

**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**  
**«Химические основы биологических процессов»**

Направление подготовки  
04.03.01 Химия

Направленность (профиль)  
«Медицинская 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 строения и свойств белков, нуклеиновых кислот, углеводов и липидов, путей их химических превращений в живых организмах, энергообеспечения и регуляции метаболических процессов.

Дисциплина обеспечивает приобретение знаний и умений в соответствии с государственным образовательным стандартом, способствует фундаментализации образования, формированию естественнонаучного мировоззрения на основе изучения молекулярных основ наследственности, биокатализа, нейроэндокринной регуляции метаболизма.

### 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Химические основы биологических процессов» относится к обязательной части образовательной программы (Б1.О.09.03).

Освоение дисциплины «Химические основы биологических процессов» основывается на знаниях, полученных студентами при изучении дисциплин «Биология с основами экологии», «Органическая химия», «Аналитическая химия и физические методы исследования», «Качественный и количественный химический анализ».

Знания и навыки, полученные при изучении биологической химии необходимы обучающимся для освоения следующих учебных дисциплин: «Физическая химия», «Физико-химические основы создания лекарственных препаратов», «Современные представления о структуре и действии лекарственных веществ», «Основы конструирования лекарственных и биологически активных веществ». Знания и навыки, полученные при изучении дисциплины, необходимы для владения системой фундаментальных химических понятий, выполнения выпускной квалификационной работы, в научно-производственной деятельности на промышленных предприятиях, а также для продолжения 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>Универсальные компетенции</b>		
<b>УК-8</b> Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов.	<b>УК-8.3</b> Выявляет проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте; предлагает мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций.	<b>Знать:</b> – опасные и вредные факторы в рамках осуществляемой деятельности. <b>Уметь:</b> – идентифицировать опасные и вредные факторы в рамках осуществляемой деятельности; – выявлять проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте; – оказывать первую помощь, применять методы защиты. <b>Владеть навыками:</b> – оказания первой помощи, применения методов защиты при чрезвычайных ситуациях при реализации процессов химической технологии.

<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		
<p><b>ОПК-1</b> Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений.</p>	<p><b>ОПК-1.1</b> Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов.</p>	<p><b>Уметь:</b> – анализировать результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов. <b>Владеть навыками:</b> – подготовки отчета по работе: результаты, систематизация результатов, выводы.</p>
	<p><b>ОПК-1.2</b> Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии.</p>	<p><b>Уметь:</b> – интерпретировать результаты собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических знаний. <b>Владеть навыками:</b> – защиты работ с обоснованием полученных результатов.</p>
	<p><b>ОПК-1.3</b> Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.</p>	<p><b>Уметь:</b> – формулировать заключения и выводы по результатам анализа литературных данных. <b>Владеть навыками:</b> – подготовки отчета по лабораторным работам.</p>
<p><b>ОПК-2</b> Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием.</p>	<p><b>ОПК-2.1</b> Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности.</p>	<p><b>Уметь:</b> – безопасно работать с химическими веществами. <b>Владеть навыками:</b> – соблюдения правил техники безопасности при работе с химическими веществами.</p>
	<p><b>ОПК-2.2</b> Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик.</p>	<p><b>Уметь:</b> – проводить синтез веществ и материалов разной природы. <b>Владеть навыками:</b> – применения методик синтеза веществ различной природы.</p>
	<p><b>ОПК-2.3</b> Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе.</p>	<p><b>Уметь:</b> – определять химический состав веществ. <b>Владеть навыками:</b> – применения методик определения химического состава веществ, идентификации органических веществ.</p>

	<b>ОПК-2.4</b> Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования.	<b>Уметь:</b> – проводить исследования свойств веществ. <b>Владеть навыками:</b> – исследования свойств веществ с применением центрифуги, биохимического анализатора, рефрактометра.
<b>ОПК-3</b> Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники.	<b>ОПК-3.1</b> Применяет теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности.	<b>Уметь:</b> – решать задачи химической направленности; – рассчитывать энергетические эффекты распада биомолекул. <b>Владеть навыками:</b> – расчета энергетических эффектов распада биомолекул <i>in vivo</i> .
	<b>ОПК-3.2</b> Использует стандартное программное обеспечение при решении задач химической направленности.	<b>Уметь:</b> – выполнять задания с использованием вычислительной техники, стандартного программного обеспечения. <b>Владеть навыками:</b> – работы в Excel для выполнения расчетов, в Word для подготовки отчета о выполнении заданий, PowerPoint для представления результатов работы.
<b>ОПК-4</b> Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач.	<b>ОПК-4.2</b> Обрабатывает данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик.	<b>Уметь:</b> – обрабатывать данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик; – интерпретировать результаты эксперимента и использованием теоретических знаний.
	<b>ОПК-4.3</b> Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений.	<b>Знать:</b> – прикладное значение физических законов при реализации биохимических исследований и технологий <b>Уметь:</b> – интерпретировать результаты эксперимента с использованием физических законов и представлений. <b>Владеть навыками:</b> – реализации биохимических исследований и технологий, грамотно и эффективно используя математические и физические законы.

#### 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. Аминокислоты и белки.	5	2		7	0,5		2	Контрольная работа 1. Отчет по лабораторной работе.
2	Нуклеиновые кислоты.	5	2		7	0,5		2	Контрольная работа 2. Отчет по лабораторной работе.
3	Ферменты. Витамины.	5	2		7	0,5		3	Контрольная работа 3. Отчет по лабораторной работе.
4	Обмен нуклеиновых кислот.	5	2		7	1		3	Коллоквиум №1 (1 часть).
5	Обмен белков.	5	2		7	1		3	Коллоквиум №1 (2 часть).
6	Углеводы и их метаболизм.	5	2		7	1		2	Коллоквиум № 2 (1 часть). Отчет по лабораторной работе.
7	Биоэнергетика.	5	2		7	0,5		2	Коллоквиум № 2 (2 часть). Самостоятельная работа 1.
8	Липиды. Обмен липидов.	5	2		7	0,5		2	Контрольная работа 4. Отчет по лабораторной работе.
9	Регуляция метаболизма. Гормоны.	5	2		7	0,5		2	Опрос. Доклад с презентацией.
						2	0,5	33,5	Экзамен
	<b>ИТОГО</b>		<b>18</b>		<b>63</b>	<b>8</b>	<b>0,5</b>	<b>54,5</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. Аминокислоты и белки	5			7				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
2	Нуклеиновые кислоты.	5			7				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
3	Ферменты. Витамины.	5			7				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
4	Обмен нуклеиновых кислот.	5			7				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
5	Обмен белков.	5			7				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
6	Углеводы и их метаболизм.	5			7				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
7	Биоэнергетика.	5			7				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
8	Липиды. Обмен липидов.	5			7				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
9	Регуляция метаболизма. Гормоны.	5			7				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
	<b>ИТОГО</b>				<b>63</b>				

#### Содержание разделов дисциплины

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

Введение. Предмет, задачи, методы химических основ биологических процессов. Общий химический состав организмов. Молекулярная логика живого. Аминокислоты: строение и классификация. Химический состав, функции, свойства белков. Структура белков. Номенклатура и классификация белков.

2. Нуклеиновые кислоты.

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

3. Ферменты. Витамины.

Химическая природа, функциональные центры ферментов. Роль витаминов в функционировании ферментов. Функциональные центры ферментов. Свойства ферментов. Понятие о механизме ферментативного катализа. Номенклатура и классификация ферментов. Применение 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. Особенности. Обратная транскрипция, механизм, значение.

#### 5. Обмен белков.

Распад белков в живых организмах. Распад аминокислот по аминогруппе, карбоксильной группе и радикалу. Конечные продукты распада аминокислот. Орнитинный цикл. Биосинтез белка: значение, основные этапы.

#### 6. Углеводы и их метаболизм.

Пути распада углеводов в живых организмах. Анаэробный гликолиз. Гликогенолиз. Спиртовое брожение. Тканевое дыхание: основные этапы, значение, энергетический эффект. Пути биосинтеза углеводов. Глюконеогенез.

#### 7. Биоэнергетика.

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

#### 8. Липиды.

Классификация, строение, функции. Биологическая роль липидов. Строение, номенклатура и классификация жиров. Распад жиров в желудочно-кишечном тракте позвоночных животных. Энергетический эффект. Распад глицерина и  $\beta$ -окисление жирных кислот. Биосинтез жиров.

#### 9. Регуляция метаболизма. Гормоны.

Нейрогуморальная регуляция метаболизма. Гормоны, классификация. 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 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. На вводной лекции демонстрируется возможность применения полученных знаний в практической деятельности, например, на предприятиях пищевой и фармацевтической промышленности.

**Академическая лекция** – последовательное изложение учебного материала в виде монолога преподавателя с применением презентаций, видеоматериалов 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. Достаточно эффективно использование на лекциях презентаций и видеоматериалов.

**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, позволяет формулировать выводы о возможностях использования полученных знаний на промышленных предприятиях.

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

Для обеспечения самостоятельной работы студентов по дисциплине преподавателями кафедры разработаны и изданы специальные методические указания, в которых приведен перечень заданий для самостоятельной работы студентов, вопросы к коллоквиумам и описания выполняемых лабораторных работ (см. перечень основной и дополнительной учебной литературы).

**Электронный учебный курс «Химические основы биологических процессов» 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 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)**

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются:

1. 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)
2. Электронно-библиотечная система «Юрайт» <https://www.urait.ru/>
3. Электронно-библиотечная система «Консультант Студента» <https://www.studentlibrary.ru/>



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

### **а) основная литература**

1. 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://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=1029290&cat\\_cd=YARSU](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=1029290&cat_cd=YARSU)
2. Биохимия и молекулярная биология: учебно-мет. пособие. / сост: Г.А.Урванцева, Е.Л. Грачева; Яросл.гос.ун-т им. П.Г. Демидова. – Ярославль, ЯрГУ, 2017. – 44 с.  
<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20170302.pdf> (электронный ресурс)

### **б) дополнительная литература**

1. Урванцева Г.А. Химические основы жизни: метод. указания / Г.А.Урванцева, Е.Л.Грачева. – Ярославль, ЯрГУ, 2011. – 46 с.  
<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20110308.pdf> (электронный ресурс).
2. Нетрусов А.И. Введение в биотехнологию: учебник для вузов. / А.И. Нетрусов; УМО по классическому унив. образованию – М.: Академия, 2014. – 281 с.  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=1827563&cat\\_cd=YARSU](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=1827563&cat_cd=YARSU)

## **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:

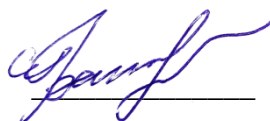
- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения лабораторных работ;
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций;
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной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

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:

Ст. преподаватель института  
фундаментальной и прикладной химии



Е.Л. Грачева

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины  
«Химические основы биологических 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**

**Задания для контрольных работ**

**Тема 1. Задания к контрольной работе 1. Аминокислоты. Белки.**

1. Напишите схемы взаимодействия аланина:
  - а) с водным раствором щелочи,
  - б) с соляной кислотой.
2. Рассмотрите особенности пептидной связи и следствия, вытекающие из них.
3. Напишите формулу пептида: ала-асн-цис-гис. В какой среде находится его изоэлектрическая точка? Ответ обоснуйте.
4. 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.

**Тема 2. Задания к контрольной работе 2. Нуклеиновые кислоты.**

1. Напишите открытую и циклическую форму Д-рибозы. Приведите схему образования уридина.
2. Напишите формулу фрагмента нуклеиновой кислоты Ц-У-Г-А. Запишите в схематичной форме комплементарную для данного фрагмента последовательность нуклеотидов.
3. Третичная структура ДНК и РНК.

**Тема 3. Задания к контрольной работе 3. Ферменты. Витамины.**

1. Химическая природа ферментов. Простые и сложные ферменты. Понятие о кофакторе.
2. Формулы ФМН, ФАД, участие этих коферментов в обменных процессах.
3. 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 + НАДНН<sup>+</sup>.

**Тема 4. Обмен нуклеиновых кислот.**  
**Вопросы к коллоквиуму № 1. Часть 1.**  
**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.

**Тема 5. Обмен белков.**  
**Вопросы к коллоквиуму №1. Часть 2.**  
**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.

**Тема 6. Углеводы и их метаболизм.**

**Вопросы к коллоквиуму № 2.**  
**Обмен углеводов. Часть 1.**

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.

**Тема 7. Биоэнергетика.**

**Самостоятельная работа 1:**

1. Напишите уравнения реакций заключительного этапа спиртового брожения, укажите ферменты, принимающие участие в этих реакциях.
2. 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.
3. Определите число АТФ, синтезирующихся при:
- распаде молекулы глюкозо-6-фосфата до ПВК,
  - распаде молекулы глицеральдегид-3-фосфата до ПВК,
  - окислительном декарбосилировании молекулы ПВК,
  - биологическом окислении малата в оксалоацетат,
  - превращении изолимонной кислоты в янтарную.

### Вопросы к коллоквиуму № 2.

#### Обмен углеводов. Часть 2. Биоэнергетика.

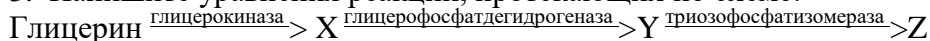
8. Дыхание: значение, основные этапы. Окислительное декарбосилирование пирувата.
9. Цикл Кребса и его значение.
10. Дыхательная цепь ферментов.
11. Энергетический эффект дыхания.
12. Энергообеспечение живых организмов. Биоэнергетика.
13. Окислительное фосфорилирование. Гипотеза Митчелла.
14. Фотосинтез.
15. Синтез олиго- и полисахаридов.

#### Тема 8. Вопросы к контрольной работе 7. Липиды. Обмен липидов.

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, протекающих по схеме:



Назовите вещества X, Y, Z. Рассчитайте энергетический эффект полного окисления одной молекулы глицерина.

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

#### Тема 9. Регуляция метаболизма. Гормоны.

##### 1. Устный опрос:

1. Понятие о гормонах, их основные свойства.
2. Классификация гормонов (химическая).
3. Нейрогуморальная регуляция метаболизма. Центральные и периферические эндокринные железы.
4. Основные механизмы действия гормонов.

##### 2. Подготовка доклада с презентацией.

Темы:

1. Вазопрессин и окситоцин
2. Тироксин и трийодтиронин

3. Адреналин, норадреналин, дофамин
4. Кортикостерон, кортизол, альдостерон
5. Тестостерон, прогестерон, эстрадиол
6. Инсулин, глюкагон
7. Простогландины

План:

1. Классификация, формулы.
2. Биохимические функции.
3. Механизм действия.
4. Биосинтез.
5. Применение в медицине

### Критерии оценивания результатов текущего контроля успеваемости

Форма текущего контроля успеваемости	Правила выставления оценки
Самостоятельная работа	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Отлично</i> выставляется, если задание выполнено полностью.</li> <li>- <i>Хорошо</i> выставляется, если задание выполнено полностью с незначительными ошибками.</li> <li>- <i>Удовлетворительно</i> выставляется, если обучающийся приступил к выполнению задания, наметил алгоритм решения, но допустил серьезные ошибки на этапах решения.</li> <li>- <i>Неудовлетворительно</i> выставляется, если 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 недочетами (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 недочеты, 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</li> </ul>

	<p>правильный алгоритм решения, определяет междисциплинарные связи по условию задания.</p> <ul style="list-style-type: none"> <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>
<p>Доклад с презентацией</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Отлично</i> 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.</li> <li>- <i>Хорошо</i> 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.</li> <li>- <i>Удовлетворительно</i> выставляется обучающемуся, если он владеет категориальным аппаратом, оформил доклад согласно требованиям, имеются значительные недочеты в оформлении, может выступить с докладом.</li> <li>- <i>Неудовлетворительно</i> выставляется обучающемуся при отсутствии подготовленного доклада, сообщения и в случае полного несоответствия подготовленной информации заявленной теме.</li> </ul>
<p>Коллоквиум</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Отлично</i> 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.</li> <li>- <i>Хорошо</i> выставляется, если обучающийся демонстрирует знание программного материала, грамотное излагает, без существенных неточностей ответ на вопрос, правильно применяет теоретические знания, владеет необходимыми</li> </ul>

	<p>навыками при выполнении практических задач.</p> <p>- 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.</p> <p>- Неудовлетворительно выставляется, если обучающийся демонстрирует незнание программного материала, при ответе возникают ошибки, затруднения при выполнении практических задач.</p>
--	--

Фонды оценочных средств по дисциплине предусматривают проверку индикаторов достижения компетенций.

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

### Вопросы к экзамену

#### Теоретическая часть

1. Химический состав организмов. Молекулярная логика живого.
2. Белки: понятие, химический состав, функции. Классификация аминокислот.
3. Физико-химические свойства белков. Понятие об изоэлектрической точке белка.
4. Первичная структура белков. Пептидная связь, ее особенности. Вторичная структура фибриллярных и глобулярных белков. Связи, удерживающие вторичную структуру белков.
5. Третичная структура глобулярных белков. Четвертичная структура белков. Связи, стабилизирующие третичную и четвертичную структуру белков.
6. Номенклатура, классификация белков. Примеры, функции.
7. Нуклеиновые кислоты, их виды, функции, локализация в клетке. Химический состав нуклеиновых кислот. Пуриновые и пиримидиновые основания, нуклеозиды, нуклеотиды. Отличия в строении ДНК и РНК. Первичная структура нуклеиновых кислот.
8. Вторичная структура ДНК. Характеристика двойной спирали Уотсона и Крика. Связи, стабилизирующие двойную спираль ДНК. Особенности вторичной структуры РНК. Вторичная структура т-РНК, функциональные центры. Третичная структура нуклеиновых кислот.
9. Химическая природа ферментов. Простые и сложные ферменты. Понятие о кофакторе. Роль витаминов в функционировании ферментов. Функциональные центры ферментов.
10. Свойства ферментов. Механизм ферментативного катализа.
11. Витамины, их значение, номенклатура и классификация.
12. Коферменты НАД<sup>+</sup>, НАДФ<sup>+</sup>, ФАД, Коэнзим А, их строение и биологическая роль.
13. Номенклатура и классификация ферментов. Примеры.
14. Обмен веществ и энергии как важнейшая особенность живых организмов. Структура и функции АТФ.
15. Распад нуклеиновых кислот в живых организмах. Классификация и примеры нуклеаз.
16. Распад нуклеотидов. Пути распада пуриновых и пиримидиновых азотистых оснований.
17. Репликация ДНК: значение, этапы, механизм.
18. Транскрипция (синтез РНК), значение, механизм поэтапно.
19. Обратная транскрипция, суть и значение.

20. Распад белков в живых организмах. Распад белков в желудочно-кишечном тракте позвоночных под действием протеолитических ферментов.
21. Распад аминокислот по аминокруппе: окислительное дезаминирование, переаминирование. Распад аминокислот по карбоксильной группе и радикалу.
22. Конечные продукты распада аминокислот. Орнитиновый цикл.
23. Биосинтез белка на рибосоме. Значение, основные этапы. Процесс активирования аминокислот: значение, механизм.
24. Генетический код и его особенности. Примеры.
25. Трансляция (механизм сборки полипептидной цепи на рибосоме). Основные этапы, механизм.
26. Пути распада углеводов в живых организмах. Дыхание и анаэробные процессы, общая характеристика: исходные вещества, конечные продукты, расчет энергетического эффекта.
27. Распад поли- и олигосахаридов. Гидролиз и фосфоролиз. Распад полисахаридов в желудочно-кишечном тракте человека.
28. Превращения моносахаридов. Пути синтеза глюкозо-6-фосфата и значение этого соединения.
29. Анаэробный гликолиз: значение, стадии, энергетический эффект. Субстратное фосфорилирование.
30. Гликогенолиз. Реакции, отличающие гликогенолиз от анаэробного гликолиза, энергетический эффект. Спиртовое брожение: значение, реакции заключительного этапа спиртового брожения, энергетический эффект.
31. Глюконеогенез. Цикл Кори.
32. Дыхание: значение, основные этапы. Окислительное декарбоксилирование пирувата.
33. Цикл Кребса: значение, реакции, энергетический эффект.
34. Дыхательная цепь ферментов. Локализация, значение.
35. Энергетический эффект дыхания, подробно о каждом этапе: локализация, значение.
36. Энергообеспечение живых организмов. Биоэнергетика. Окислительное фосфорилирование. Гипотеза Митчелла. Протонный потенциал и его значение.
37. Фотосинтез, основные этапы, значение, молекулярный механизм. Фотосинтетическое фосфорилирование.
38. Синтез олиго- и олисахаридов. Трансгликозидирование.
39. Липиды: понятие, биологическая роль, классификация. Строение и свойства жиров и фосфолипидов.
40. Жиры: строение, классификация, номенклатура, функции. Гидролиз жиров в желудочно-кишечном тракте позвоночных животных.
41. Распад глицерина. Энергетический эффект.
42.  $\beta$  – окисление высших жирных кислот, энергетический эффект.
43. Распад жиров на примере тристеароилглицерина: гидролиз, расчет энергетического эффекта полного распада 1 молекулы жира.
44. Биосинтез жиров: значение, реакции.
45. Взаимосвязь обменных процессов (распад и биосинтез белков, жиров и углеводов). Пируват и ацетил-КоА – ключевые метаболиты. Роль цикла Кребса как центрального метаболического пути.
46. Нейро-гуморальная регуляция метаболизма. Классификация гормонов.
47. Механизмы действия гормонов.



## Практическая часть

1. Уметь писать структурные формулы пептидов, называть их, определять заряд и изоэлектрическую точку.
2. Применять классификацию аминокислот, уметь показать схематично связи, стабилизирующие структуру белков.
3. Определять класс фермента в реакции, давать название ферменту по систематической номенклатуре.
4. Уметь писать структурные формулы нуклеозидов, нуклеотидов, олигонуклеотидов.
5. Уметь писать реакции гидролиза олигосахаридов, жиров.
6. Рассчитывать энергетический эффект распада веществ.
7. Пользоваться таблицей «Генетический код».

### Правила выставления оценки на экзамене по билетам

В экзаменационный билет включается два теоретических вопроса и один практический вопрос. На подготовку к ответу дается не менее 45 минут.

По итогам экзамена выставляется одна из оценок: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

**Оценка «Отлично»** выставляется студенту, который демонстрирует глубокое и полное владение содержанием материала и понятийным аппаратом квантовой механики; осуществляет межпредметные связи; умеет связывать теорию с практикой. Студент дает развернутые, полные и четкие ответы на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы, соблюдает логическую последовательность при изложении материала. Грамотно использует терминологию квантовой механики

**Оценка «Хорошо»** выставляется студенту, ответ которого на экзамене в целом соответствует указанным выше критериям, но отличается меньшей обстоятельностью, глубиной, обоснованностью и полнотой. В ответе имеют место отдельные неточности (несущественные ошибки), которые исправляются самим студентом после дополнительных и (или) уточняющих вопросов экзаменатора.

**Оценка «Удовлетворительно»** выставляется студенту, который дает недостаточно полные и последовательные ответы на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы, но при этом демонстрирует умение выделить существенные и несущественные признаки и установить причинно-следственные связи. Ответы излагаются в терминах квантовой механики, но при этом допускаются ошибки в определении и раскрытии некоторых основных понятий, формулировке положений, которые студент затрудняется исправить самостоятельно. При аргументации ответа студент не обосновывает свои суждения. На часть дополнительных вопросов студент затрудняется дать ответ или дает неверные ответы.

**Оценка «Неудовлетворительно»** выставляется студенту, который демонстрирует разрозненные, бессистемные знания; беспорядочно и неуверенно излагает материал; не умеет выделять главное и второстепенное, не умеет соединять теоретические положения с практикой, не устанавливает межпредметные связи; допускает грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, явлений, вследствие непонимания их существенных и несущественных признаков и связей; дает неполные ответы, логика и последовательность изложения которых имеют существенные и принципиальные нарушения, в ответах отсутствуют выводы. Дополнительные и уточняющие вопросы экзаменатора не приводят к коррекции ответов студента. На основную часть дополнительных вопросов студент затрудняется дать ответ или дает неверные ответы.

Оценка «Неудовлетворительно» выставляется также студенту, который взял билет и отказался отвечать.

## **Приложение №2 к рабочей программе дисциплины «Химические основы биологических процессов»**

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

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Химические основы биологических процессов» являются лекции и лабораторные занятия с использованием презентаций и видеоматериалов. 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. По результатам проделанной работы студенты формулируют выводы, отчеты сдают преподавателю.

Освоить вопросы, излагаемые в процессе изучения дисциплины самостоятельно бакалавру крайне сложно. Это связано со сложностью изучаемого материала и большим объемом курса. Поэтому посещение всех аудиторных занятий является совершенно необходимым. Без упорных и регулярных занятий в течение семестра сдать экзамен по итогам изучения дисциплины студенту практически невозможно.

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

Для самостоятельной работы студентов 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. <https://urait.ru/> Электронно-библиотечная система «Юрайт»: мультидисциплинарный ресурс (учебная, научная и художественная литература, периодика)
3. <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.