, отличающих гликогенолиз от анаэробного гликолиза. Объясните, в чем причина отличия энергетических эффектов этих процессов.
3. Составьте суммарное уравнение анаэробного гликолиза.
4. Напишите уравнения реакций заключительного этапа спиртового брожения, укажите ферменты, принимающие участие в этих реакциях.
5. Составьте суммарное уравнение спиртового брожения.
6. Напишите уравнение реакции, отличающей анаэробный гликолиз от спиртового брожения, указав фермент.
7. Составьте схему окислительного декарбоксилирования ПВК, укажите ферменты и коферменты, принимающие участие в этом процессе.
8. В чем отличие аэробного гликолиза от анаэробного?
9. 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.
10. Перечислите ферменты, принимающие участие в цикле Кребса, относящиеся к классу:
  - а) оксидоредуктаз,
  - б) лиаз.
11. Приведите схему дыхательной цепи ферментов. Укажите локализацию точек фосфорилирования.
12. 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.
13. Каков энергетический эффект одного оборота цикла ди- и трикарбоновых кислот?

## **Тема 8. Липиды, их строение, биологическая роль.**

### **Вопросы к контрольной работе № 7.**

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?

## Тема 9. Обмен липидов. Регуляция метаболизма.

### Вопросы к контрольной работе № 8.

3. Гидролиз жиров в желудочно-кишечном тракте позвоночных.
4. Напишите уравнения реакций гидролиза тристеарина, олеодипальмитина.
5. Напишите уравнения реакций, протекающих по схеме:  
 Глицерин  $\xrightarrow{\text{глицерокиназа}}$  X  $\xrightarrow{\text{глицерофосфатдегидрогеназа}}$  Y  $\xrightarrow{\text{триозофосфатизомераза}}$  Z  
 Назовите вещества X, Y, Z.
6. Напишите уравнение реакции активирования стеариновой кислоты.
7. Напишите уравнения реакций, протекающих по схеме:  
 Пальмитиновая кислота  $\xrightarrow{\text{ацил-КоА-синтетаза}}$  A  $\xrightarrow{\text{ацил-КоА-дегидрогеназа}}$   
 B  $\xrightarrow{\text{еноил-КоА-гидратаза}}$  C  $\xrightarrow{\text{оксиацил-КоА-дегидрогеназа}}$  D  $\xrightarrow{\text{кетоацил-КоА-тиоэстераза}}$  E  
 Назовите вещества A, B, C, D, E.  
 Каков энергетический эффект одного акта  $\beta$ -окисления?
8. Рассчитайте энергетический эффект распада молекулы глицерина в анаэробных и в аэробных условиях.
9. Энергетический выход полного окисления молекулы пальмитиновой кислоты, трипальмитина.
10. Энергетический эффект полного окисления молекулы стеариновой кислоты, тристеарина.
11. Посредством, каких химических реакций осуществляется синтез высших жирных кислот из глюкозы? Покажите в виде схемы.
12. Напишите уравнения реакций, посредством которых происходит биосинтез жиров из глицерофосфата и высших жирных кислот. Каково биологическое значение этих процессов?

### Критерии оценивания результатов текущего контроля успеваемости

Форма текущего контроля успеваемости	Правила выставления оценки
Коллоквиум	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Отлично</i> выставляется за полный ответ на поставленный вопрос с включением в содержание ответа рассказа (лекции) преподавателя, материалов учебников, дополнительной литературы без наводящих вопросов; полное выполнение задания.</li> <li>- <i>Хорошо</i> выставляется за полный ответ на поставленный вопрос в объеме рассказа (лекции) преподавателя с включением в содержание ответа материалов учебников с четкими положительными ответами на наводящие вопросы преподавателя; выполнение задания с незначительными ошибками.</li> <li>- <i>Удовлетворительно</i> выставляется за ответ, в котором озвучено более половины требуемого материала, с положительным ответом на большую часть наводящих вопросов; или обучающийся приступил к выполнению задания, наметил алгоритм решения, но допустил серьезные ошибки на этапах решения.</li> <li>- <i>Неудовлетворительно</i> выставляется за ответ, в котором озвучено менее половины требуемого материала или не озвучено главное в содержании вопроса с отрицательными ответами на наводящие вопросы, или обучающийся отказался от ответа без предварительного объяснения уважительных причин; или обучающийся не приступал к выполнению задания или не смог выработать алгоритм его решения.</li> </ul>

Контрольная работа	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Отлично</i> выставляется, если обучающийся выполнил работу (общий процент выполнения заданий не менее 90%), демонстрирует знания теоретического и практического материала по теме работы, даёт правильный алгоритм решения.</li> <li>- <i>Хорошо</i> выставляется, если обучающийся выполнил работу с небольшими недочётами (общий процент выполнения заданий не менее 70%), демонстрирует знания теоретического и практического материала по теме работы, допуская незначительные неточности при их применении и выборе алгоритма решения.</li> <li>- <i>Удовлетворительно</i> выставляется, если обучающийся в целом выполнил работу (общий процент выполнения заданий не менее 50%), допуская существенные недочёты, в том числе при выборе алгоритма решения.</li> <li>- <i>Неудовлетворительно</i> выставляется, если обучающийся не справился с выполнением задания (общий процент выполнения заданий менее 50%), не смог выбрать алгоритм его решения, продемонстрировав существенные пробелы в знаниях основного учебного материала.</li> </ul>
Лабораторная работа	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Отлично</i> 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.</li> <li>- <i>Хорошо</i> 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.</li> <li>- <i>Удовлетворительно</i> 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.</li> <li>- <i>Неудовлетворительно</i> выставляется обучающемуся, если он имеет существенные пробелы в знаниях основного учебного материала лабораторной работы, который полностью не раскрыл</li> </ul>

Фонды оценочных средств по дисциплине предусматривают проверку индикаторов достижения компетенций.

## 2. Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации

### Перечень вопросов к зачету

1. Предмет дисциплины «Основы биохимических процессов».
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. 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 2. ФМН и ФАД, их строение и значение.
19. Витамин В 3 (пантотеновая кислота). Коэнзим А, его значение при синтезе и распаде жирных кислот.
20. Витамин В 5 (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. Синтез фармацевтических препаратов методами генной инженерии.
30. Распад белков в живых организмах. Распад белков в желудочно-кишечном тракте позвоночных под действием протеолитических ферментов.
31. Распад аминокислот по аминокислотной группе : окислительное дезаминирование, переаминирование.
32. Распад аминокислот по карбоксильной группе и радикалу.

33. Конечные продукты распада аминокислот. Орнитинный цикл.
34. Биосинтез белка на рибосоме. Значение, основные этапы.
35. Процесс активирования аминокислот : значение, механизм.
36. Генетический код и его особенности.
37. Трансляция (механизм сборки полипептидной цепи на рибосоме). Основные этапы.
38. Пути распада углеводов в живых организмах. Дыхание и анаэробные процессы.
39. Распад поли- и олигосахаридов. Гидролиз и фосфоролит. Распад полисахаридов в желудочно-кишечном тракте человека.
40. Превращения моносахаридов. Пути синтеза глюкозо-6-фосфата и значение этого соединения.
41. Анаэробный гликолиз: значение, стадии, энергетический эффект. Субстратное фосфорилирование.
42. Гликогенолиз. Реакции, отличающие гликогенолиз от анаэробного гликолиза. Энергетический эффект гликогенолиза.
43. Спиртовое брожение: значение, реакции заключительного этапа спиртового брожения, энергетический эффект.
44. Дыхание: значение, основные этапы. Окислительное декарбоксилирование пирувата.
45. Цикл Кребса и его значение.
46. Дыхательная цепь ферментов. Локализация, значение.
47. Энергетический эффект дыхания.
48. Энергообеспечение живых организмов. Биоэнергетика.
49. Окислительное фосфорилирование. Гипотеза Митчелла. Протонный потенциал и его значение.
50. Фотосинтез, основные этапы, значение, молекулярный механизм. Фотосинтетическое фосфорилирование.
51. Синтез олиго- и полисахаридов.
52. Липиды и их биологическая роль. Классификация . Строение и свойства жиров и фосфолипидов.
53. Гидролиз жиров в желудочно-кишечном тракте позвоночных животных.
54. Распад глицерина. Энергетический эффект.
55.  $\beta$  – окисление высших жирных кислот, энергетический эффект.
56. Синтез жиров из глицерофосфата и высших жирных кислот.
57. Уровни регуляции метаболизма в клетке.
58. Нейро-гуморальная регуляция метаболизма.
59. Гормоны. Номенклатура и классификация.
60. Механизмы действия гормонов.
61. Функции циклических нуклеотидов ( ц-АМФ и ц- ГМФ ) в регуляторных реакциях.

### **Правила выставления оценки на зачете:**

Устный ответ студента на зачете оценивается по 2-х 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;
- ответ студента логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную для решения;
- ответ студента характеризуется глубиной, полнотой и не содержит фактических ошибок;

- ответ студента иллюстрируется примерами, в том числе из собственной научно-исследовательской деятельности;
- студент демонстрирует умение аргументировано вести диалог и научную дискуссию;
- студент демонстрирует навыки поиска и обработки научной информации и экспериментальных данных.

Отметка «незачтено» ставится, если:

- ответ студента обнаружил незнание или непонимание сущностной части дисциплины;
- содержание вопросов не раскрыто, допускаются существенные фактические ошибки, которые студент не может исправить самостоятельно;
- на большую часть дополнительных вопросов по содержанию зачета студент затрудняется дать ответ или не дает верных ответов;
- студент не демонстрирует навыки поиска и обработки научной информации и экспериментальных данных.

## Приложение №2 к рабочей программе дисциплины «Основы биохимических процессов»

### Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине « Основы биохимических процессов» являются лекции и лабораторные занятия 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.

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 магистерских диссертаций.

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

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

Для самостоятельного подбора литературы в библиотеке ЯрГУ рекомендуется использовать:

**1. Личный кабинет** ([http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_login.php](http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_login.php)) дает возможность получения on-line доступа к списку выданной в автоматизированном режиме литературы, просмотра и копирования электронных версий изданий сотрудников университета (учеб. и метод. пособия, тексты лекций и т.д.) Для работы в «Личном кабинете» необходимо зайти на сайт Научной библиотеки ЯрГУ с любой точки, имеющей доступ в Internet, в пункт меню «Электронный каталог»; пройти процедуру авторизации, выбрав вкладку «Авторизация», и заполнить представленные поля информации.

**2. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ** ([http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)) содержит более 2500 полных текстов учебных и учебно-методических материалов по основным изучаемым дисциплинам, изданных в университете. Доступ в сети университета, либо по логину/паролю.

**3. Электронная картотека «Книгообеспеченность»** ([http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_bookreq\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_bookreq_find.php)) раскрывает учебный фонд научной библиотеки ЯрГУ, предоставляет оперативную информацию о состоянии книгообеспеченности дисциплин основной и дополнительной литературой, а также цикла дисциплин и специальностей. Электронная картотека «Книгообеспеченность» доступна в сети университета и через Личный кабинет.