

**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**  
**«Биохимия»**

Направление подготовки  
05.03.06 Экология и природопользование

Направленность (профиль)  
«Экологическая безопасность»

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 ознакомление с молекулярной логикой живого: структурой и свойствами биомолекул, химическими процессами, лежащими в основе развития и функционирования организмов. Изучение метаболизма белков, нуклеиновых кислот, углеводов и липидов, энергообеспечения и регуляции процессов жизнедеятельности способствует пониманию механизмов адаптации живых организмов к условиям внешней среды, поддержания гомеостаза.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Биохимия» относится обязательной части образовательной программы Блока 1. Шифр в соответствии с учебным планом Б1.О.31.

Биохимия (биологическая химия) – наука о химическом составе живых организмов и химических процессах, протекающих в них. Дисциплина «Биохимия» обеспечивает приобретение умений и навыков в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом, способствует фундаментализации образования, формированию биологического мировоззрения на основе изучения закономерностей биологической формы движения материи.

Ее освоение основывается на знаниях, полученных студентами при изучении дисциплин «Биология человека», «Органическая химия». Знания, умения и навыки, полученные при изучении биологической химии необходимы обучающимся для освоения следующих учебных дисциплин: «Физическая химия и методы анализа», «Экологическая и водная токсикология», «Экологическая биотехнология», а также для продолжения обучения в магистратуре по направлению «Экология и природопользование».

## 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:

<b>Формируемая компетенция (код и формулировка)</b>	<b>Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)</b>	<b>Перечень планируемых результатов обучения</b>
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		
<b>ОПК-1.</b> Способен применять базовые знания фундаментальных разделов наук о Земле, естественно-научного и математического циклов при решении задач в области экологии и природопользования.	<b>ОПК-1.1.</b> Использует базовые знания в области математики для обработки информации и анализа данных в области экологии и природопользования. <b>ОПК-1.2.</b> Применяет базовые знания физических законов и анализа физических явлений для решения задач в области экологии и природопользования. <b>ОПК-1.3.</b> Применяет базовые знания химии при проведении химико-аналитических	Знать: - химический состав живых организмов, строение, структуру и функции веществ, составляющих основу организмов; - основные метаболические пути и их регуляцию; - механизмы энергообеспечения процессов жизнедеятельности. Уметь: - отображать схематично пути распада и синтеза белков, нуклеиновых кислот, углеводов и липидов; - описывать метаболические процессы в организме и объяснять их значение, приводить уравнения химических реакций; - применять базовые знания химии, физики, биологии, наук о земле для выполнения заданий, интерпретации

	<p>исследований в области экологии и природопользования.</p> <p><b>ОПК-1.4.</b> Использует знания биологии для решения задач в области экологии и природопользования.</p> <p><b>ОПК-1.5.</b> Использует знания фундаментальных разделов наук о Земле для решения задач в области экологии и природопользования.</p>	<p>результатов лабораторных работ. Владеть навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- составления уравнений химических реакций распада и синтеза веществ, составляющих основу организмов;</li> <li>- расчета энергетических эффектов распада различных биомолекул.</li> </ul>
<p><b>ОПК-6.</b> Способен проектировать, представлять, защищать и распространять результаты своей профессиональной и научно-исследовательской деятельности.</p>	<p><b>ОПК-6.1.</b> Представляет результаты своей профессиональной и научно-исследовательской деятельности в виде отчета по установленной форме.</p> <p><b>ОПК-6.2.</b> Представляет результаты работы в виде тезисов доклада, презентации на русском и/или иностранном языках в соответствии с нормами и правилами, принятыми в научном сообществе.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные пути распада и синтеза важнейших классов органических веществ для оценки воздействия экологических факторов и хозяйственной деятельности на метаболические процессы живых организмов, здоровье населения;</li> <li>- теоретические основы методов анализа живых систем.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить эксперимент, описывать полученные данные и формулировать выводы;</li> <li>- интерпретировать результаты химического эксперимента на основе теоретических знаний о составе, строении и структуре биомолекул, их участии в метаболизме.</li> </ul> <p>Владеть навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- подготовки отчета о результатах эксперимента;</li> <li>- работы с лабораторным оборудованием в биохимической лаборатории.</li> </ul> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- нормы и правила представления результатов работы в виде тезисов доклада.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- представлять результаты деятельности в виде презентации.</li> <li>- Владеть навыками:</li> <li>- представления результатов работы в виде презентации, доклада в соответствии с принятыми в научном сообществе правилами.</li> </ul>

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 акад. 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 организмов. Белки и аминокислоты: классификация аминокислот, структура белков, свойства белков.	3	2		3	1		4	Задания для домашней работы №1, Самостоятельная работа №1
2	Ферменты: химическая природа, функциональные центры, свойства, номенклатура и классификация ферментов	3	2		3	1		4	Задания для домашней работы №2, Самостоятельная работа №2
3	Нуклеиновые кислоты: состав, строение, функции, структура.	3	2		3	1		4	Задания для домашней работы №3, Самостоятельная работа №3
4	Обмен нуклеиновых кислот и белков: катаболизм и анаболизм ДНК, РНК и белков	3	4		3	1		4	Коллоквиум 1, Подготовка доклада с презентацией
5	Обмен углеводов: пути распада углеводов в анаэробных и аэробных условиях, биоэнергетика	3	4		3	1		4	Коллоквиум 2
6	Липиды, обмен липидов: классификация, строение, распад и синтез. Взаимосвязь метаболических процессов.	3	4		3	1		5	Задания для домашней работы №4, Самостоятельная работа №4, Тест

						0,3	4,7	Зачет
	Всего за 3 семестр		<b>18</b>		<b>18</b>	<b>6</b>	<b>0,3</b>	<b>29,7</b>

Содержание разделов дисциплины:

1. Общий химический состав организмов. Белки и аминокислоты: классификация аминокислот, структура белков, свойства белков.
  - 1.1 Химический состав живых организмов.
  - 1.2 Аминокислоты, их классификация.
  - 1.3 Белки. Химический состав, функции белков. Пептидная связь и ее особенности.
  - 1.4 Свойства белков. Понятие об изоэлектрической точке белка.
  - 1.5 Структура белков. Понятие о первичной, вторичной, третичной и четвертичной структуре белков; связи, их стабилизирующие.
2. Ферменты: химическая природа, функциональные центры, свойства, номенклатура и классификация ферментов.
  - 2.1 Ферменты: химическая природа, функциональные центры, отличие от неорганических катализаторов.
  - 2.2 Механизм ферментативного катализа.
  - 2.3 Свойства ферментов.
  - 2.4 Номенклатура и классификация ферментов.
3. Нуклеиновые кислоты: состав, строение, функции, структура.
  - 3.1 Нуклеиновые кислоты: состав, строение, функции.
  - 3.2 Структура нуклеиновых кислот.
4. Обмен нуклеиновых кислот и белков: катаболизм и анаболизм ДНК, РНК и белков.
  - 4.1 Распад нуклеиновых кислот под действием нуклеаз. Распад нуклеотидов.
  - 4.2 Распад азотистых оснований. Конечные продукты распада. Орнитинный цикл.
  - 4.3 Репликация ДНК: значение, механизм.
  - 4.4 Транскрипция: значение, механизм.
  - 4.5 Обратная транскрипция.
  - 4.6 Гидролиз белков в желудочно-кишечном тракте позвоночных. Протеолитические ферменты.
  - 4.7 Пути распада аминокислот.
  - 4.8 Биосинтез белка: общая характеристика, основные этапы.
  - 4.9 Механизм сборки полипептидной цепи (трансляция).
  - 4.10 Теория кодирования в белковом синтезе. Характерные особенности генетического кода.
5. Обмен углеводов: пути распада углеводов в анаэробных и аэробных условиях, биоэнергетика.
  - 5.1 Обмен углеводов: значение, пути распада и синтеза.
  - 5.2 Распад поли- и олигосахаридов. Гидролиз и фосфолиз.
  - 5.3 Анаэробный гликолиз: значение, молекулярный механизм, энергетический эффект.
  - 5.4 Гликогенолиз. Спиртовое брожение.
  - 5.5 Дыхание: значение, этапы, энергетический эффект. Окислительное декарбоксилирование пирувата.
  - 5.6 Биоэнергетика. Основные механизмы биосинтеза АТФ.
  - 5.7 Окислительное фосфорилирование. Хемосмотическая гипотеза Митчелла.
  - 5.8 Фотосинтез. Этапы, механизм.
  - 5.9 Синтез олиго- и полисахаридов. Трансгликозидирование.
6. Липиды, обмен липидов: классификация, строение, распад и синтез. Взаимосвязь метаболических процессов.
  - 6.1 Липиды: классификация, функции.
  - 6.2 Строение жиров. Гидролиз жиров в желудочно-кишечном тракте позвоночных.

6.3 Распад глицерина и высших жирных кислот.

6.4 Биосинтез жиров.

#### 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	Общий химический состав организмов. Белки и аминокислоты: классификация аминокислот, структура белков, свойства белков.	3			3				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
2	Ферменты: химическая природа, функциональные центры, свойства, номенклатура и классификация ферментов	3			3				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
3	Нуклеиновые кислоты: состав, строение, функции, структура.	3			3				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
4	Липиды, обмен липидов: классификация, строение, распад и синтез. Взаимосвязь метаболических процессов.	3			3				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
	<b>ИТОГО</b>				12				

#### 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:

**Академическая лекция** (или лекция общего курса) – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Требования к академической лекции: современный научный уровень и насыщенная

информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, обоснований, фактов.

**Лабораторное занятие** – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков и закреплению полученных на лекции знаний, а также выполнению лабораторных работ, описанию и интерпретации результатов, оформлению отчетов по лабораторному практикуму.

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

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

- представлены задания для самостоятельной работы обучающихся по темам дисциплины;
- осуществляется 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 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. (электронный ресурс)  
<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20110308.pdf>

## **б) дополнительная литература**

1. Комов В.П., Шведова В.Н. Биохимия: учебник для вузов. М.: Юрайт, 2021. 684 с. (электронный ресурс)  
<https://urait.ru/viewer/biohimiya-477904#page/2>

## **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. 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.uniyar.ac.ru/content/resource/net\\_res.php](http://www.lib.uniyar.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, групповых и индивидуальных консультаций, 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.

Оборудование: компьютер с проектором, центрифуга, весы, сушильный шкаф, лабораторная посуда и реактивы.

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**

**ВОПРОСЫ К ДОМАШНИМ РАБОТАМ**

**Тема №1. Аминокислоты и белки.**

1. Напишите в виде внутренних солей формулы аминокислот:
  - а) аминокислоты (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. Характерные особенности пептидной связи.
5. В какой области значений рН и почему находится изоэлектрическая точка:
  - а) кислой
  - б) нейтральной
  - в) основной аминокислоты.Приведите примеры вышеназванных аминокислот
6. Напишите формулу пептида: гли-асп-про-тре. Определите его поведение в электрическом поле:
  - а) в нейтральной
  - б) в слабокислой
  - в) в слабощелочной среде.
7. Напишите формулу пептида: ала-асн-цис-гис. В какой среде находится его изоэлектрическая точка? Ответ обоснуйте.
8. Чем объясняется устойчивость белковых растворов? Почему белковые растворы неустойчивы вблизи изоэлектрической точки?
9. Что такое денатурация белка? Какие денатурирующие факторы вы знаете? Приведите примеры обратимой и необратимой денатурации.
10.  $\alpha$ -спираль и ее параметры (шаг спирали, число аминокислот в витке, высота аминокислотного остатка). Какие взаимодействия стабилизируют  $\alpha$ -спираль? Факторы, дестабилизирующие вторичную структуру белка.
11. Укажите типы связей, стабилизирующих третичную структуру белков. Приведите схему взаимодействия между двумя заряженными аминокислотами.
12. 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.

13. 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.

### Тема №2. Ферменты.

1. Сходство ферментов с неорганическими катализаторами и отличия от них.
2. Химическая природа ферментов. Простые и сложные ферменты, примеры. Понятие о кофакторе, коферменте, простетической группе.
3. Функциональные центры ферментов.
4. Специфичность ферментов. Виды специфичности. Примеры.
5. Регуляция активности ферментов. Активаторы и ингибиторы.
6. Оксидоредуктазы: тип катализируемой реакции, ее схема, систематическое название ферментов этого класса, пример реакции, название фермента.
7. Гидролазы, характеристика (см. пункт 6).
8. Изомеразы, характеристика (см. пункт 6).
9. Лиазы, характеристика (см. пункт 6).
10. Лигазы, характеристика (см. пункт 6).
11. Трансферазы, характеристика (см. пункт 6).
12. 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 +  $\text{CO}_2 \Rightarrow$  АДФ + Ф + ЩУК,
  - г) лактат + НАД<sup>+</sup>  $\rightleftharpoons$  пируват + НАДН·Н<sup>+</sup>,
  - д) малат  $\rightleftharpoons$  фумарат + H<sub>2</sub>O.
13. Напишите следующие реакции, дайте систематические названия ферментам, определите класс каждого фермента:
  - а) асп + α-кетоглутарат  $\rightleftharpoons$  глу + ЩУК,
  - б) глюкоза + АТФ  $\rightleftharpoons$  глюкозо-6-фосфат + АДФ,
  - в) сукцинат + ФАД  $\rightleftharpoons$  фумарат + ФАД·Н<sub>2</sub>,
  - г) ала +  $\text{CO}_2$  + АТФ  $\Rightarrow$  асп + АДФ + Ф,
  - д) глутамин + H<sub>2</sub>O  $\Rightarrow$  глутамат + NH<sub>3</sub>,
  - е) этиловый спирт + НАД<sup>+</sup>  $\rightleftharpoons$  ацетальдегид + НАДН·Н<sup>+</sup>.

### Тема №3. 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-лактамина таутомерия?
4. Какие азотистые основания комплементарны друг другу? Покажите схематично водородные связи между ними.
5. Напишите формулы:
  - а) 5-метилцитозина,
  - б) дезоксиаденозина,
  - в) УДФ,
  - 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. Напишите формулу фрагмента нуклеиновой кислоты Ц-У-Г-А. Запишите в схематичной форме комплементарную для данного фрагмента последовательность нуклеотидов.
9. В чем сходство и отличия в строении РНК и ДНК? Ответ поясните формулами.
10. Охарактеризуйте функции ДНК и основных видов РНК в клетке.
11. Характеристика двойной спирали Уотсона и Крика. Параметры спирали. Связи, стабилизирующие двойную спираль ДНК.
12. Особенности вторичной структуры РНК.
13. Вторичная структура т-РНК, функциональные центры.
14. Третичная структура ДНК и РНК.

Тема №6. Липиды.

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. 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.  
Назовите вещества A, B, C, D, E.

Каков энергетический эффект одного акта  $\beta$ -окисления?

7. Рассчитайте энергетический эффект распада молекулы глицерина в анаэробных и в аэробных условиях.
8. Энергетический выход полного окисления молекулы пальмитиновой кислоты, трипальмитина.
9. Энергетический эффект полного окисления молекулы стеариновой кислоты, тристеарина.
10. Посредством, каких химических реакций осуществляется синтез высших жирных кислот из глюкозы? Покажите в виде схемы.
11. Напишите уравнения реакций, посредством которых происходит биосинтез жиров из глицерофосфата и высших жирных кислот. Каково биологическое значение этих процессов?

### Темы докладов по теме «Обмен нуклеиновых кислот и белков»

1. Классификация нуклеаз: критерии, примеры ферментов, механизм действия.
2. Особенности распада азотистых оснований у различных живых организмов.
3. Механизм репликации у эукариот и его особенности.
4. Значение изучения процесса обратной транскрипции для молекулярной биологии и фармакологии.
5. Виды дезаминирования аминокислот.
6. Аминоацил-т-РНК-синтетазы, их особенности, катализируемые ими реакции.
7. Расшифровка генетического кода человека: успехи и сложности.

## 8. Фолдинг.

### **Правила выставления оценки по результатам доклада**

- *Отлично* выставляется обучающемуся, если он владеет категориальным аппаратом, оформил доклад согласно требованиям, может выступить с докладом, привести классификацию факторов явления и проанализировать полученные результаты, объяснить причины отклонений от желаемого результата, отстаивать свою точку зрения, приводя факты, может отвечать на вопросы.

- *Хорошо* выставляется обучающемуся, если он владеет категориальным аппаратом, оформил доклад согласно требованиям, имеются незначительные недочеты в оформлении, может выступить с докладом, привести классификацию факторов явления, может отвечать на вопросы.

- *Удовлетворительно* выставляется обучающемуся, если он владеет категориальным аппаратом, оформил доклад согласно требованиям, имеются значительные недочеты в оформлении, может выступить с докладом.

- *Неудовлетворительно* выставляется обучающемуся при отсутствии подготовленного доклада, сообщения и в случае полного несоответствия подготовленной информации заявленной теме.

### **ВОПРОСЫ К КОЛЛОКВИУМАМ ПО ТЕМАМ 4 И 5**

#### **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 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.

### **Правила выставления оценки по результатам коллоквиума**

- *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, грамотно 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.

### **Примеры тестовых заданий**

1. АТФ является

- а) азотистым основанием
- б) нуклеозидом
- в) нуклеотидом
- г) нуклеиновой кислотой

2. Соединения тяжелых металлов, являясь неконкурентными ингибиторами, снижают активность ферментов за счет

- а) связывания с активным центром фермента из-за структурного сходства с субстратом
- б) связывания с фермент-субстратным комплексом, а не с самим ферментом
- в) связывания с белковой частью фермента и нарушения его пространственной структуры

### **Самостоятельные работы**

#### **Самостоятельная работа № 1**

Вариант 1.

1. Напишите формулу пептида, отметьте пептидные связи. В какой области значений рН находится изоэлектрическая точка данного пептида и почему?

Определите суммарный заряд пептида и его поведение в электрическом поле: а) в слабнокислой; б) в слабощелочной среде: ала-гис-вал-про.

2. Денатурация белков, денатурирующие факторы, примеры обратимой и необратимой денатурации.

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

...тир-цис-глу-иле ...

... сер-цис-лиз-ала ...

Вариант 2.

1. Напишите формулу пептида, отметьте пептидные связи. В какой области значений рН находится изоэлектрическая точка данного пептида и почему?

Определите суммарный заряд пептида и его поведение в электрическом поле: а) в слабокислой; б) в слабощелочной среде:

асн-тре-лиз-иле.

2.  $\alpha$ -спираль и ее параметры (шаг спирали, число аминокислот в витке, высота аминокислотного остатка). Какие взаимодействия стабилизируют  $\alpha$ -спираль? Факторы, дестабилизирующие вторичную структуру белка.

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

...фен-гис-три-цис ...

... иле-асп-ала-цис ...

## Самостоятельная работа № 2

Вариант 1.

1. Специфичность ферментов. Виды специфичности. Примеры.

2. Лиазы: тип катализируемой реакции, ее схема, систематическое название ферментов этого класса, пример реакции, название фермента.

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

а) асп +  $\alpha$ -кетоглутарат  $\Leftrightarrow$  глу + ЩУК,

б) ала +  $\text{CO}_2$  + АТФ  $\Rightarrow$  асп + АДФ + Ф,

д) глутамин +  $\text{H}_2\text{O}$   $\Rightarrow$  глутамат +  $\text{NH}_3$ ,

Вариант 2.

1. Функциональные центры ферментов.

2. Лигазы: тип катализируемой реакции, ее схема, систематическое название ферментов этого класса, пример реакции, название фермента.

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

а) глутамин +  $\text{H}_2\text{O}$   $\Rightarrow$  глутамат +  $\text{NH}_3$ ,

б) АТФ + глицерин = АДФ + глицерофосфат

### Правила выставления оценки за самостоятельную 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.

### Тест выходного контроля

#### Выберите один правильный ответ:

1. ПЕРВИЧНАЯ СТРУКТУРА БЕЛКОВ УДЕРЖИВАЕТСЯ СВЯЗЯМИ  
А. ионными  
Б. водородными  
В. ковалентными  
Г. все ответы верны
2. РАСЩЕПЛЕНИЕ ПЕПТИДОВ С ОБРАЗОВАНИЕМ АМИНОКИСЛОТ ПРОИСХОДИТ В КИШЕЧНИКЕ ПРИ УЧАСТИИ  
А. трипсина  
Б. карбоксипептидазы  
В. энтеропептидазы  
Г. химотрипсина
3. ТРАНСПОРТНОЙ ФОРМОЙ АММИАКА В КРОВИ СЛУЖИТ  
А. аланин  
Б. аргинин  
В. креатин  
Г. глутамин

#### Выберите несколько правильных ответов:

4. ДЛЯ ПРОЦЕССА ТРАНСКРИПЦИИ НЕОБХОДИМЫ  
А. ДНК  
Б. РНК  
В. РНК-полимераза  
Г. ДНК-полимераза  
Д. топоизомеразы  
Е. р-белок  
Ж. нуклеозидтрифосфаты  
З. нуклеозидмонофосфаты

#### Дополните

5. ЭЛЕМЕНТАРНАЯ ЕДИНИЦА ХРОМАТИНА НАЗЫВАЕТСЯ \_\_\_\_\_.
6. НА ФРАГМЕНТЕ ДНК, ИМЕЮЩИМ СОСТАВ Ц-А-Т-Г-Г-Ц-Т-А-Т, СИНТЕЗИРУЕТСЯ ФРАГМЕНТ и-РНК СЛЕДУЮЩЕГО СОСТАВА \_\_\_\_\_.

#### Установите соответствие:

- |          |                                                                    |
|----------|--------------------------------------------------------------------|
| 7. РНК   | ФУНКЦИЯ                                                            |
| 1. и-РНК | А. является главным носителем (хранителем) генетической информации |
| 2. р-РНК | Б. кодирует аминокислоты и переносит их на рибосомы                |
| 3. т-РНК | В. является основой структуры рибосомы                             |
|          | Г. Переносит информацию о структуре белка от ДНК на рибосомы       |
|          | Д. входит в состав РНК-содержащих вирусов                          |
|          | Е. обеспечивает терминацию синтеза белка                           |

#### Правила выставления оценки по результатам тестирования

- *Отлично* выставляется за 90% правильных ответов.
- *Хорошо* выставляется за 70% правильных ответов.

- *Удовлетворительно* выставляется за 50% правильных ответов.
- *Неудовлетворительно* выставляется при наличии менее 50% правильных ответов или при отказе обучающегося пройти тестовый контроль.

### **Подготовка отчетов по лабораторным работам**

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

### **Правила выставления оценки по результатам выполнения лабораторных работ**

- *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 усвоил 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

Фонды оценочных средств по дисциплине предусматривают проверку индикаторов достижения компетенций.

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

### **Список вопросов к зачету**

1. Химический состав живых организмов.
2. Белки: функции, химический состав. Аминокислоты, их классификация.
3. Свойства белков. Понятие об изоэлектрической точке белка.
4. Структура белков.
5. Ферменты: химическая природа, функциональные центры, отличие от неорганических катализаторов.
6. Механизм ферментативного катализа.
7. Свойства ферментов.
8. Номенклатура и классификация ферментов.
9. Нуклеиновые кислоты: состав, строение, функции.
10. Структура нуклеиновых кислот.
11. Распад нуклеиновых кислот под действием нуклеаз. Распад нуклеотидов.
12. Распад азотистых оснований. Конечные продукты распада. Орнитиновый цикл.
13. Репликация ДНК: значение, механизм.

14. Транскрипция: значение, механизм.
15. Обратная транскрипция.
16. Гидролиз белков в желудочно-кишечном тракте позвоночных. Протеолитические ферменты.
17. Пути распада аминокислот.
18. Биосинтез белка: общая характеристика, основные этапы.
19. Механизм сборки полипептидной цепи (трансляции).
20. Теория кодирования в белковом синтезе. Характерные особенности генетического кода.
21. Обмен углеводов: значение, пути распада и синтеза.
22. Распад поли- и олигосахаридов. Гидролиз и фосфолиз.
23. Анаэробный гликолиз: значение, молекулярный механизм, энергетический эффект.
24. Гликогенолиз. Спиртовое брожение.
25. Дыхание: значение, этапы, энергетический эффект. Окислительное декарбоксилирование пирувата.
26. Цикл Кребса. Дыхательная цепь ферментов.
27. Биоэнергетика. Основные механизмы биосинтеза АТФ.
28. Окислительное фосфорилирование. Хемиосмотическая гипотеза Митчелла.
29. Фотосинтез. Этапы, механизм.
30. Синтез олиго- и полисахаридов. Трансгликозидирование.
31. Липиды: классификация, функции.
32. Строение жиров. Гидролиз жиров в желудочно-кишечном тракте позвоночных.
33. Распад глицерина и высших жирных кислот.
34. Биосинтез жиров.
35. Взаимосвязь и регуляция обменных процессов.

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

Устный ответ 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 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 аргументировано 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.

## **Приложение №2 к рабочей программе дисциплины «Биохимия»**

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

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Биохимия» являются лекции, причем в ходе лекций студенты отвечают на вопросы преподавателя для повышения эффективности изучения теоретического материала. Это связано с тем, что биологическая химия – сложная, объемная дисциплина; знания, умения, приобретенные студентами в ходе ее освоения необходимы будущему экологу для понимания механизма действия экологических факторов на живые организмы, их метаболизм, и также изучения ряда учебных дисциплин. Важно показать студентам центральное место биологической химии в современном естествознании, чтобы повысить их учебную мотивацию. Предусмотрены лабораторные занятия, на которых происходит закрепление лекционного материала путем применения его для интерпретации результатов опытов. Также студенты учатся работать как по образцу, так и самостоятельно в парах, осваивают навыки работы с приборами и оборудованием биохимической лаборатории. Еще одна задача лабораторного практикума – научить грамотно оформлять отчет о лабораторной работе с привлечением теоретического материала лекций, учебников, иных информационных ресурсов для объяснения полученных данных.

Для успешного освоения дисциплины очень важно выполнения большого количества заданий как в аудитории, так и дома. Примеры решения заданий, аналогичных домашним, разбираются на лекциях и лабораторных занятиях, при необходимости по наиболее трудным темам проводятся дополнительные консультации. Основная цель – применить полученные знания на практике, научить студентов понимать и объяснять суть метаболических процессов и писать соответствующие уравнения реакций.

Для проверки и контроля усвоения теоретического материала, приобретенных практических навыков работы в течение обучения проводятся мероприятия текущей аттестации в виде четырех самостоятельных работ и двух коллоквиумов. Также проводятся консультации по разбору заданий для самостоятельной работы, которые вызвали затруднения. Возможен формат дистанционной работы в ЭОС на платформе Moodle ЯрГУ. В конце семестра – тест выходного контроля.

По окончании освоения дисциплины студенты сдают зачет, включающих два теоретических вопроса по материалу курса.

Освоить вопросы, излагаемые в процессе изучения дисциплины «Биологическая химия» самостоятельно студенту крайне сложно. Поэтому посещение аудиторных занятий и своевременное выполнение всех видов работ является совершенно необходимым.

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.uni-yar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uni-yar.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 «Перспект» : 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.