

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Кафедра химии**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УР и КО

\_\_\_\_\_ Льянова С.А.

« 29 » июня 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

**Факультет:** химико-биологический

**Направление подготовки /специальность:** 04.05.01

Фундаментальная и прикладная химия

**Программа:** специалитет

**Квалификация (степень) выпускника:** Химик. Преподаватель химии

**Форма обучения:** очная

**МАГАС  
2023**

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Значительный прогресс фундаментальных и прикладных исследований в областях, лежащих на стыке химии и биологии (молекулярная биология, биологическая химия, биоорганическая химия, медицинская химия, фармакология) оказывает и, по оценкам экспертов, будет оказывать все более возрастающее влияние на все стороны жизни современного общества. Кроме того, уже в настоящее время существенно возросли требования к безопасности и качеству контактирующих с человеческим организмом продуктов органического синтеза, сфера применения и разнообразие которых постоянно растут. Это требует более глубокого понимания строения и функций потенциальных биомишеней физиологически активных веществ. Таким образом, знание химических основ биологических процессов сейчас является одним из необходимых компонентов базового химического университетского образования.

**Целями освоения дисциплины «Химические основы биологических процессов» являются**, во-первых, уяснение и усвоение того, как свойства биомолекул зависят от их строения, и во-вторых, понимание общности принципов, законов и движущих сил, управляющих химическими реакциями *in vitro* и *in vivo*.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Курс «Химические основы биологических процессов» входит в обязательную часть дисциплин; изучается в 6 семестре. Его важнейшей содержательно-методической основой является общий курс органической химии, а также отдельные разделы курсов общей химии и строения вещества. Логической основой являются полученные ранее представления о зависимости свойств органических соединений от их строения и о важности понимания механизмов органических реакций, как основы управления химическими процессами. Для успешного изучения химических основ биологических процессов студент должен знать способы получения и химические свойства основных классов органических соединений, их номенклатуру, пространственное и электронное строение. Необходимо иметь базовые знания о кинетике химических реакций, принципах работы катализаторов и ингибиторов. Знание основ общей биологии (представления о строении клетки и ее составных частей) также способствует более глубокому пониманию курса.

Таблица 2.1.

**Связь дисциплины «Химические основы биологических процессов» с предшествующими дисциплинами и сроки их изучения**

Код дисциплины	Дисциплины, предшествующие дисциплине «Химические основы биологических процессов»	Семестр
Б1.О.24	Биология с основами экологии	1
Б1.О.06	Неорганическая химия	1,2
Б1.В.19	Строение вещества	5
Б1.О.07	Органическая химия	5,6
Б1.О.08	Физическая химия	5,6

**Связь дисциплины «Химические основы биологических процессов» с последующими дисциплинами и сроки их изучения**

Код дисциплины	Дисциплины, следующие за дисциплиной «Химические основы биологических процессов»	Семестр
Б1.О.16	Физические методы исследования	8
Б1.В.18	Высокомолекулярные соединения	7
Б1.О.10	Коллоидная химия	7
Б1.В.05	Теоретические основы неорганической химии	10

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен:**

**знать:**

- строение и свойства важнейших биомолекул: белков; нуклеиновых кислот; липидов; моно-, олиго- и полисахаридов;
- принципы ферментативного катализа и регулирования ферментативной активности, важнейшие ко-факторы и ко-ферменты;
- строение и функции иммуноглобулинов;
- строение, методы получения и применения абзимов;
- основы гликолиза;
- основные процессы цикла трикарбоновых кислот;
- строение важнейших надмолекулярных структур: фибриллярных белков, липидных мембран, клеточных стенок грамм-положительных и грамм-отрицательных бактерий;
- строение и функции нуклеиновых кислот;
- принципы действия важнейших антибиотиков и сульфаниламидов.

**уметь:**

- объяснить и на качественном уровне предсказать зависимость важнейших свойств биополимеров от их мономерного состава;
- изображать структуру моно- и полисахаридов в виде формул Хеуорса;
- делать заключения о природе ингибитора, основываясь на изменениях зависимости «концентрация субстрата»-«скорость ферментативной реакции»;
- изображать структуру природных аминокислот в виде формул Фишера.

**владеть:**

- современными представлениями о рациональном применении витаминов;
- основами моделирования переходных состояний реакций и подходами к синтезу

абзимов;

- методиками синтеза важнейших природных аминокислот и способами расщепления рацематов;
- методами определения жирнокислотного состава липидов;
- методами качественного анализа углеводов.

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

**Таблица 3.1.**

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции	В результате освоения дисциплины обучающийся должен:
<b>Универсальные компетенции (УК) и индикаторы их достижения</b>			
УК-3	Способен организовывать и руководить работой команды, выработывая командную стратегию для достижения поставленной цели	<b>УК-3.1.</b> Понимает эффективность использования стратегии сотрудничества для достижения поставленной цели, определяет свою роль в команде <b>УК-3.2.</b> Понимает особенности поведения выделенных групп людей, с которыми работает /взаимодействует, учитывает их в своей деятельности (выбор категорий групп людей осуществляется образовательной организацией в зависимости от целей подготовки – по возрастным особенностям, по этническому или религиозному признаку, социально незащищенные слои населения и т.п.) <b>УК-3.3.</b> Прогнозирует результаты (последствия) личных	<b>Знать</b> – методики формирования команд; методы разработки командной стратегии и эффективного руководства коллективами; основные теории лидерства и стили руководства. <b>Уметь</b> – разрабатывать командную стратегию; формулировать задачи членам команды для достижения поставленной цели; применять эффективные стили руководства командой. <b>Владеть:</b> – умением анализировать, проектировать и организовывать коммуникации в команде для достижения поставленной цели; методами организации и управления коллективом.

		<p>действий и планирует последовательность шагов для достижения заданного результата</p> <p><b>УК-3.4.</b></p> <p>Эффективно взаимодействует с другими членами команды, в т.ч. участвует в обмене информацией, знаниями и опытом, и презентации результатов работы команды</p>	
<b>Общепрофессиональные (ОПК) компетенции и индикаторы их достижения</b>			
<b>ОПК-3</b>	Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием, используя современное программное обеспечение и базы данных профессионального назначения	<b>ОПК-3.1</b> Применяет теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности	<b>Знать:</b> основные понятия теории вероятности и математической статистики, методы анализа численных данных
		<b>ОПК-3.2.</b> Использует стандартное программное обеспечение, специализированные базы данных при решении задач профессиональной направленности	<b>Уметь:</b> строить модели соединений в программах для трехмерного моделирования; производить расчет геометрических и топологических характеристик молекул
			<b>Владеть:</b> навыками применения расчетно-теоретических методов для расчета структурных характеристик молекул, их реакционной способности и других свойств веществ с использованием современного программного обеспечения и баз данных профессионального назначения
<b>Профессиональные (ПК) компетенции и индикаторы их достижения</b>			

<p><b>ПК-1</b></p>	<p><b>Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической промышленности, поставленных специалистом более высокой квалификации</b></p>	<p><b>ПК-1.1</b> Проводит экспериментальные и (или) расчетно-теоретические исследования в рамках предложенного плана</p> <p><b>ПК-1.2.</b> Систематизирует информацию, полученную в ходе собственных исследований, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными</p>	<p><b>Знать:</b> - стандартные приемы выполнения простейших аналитических опытов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- типы функциональных материалов в химической технологии: катализаторы, адсорбенты, электроды, мембраны, сенсоры и др.</li> <li>- фундаментальные критерии эффективности использования сырья и энергоресурсов в ХТС, основные направления повышения эффективности использования сырьевых и энергетических ресурсов</li> </ul> <p><b>Уметь:</b> - применять типовые приемы анализа веществ и материалов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- пользоваться стандартным оборудованием химической лаборатории при решении учебных задач курса аналитической химии;</li> <li>- систематизировать материалы по составу, свойствам и функциональному назначению;</li> <li>- оценить весь промышленный объект как большую химико-технологическую систему и грамотно описать ее иерархическую структуру;</li> <li>- использовать теоретические представления для обоснования выбора того или иного метода анализа;</li> <li>- грамотно анализировать полученные результаты, сопоставлять с имеющимися в литературе;</li> <li>- оценить научную новизну, практическую значимость и достоверность результатов научных исследований.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b> - стандартными инструментальными методами исследования органических веществ и материалов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками формулировки научной новизны, практической значимости и достоверности результатов собственных науч-</li> </ul>
--------------------	--	--	---

			ных исследований.
--	--	--	-------------------

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Таблица 4.1.

##### Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	6 семестр
Общая трудоемкость дисциплины	216	216
Аудиторные занятия	90	90
Лекции	36	36
Лабораторные занятия	54	54
Самостоятельная работа студентов	99	99
Контроль	27	27

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

##### 5.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

Таблица 5.1.

№ п/п	Раздел Дисциплины	Семестр	Виды учебной работы			Формы текущего контроля успеваемости
			лекция	лабор..	сам.раб.	
1.	Аминокислоты и белки.	6	4	6	10	
2.	Ферменты.	6	4	6	10	
3.	Витамины.	6	2	4	10	Тестовый контроль
4.	Углеводы и	6	6	8	10	Тестовый контроль

	клеточные стенки.						
5.	Липиды и биомембраны.	6		6	8	10	Тестовый контроль
6.	Нуклеиновые кислоты.	6		4	6	10	Тестовый контроль
7.	Гормоны.	6		4	4	10	
8.	Метаболизм.	6		2	4	10	
9.	Антитела и их функции.	6		2	4	10	
10.	Биомишени.	6		2	4	9	Контрольная работа.
	<b>ИТОГО:</b>			<b>36</b>	<b>54</b>	<b>99</b>	

## 5.2. Содержание дисциплины «Химические основы биологических процессов»

### Аминокислоты и белки

Строение и номенклатура природных аминокислот. Амфотерный характер, основные химические свойства. Заменяемые и незаменимые аминокислоты. Пептидная связь. Классификация белков по функциям. Уровни организации белковой молекулы. Фибриллярные и глобулярные белки. Основные виды вторичной структуры:  $\alpha$ -спираль,  $\beta$ -слой, коллагеновая спираль.  $\alpha$ - и  $\beta$ -кератины. Основные типы взаимодействий между фрагментами белковой молекулы, определяющие ее форму.

### Ферменты

Классификация ферментов. Особенности ферментативного катализа. Зависимость скорости ферментативной реакции от концентрации субстрата. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Число оборотов фермента. Факторы, управляющие активностью ферментов. Обратимое и необратимое, конкурентное и неконкурентное ингибирование. Регуляторные ферменты. Аллостерические ферменты. Механизм действия химотрипсина и лизоцима. Гипотеза индуцированного соответствия.

### Витамины.

Кофакторы и коферменты. Структура и функции водорастворимых витаминов. Понятие о строении и функциях жирорастворимых витаминов. Механизм бактериостатического действия сульфамидов.

### Углеводы и клеточные стенки

Строение и свойства моносахаридов. Хиральность. Формулы Фишера и Хеуорса. Стереоизомерия и таутомерия моносахаридов. Мутаротация. Восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды. Полисахариды. Гомополисахариды и гетерополисахариды. Полиурониды. Хитин. Гиалуроновая кислота. Строение клеточных стенок бактерий. Гликопептиды. Механизм действия пенициллина.

### Липиды и биомембраны

Основные типы липидов. (Жиры, воски, фосфолипиды, сфинголипиды, холестерин). Основные кислоты, входящие в состав липидов. Строение биомембран. Жидкостно-мозаичная модель. Периферические и интегральные белки.

### Нуклеиновые кислоты

Строение нуклеотидов. Пурины и пиримидины. Таутомерия азотистых оснований нуклеиновых кислот. Рибоза и дезоксирибоза. Первичная и вторичная структура нуклеиновых



кислот. Комплементарные пары оснований. Водородные связи, стэкинг. Строение Т-РНК. Минорные основания. Третичная и четвертичная структура ДНК. Понятие о трансляции и транскрипции. Основные группы мутагенов.

### **Гормоны**

Иерархия действия гормонов. Классификация гормонов по их химической структуре. Катехоламины, строение и функции. Тиреоидные гормоны. Стероидные гормоны. Эндорфины и энкефалины. Механизмы возникновения наркотической зависимости.

### **Метаболизм. Общий обзор.**

Гетеротрофы и автотрофы. Катаболизм и анаболизм. Строение и функции АТФ. Гликолиз. Анаэробное и аэробное окисление глюкозы. Цикл Кребса.

### **Антитела и их функции**

Иммунитет. Антигены. Понятие о строении и функциях иммуноглобулинов. Каталитические антитела. Энзимы и абзимы.

### **Важнейшие биомембраны**

Мембранные рецепторы, ферменты, ионные каналы как важнейшие биомембраны.

## **6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В процессе обучения будут использованы традиционные образовательные технологии (лекции, семинары, практические работы) и активные инновационные образовательные технологии:

1. Семинар в диалоговом режиме применяется в основном при обсуждении выступлений студентов с докладами (рефератами)
2. Групповой разбор результатов контрольных работ
3. Встречи с сотрудниками и руководителями профильных лабораторий и предприятий - потенциальными работодателями выпускников.

Доля активных образовательных технологий составляет 30%.

## **7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Лекционные занятия проводятся 2 раза неделю в объеме 2 часов и 3 часа лабораторных занятий в шестом семестре. После окончания изучения каждой темы студенты проходят тестирование, собеседование, выполняют контрольные работы.

### **7.1. Перечень-учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине:**

1. Я. Кольман, К.-Г. Рем. Наглядная биохимия. М. «Мир», 2000 г.
2. В.П. Комова, В.Н. Шведова. Биохимия. М. «Дрофа», 2004 г.

Таблица 7.1.

**Содержание самостоятельной работы обучающихся**

<i>№№ п/п</i>	<i>Темы/вопросы, выносимые на самостоятельное изучение</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Формы работы</i>
1.	Аминокислоты и белки	10	собеседование, тестовый контроль
2.	Ферменты	10	собеседование, тестовый контроль
3.	Витамины	10	Собеседование, тестовый контроль
4.	Углеводы и клеточные стенки	10	Собеседование, тестовый контроль
5.	Липиды и биомембраны	10	собеседование, тестовый контроль
6.	Нуклеиновые кислоты	10	собеседование, тестовый контроль
7.	Гормоны	10	собеседование, тестовый контроль
8.	Метаболизм	10	собеседование, тестовый контроль
9.	Антитела и их функции	10	собеседование, тестовый контроль
10.	Биомишени	9	собеседование, тестовый контроль

**8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ****ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ**

## ВОПРОСЫ К СЕМИНАРСКОМУ ЗАНЯТИЮ № 1

### План занятия:

1. Предмет дисциплины «Химические основы биологических процессов».
2. Особенности живой материи.
3. Клетка, как структурная и функциональная единица живого организма
4. Особенности поведения органических соединений *in vivo*.
5. Особенности протекания процессов *in vivo*.
6. Методы исследования природных соединений.

### Задачи для решения

#### 1. Размеры клеток и их компонентов

а) Если увеличить клетку в 10 000 раз (такое увеличение обычно достигается в электронном микроскопе), то какого размера она стала бы? Предположите, что вы рассматриваете «типичную» эукариотическую клетку с диаметром 50 мкм.

б) Если вы рассматриваете мышечную клетку (миоцит), сколько в ней содержится молекул актина? (Считайте, что клетка имеет сферическую форму и не содержит никаких других компонентов; молекулы актина имеют сферическую форму и диаметр 3,6 нм; объем сферы равен  $(4/3)\pi R^3$ .)

в) Если вы рассматриваете клетку печени (гепатоцит) таких же размеров, сколько в ней может содержаться митохондрий? (Считайте, что клетка имеет сферическую форму и не содержит никаких других компонентов; митохондрии имеют сферическую форму и диаметр 1,5 мкм.)

г) Глюкоза служит основным источником энергии для большинства клеток. Принимая внутриклеточную концентрацию глюкозы равной 1 мМ (т. е. 1 миллимоль/л), рассчитайте число молекул глюкозы, содержащихся в нашей гипотетической эукариотической клетке (сферической формы). (Число Авогадро, равное числу молекул в 1 моле неионизированного вещества, составляет  $6,02 \cdot 10^{23}$ .)

#### 2. Компоненты клетки *E. coli*.

Клетки *E. coli* имеют форму цилиндра высотой 2 мкм и диаметром 0,8 мкм. Объем цилиндра вычисляется по формуле  $\pi R^2 h$ , где  $h$  – высота цилиндра.

а) Сколько весит одна клетка *E. coli*., если ее плотность (в основном за счет воды) равна в среднем  $1,1 \cdot 10^3$  г/л?

б) Толщина защитной клеточной оболочки *E. coli*. равна 10 нм. Какую долю (в процентах) общего объема бактерии составляет клеточная оболочка?

в) *E. coli*. быстро растет и размножается благодаря тому, что в ее клетке присутствует около 15000 сферических рибосом (диаметр рибосомы 18 нм), осуществляющих синтез белков. Какая часть общего объема клетки приходится на долю рибосом?

#### 3. Генетическая информация в ДНК *E. coli*.

Содержащаяся в ДНК генетическая информация определяется линейной последовательностью кодирующих единиц, называемых кодонами. Каждый кодон представляет собой специфическую последовательность трех нуклеотидов (трех пар нуклеотидов в двухцепочечной ДНК) и соответствует одному аминокислотному остатку в белке. ДНК *E. coli*. имеет очень большую молярную массу — около  $3,1 \cdot 10^9$  г/моль. Средняя молярная масса пары нуклеотидов равна 660 г/моль, а вклад каждой пары нуклеотидов в длину молекулы ДНК составляет 0,34 нм.

а) Используя эти данные, рассчитайте длину молекулы ДНК *E. coli*. Сравните длину молекулы ДНК с размерами клетки (задача 2). Каким образом ДНК помещается в клетке?

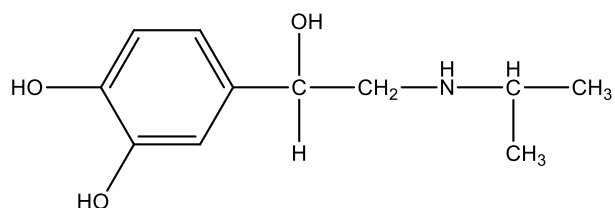
б) Подсчитайте, чему равно максимальное число белков, которое может быть

закодировано в молекуле ДНК *E. coli*, если предположить, что белковая молекула состоит в среднем из 400 аминокислот.

**4. Быстрый транспорт в аксонах.** Нейроны имеют длинные тонкие отростки, называемые аксонами. Аксоны обеспечивают передачу сигнала в нервной системе организма. Некоторые аксоны могут достигать длины до 2 м, например аксоны, отходящие от спинного мозга и заканчивающиеся в мышцах пальцев ног. Маленькие заключенные в мембрану частицы, переносящие важные для работы аксонов вещества, движутся вдоль микротрубочек цитоскелета от центра клетки до окончаний аксонов. Если среднюю скорость движения частицы принять равной 1 мкм/с, то сколько времени понадобится такой частице (везикуле), чтобы пройти от центра клетки в спинном мозге до окончания аксона в пальцах ног?

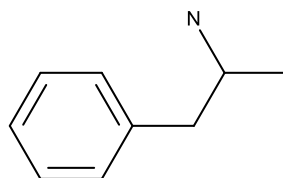
**5. Витамин С: отличается ли искусственный витамин С от натурального?** Некоторые поставщики обогащенных витаминами пищевых продуктов заявляют, что витамины, полученные из природных источников, полезнее для здоровья, чем синтезированные искусственным путем. Например, считается, что чистая L-аскорбиновая кислота (витамин С) из плодов шиповника полезнее чистой L-аскорбиновой кислоты, синтезированной на химическом производстве. Различаются ли витамины из этих двух источников? Может ли организм различить витамины из разных источников?

**6. Активность лекарственных веществ и стереохимия.** В некоторых случаях количественные различия в биологической активности двух энантиомеров одного и того же вещества выражены достаточно сильно. Например, D-изомер изопротеренола (применяется при легких приступах астмы) действует в качестве бронхорасширяющего средства в 50–80 раз сильнее, чем L-изомер. Укажите хиральный центр в молекуле изопротеренола. Почему два энантиомера так сильно различаются по биологической активности?



**7. Действие лекарственных препаратов и форма молекул.** Несколько лет назад две фирмы выпустили в продажу препарат под торговыми названиями декседрин и бензедрин. Структурная формула этого вещества приведена на рисунке.

Но физическим свойствам (содержанию С, Н и N, температуре плавления, растворимости и др.) оба препарата идентичны. Тем не менее рекомендованная доза декседрина (он до сих пор выпускается) составляла 5 мг/сут., а рекомендованная доза бензедрина (снят с производства) была вдвое выше. Таким образом, для достижения одного и того же физиологического эффекта бензедрина требуется гораздо больше, чем декседрина. Объясните это кажущееся противоречие.

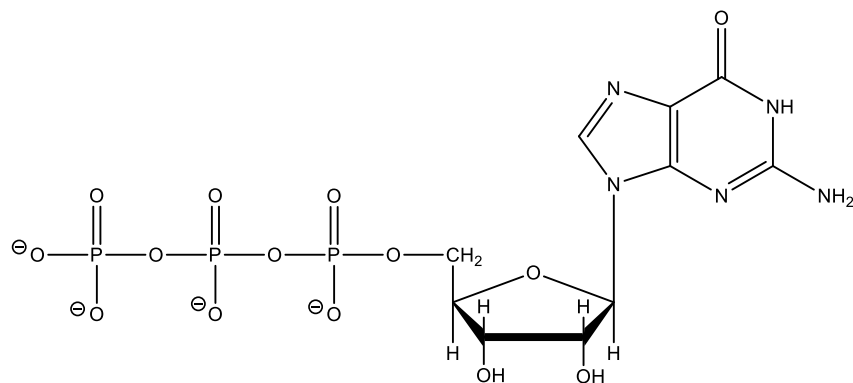


#### 8. Строительные блоки сложных биомолекул.

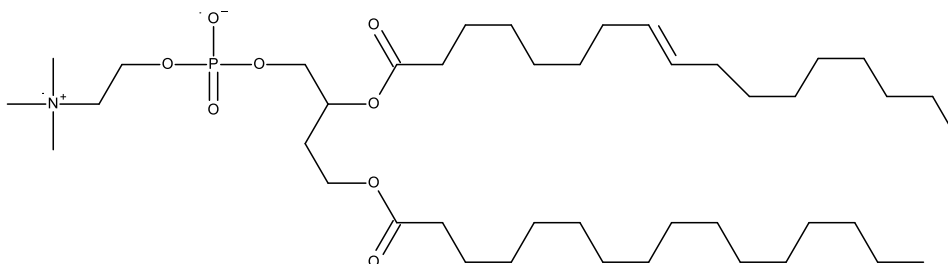
На рисунках показаны структура наиболее важных компонентов сложных биомолекул. Укажите строительные блоки, из которых состоят три изображенные ниже важные биологические биомолекулы (показаны в ионной форме, соответствующей физиологическому значению pH).

а) Гуанозинтрифосфат (GTP) — энергетически богатая молекула, нуклеотид,

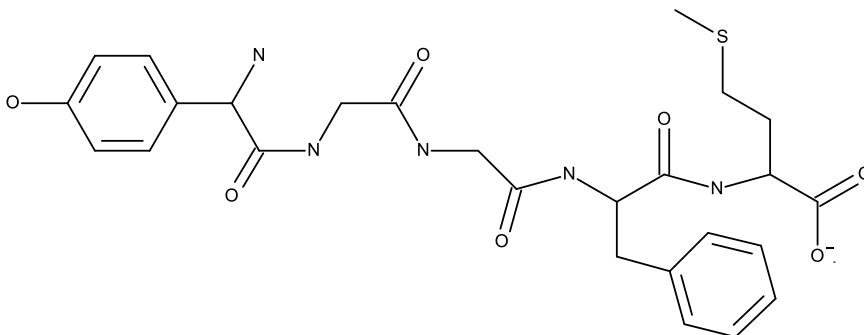
входящий в состав РНК:



б) Фосфатидилхолин – компонент многих мембран:



в) Метэнкефалин (энкефалин, содержащий в пятом положении метионин) – природный опиат мозга:



## 9. Определение структуры биомолекулы.

Из мышц кролика выделили неизвестное вещество X. Его структура была установлена на основании следующих наблюдений и экспериментов. Результаты качественного анализа показали, что вещество содержит только углерод, водород и кислород. Взвешенный образец вещества X был подвергнут полному окислению, после чего определены количества образовавшихся  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{CO}_2$ . Исходя из данных этого анализа было сделано заключение, что массовая доля C, H и O в веществе X составляет соответственно 40,0, 6,71 и 53,29%. Молекулярная масса вещества X в соответствии с данными масс-спектрометрии оказалась равной 90,0 а.е.м. Метод инфракрасной спектроскопии показал, что в молекуле X есть одна двойная связь. Вещество X легко растворяется в воде, образуя кислый раствор. При исследовании этого раствора с помощью поляриметра было установлено, что X обладает оптической активностью.

а) Определите эмпирическую и молекулярную формулы X.

б) Нарисуйте возможные структуры вещества X, которые удовлетворяли бы молекулярной формуле и имели одну двойную связь. Рассмотрите только линейные или разветвленные структуры, не принимая во внимание циклические структуры. Учтите, что атомы кислорода с трудом образуют связи между собой.

в) Какое значение для структуры молекулы имеет оптическая активность вещества? Какие структуры, предложенные вами в пункте (б), соответствуют этому наблюдению?

г) Какое значение для структуры молекулы имеет тот факт, что при растворении вещества X образуется кислый раствор? Какие структуры, предложенные вами в пункте (б), соответствуют этому наблюдению?

д) Каково строение вещества X? Совместимо ли со всеми имеющимися данными существование нескольких структур?

## ВОПРОСЫ К СЕМИНАРСКОМУ ЗАНЯТИЮ № 2

### План занятия:

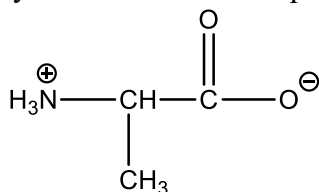
1. Аминокислоты. Классификация. Строение.
2. Особенности строения  $\alpha$ -аминокислот. Протеиногенные аминокислоты.
3. Изoeлектрическая точка аминокислот.
4. методы исследования аминокислот.
5. Особенности протекания процессов *in vivo* с участием аминокислот.

### Задачи для решения

#### 1. Ионные формы аланина

Аланин – двухосновная кислота, способная претерпевать две реакции диссоциации (значения  $pK_{\text{ш}}$  см. в табл. 3-1).

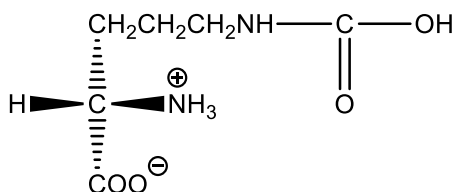
а) Пользуясь приведенной ниже структурой частично протонированной формы аланина, изобразите химическую структуру двух других форм аланина, преобладающих в водном растворе: полностью протонированную и полностью депротонированную формы.



Какая из трех форм присутствует в наибольшей концентрации в растворах со следующими значениями pH: б) 1,0; в) 6,2; г) 8,02; д) 11,9?

#### 2. Абсолютная конфигурация цитруллина

Какую конфигурацию (D или L) имеет выделенный из арбуза цитруллин, формула которого приведена на рисунке? Поясните свой ответ.



#### 3. Разделение аминокислот методом ионообменной хроматографии

Анализ смеси аминокислот начинают с разделения этой смеси на компоненты с помощью ионообменной хроматографии. После нанесения на колонку с катионообменной смолой, содержащей группы  $-\text{SO}_3^-$  (рис.), аминокислоты движутся вниз по колонке с разной скоростью, поскольку на их движение оказывают влияние два фактора:

1) притяжение между  $-\text{SO}_3^-$  группами носителя и положительно заряженными функциональными группами аминокислот; 2) гидрофобные взаимодействия между боковыми цепями аминокислот и сильно гидрофобной полистиреновой основой носителя. Для каждой из приведенных ниже пар аминокислот определите, какая аминокислота будет сходить с колонки первой при промывании колонки буфером с pH 7,0.

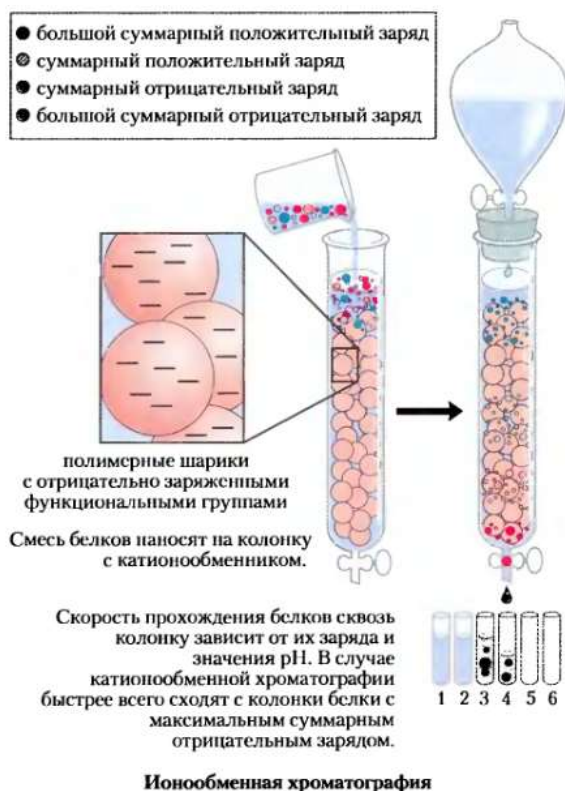
а) Asp и Lys

б) Arg и Met

в) Glu и Val

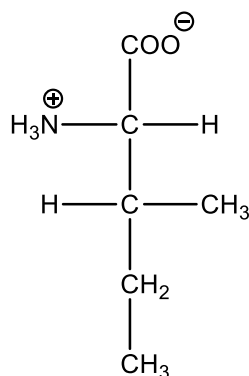
г) Gly и Leu

д) Ser и Ala



#### 4. Обозначение стереоизомеров изолейцина

Структурная формула аминокислоты изолейцина изображена ниже.



- Сколько хиральных центров имеет молекула изолейцина?
- Сколько оптических изомеров может быть у изолейцина?
- Нарисуйте пространственные формулы для всех оптических изомеров изолейцина.

#### 5. Сравнение значений $pK_a$ аланина и полиаланина

Кривая титрования аминокислоты аланина отражает наличие двух ионизируемых функциональных групп с  $pK_a$  2,34 и 9,69, что отвечает соответственно ионизации карбоксильной и протонированной аминогруппы. Кривые титрования ди-, три- и олигопептидов аланина также демонстрируют наличие только двух ионизируемых групп, хотя их экспериментально определенные значения  $pK_a$  отличаются от  $pK_a$  функциональных групп аланина (см. табл.).

Аминокислота или пептид	$pK_1$	$pK_2$
Ala	2,34	9,69
Ala-Ala	3 12	8,30
Ala-Ala-Ala	3,39	8,03
Ala-(Ala) <sub>n</sub> -Ala, n > 4	3,42	7,94

а) Нарисуйте структурную формулу Ala-Ala Ala. Укажите функциональные группы в этой молекуле, которым соответствуют  $pK_1$  и  $pK_2$ .

б) Почему с добавлением каждого следующего остатка аланина значение  $pK_1$  возрастает?

в) Почему с добавлением каждого следующего остатка аланина значение  $pK_2$  снижается?

## 6. Размеры белков

Чему приблизительно равна молекулярная масса белка, состоящего из 682 аминокислотных остатков, соединенных в единственную полипептидную цепь?

## 7. Число остатков триптофана в бычьем сывороточном альбумине

Количественный анализ аминокислот показал, что бычий сывороточный альбумин (БСА) содержит 0,58% (по массе) триптофана ( $M_r = 204$ ).

а) Рассчитайте минимальную молекулярную массу БСА (т. е. считайте, что в молекуле белка содержится только один остаток триптофана).

б) В соответствии с результатами гельфильтрации молекулярная масса БСА равна 70 000. Сколько остатков триптофана содержится в его молекуле?

## 8. Определение последовательности пептида лейэнкефалина, выделенного из мозга

Из нормальной мозговой ткани была выделена группа пептидов, влияющих на передачу нервной импульса в некоторых отделах мозга. Эти пептиды называют опиоидами, поскольку они связываются со специфическими рецепторами, с которыми также связываются опиаты (алкалоиды опиума), такие как морфин и налоксон. Таким образом, опиоиды имитируют некоторые свойства опиатов. Некоторые ученые рассматривают эти вещества как содержащиеся в мозге собственные средства обезболивания. Используя приведенные ниже данные, определите аминокислотную последовательность опиоида лейэнкефалина. Объясните, как предложенная вами структура согласуется с каждым из результатов (а-в).

а) Полный гидролиз под действием 6 М HCl при 110 °C с последующим анализом аминокислот показал наличие в смеси Gly, Leu, Phe и Tug в молярном соотношении 2 : 1 : 1 : 1.

б) Хроматографический анализ, проведенный после обработки пептида 1-фтор-2,4-динитробензолом и полного гидролиза, выявил наличие 2,4-динитрофенильного производного тирозина. При этом свободного тирозина обнаружено не было.

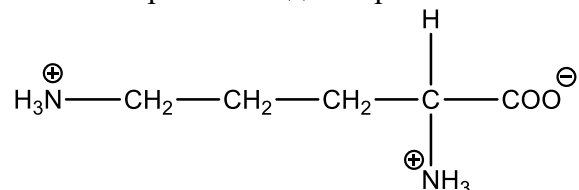
в) Полное расщепление пептида под действием пепсина и проведенное затем хроматографическое разделение показали наличие дипептида, содержащего остатки Phe и Leu, и трипептида, содержащего Tug и Gly в соотношении 1 : 2.

## 9. Структура полипептидного антибиотика, выделенного из *Bacillus brevis*



Экстракты, полученные из бактериальной культуры *Bacillus brevis*, содержат пептид, обладающий свойствами антибиотика. Этот пептид образует комплексы с ионами металлов и, по-видимому, нарушает систему ионного транспорта через клеточную мембрану у других видов бактерий, что приводит к их гибели. Структуру пептида установили на основании приведенных ниже результатов.

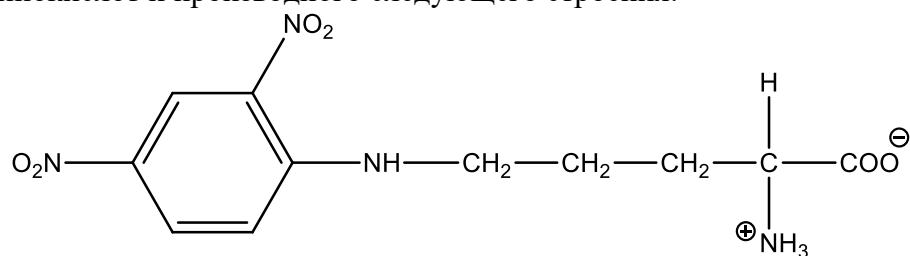
а) Полный кислотный гидролиз полипептида с последующим анализом аминокислот продемонстрировал наличие эквимольных количеств Leu, Orn, Phe, Pro и Val. Orn – это сокращенное обозначение аминокислоты орнитина, не встречающейся в белках, но присутствующей в некоторых пептидах. Орнитин имеет такую структуру:



б) Молекулярная масса пептида оказалась приблизительно равна 1200.

в) Пептид не подвергался гидролизу при обработке ферментом карбоксипептидазой. Этот фермент катализирует отщепление любых С-концевых остатков, за исключением остатка Pro, а также за исключением тех случаев, когда остаток по какой-либо причине не содержит свободной карбоксильной группы.

г) Обработка исходного пептида 1-фтор-2,4-динитробензолом с последующим полным гидролизом и хроматографическим разделением показали наличие только свободных аминокислот и производного следующего строения:



(Подсказка: учтите, что 2,4-динитрофенильная группа присоединена не как обычно к азота, а к аминогруппе боковой цепи.)

д) Частичный гидролиз пептида, хроматографическое разделение продуктов и их аминокислотный анализ выявили наличие ди- и трипептидов следующего строения (аминоконцевые остатки всегда расположены слева):



Используя данную информацию, определите аминокислотную последовательность пептидного антибиотика. Поясните ваши рассуждения. Объясните, как предложенная вами структура согласуется со всеми экспериментальными данными.

### ВОПРОСЫ К СЕМИНАРСКОМУ ЗАНЯТИЮ № 3

#### План занятия:

1. Белки. Классификация. Строение.
2. Первичная структура пептидов и белков.
3. Вторичная структура пептидов и белков.
4. Третичная и четвертичная структура белков.
5. Методы исследования строения белков.
6. Методы синтеза белков.

## ЗАДАЧИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ

### 1. Свойства пептидной связи

При рентгеноструктурном анализе кристаллических пептидов Лайнус Полинг и Роберт Кори обнаружили, что связь C–N пептидной группы по длине (1,32 Å) занимает промежуточное положение между типичными одинарными C–N (1,49 Å) и двойными C=N (1,27 Å) связями. Кроме того, они установили, что пептидная группа имеет плоскую конфигурацию, т. е. все четыре атома, присоединенные к C–N-группе, лежат в одной плоскости, причем два атома углерода, связанные с C–N-группой, всегда находятся в *транс*-положении по отношению друг к другу, по разные стороны от пептидной связи.

а) Какой вывод относительно прочности и кратности пептидной связи (является ли она одинарной, двойной или тройной) можно сделать, исходя из ее длины?

б) Что можно сказать о возможности вращения вокруг пептидной C–N-связи на основании данных Полинга и Кори?

### 2. Связь структуры и функции фибриллярных белков

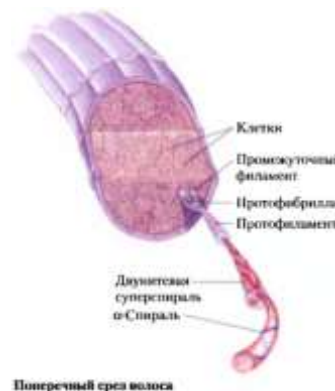
Уильям Астбери первым обнаружил, что рентгенограмма шерсти указывает на наличие структурной единицы волокна, повторяющейся с интервалом около 5,2 Å. Рентгенограмма шерсти, растянутой после обработки паром, указывала на наличие периодической структуры, повторяющейся через каждые 7,0 Å. После того как растянутая при обработке паром шерсть возвращалась в свое исходное состояние, структурная единица вновь повторялась с периодичностью 5,2 Å. Хотя эти наблюдения послужили ключом к пониманию молекулярной структуры шерсти, в то время Астбери не смог их интерпретировать.

а) Исходя из современных данных о структуре шерсти, объясните результаты экспериментов Астбери.

б) Если шерстяные вещи стирать в горячей воде или сушить горячим воздухом, они садятся, а с шелком в подобных условиях ничего не происходит. Объясните это явление.

### 3. Скорость синтеза α-кератина волос

Волосы растут со скоростью 15—20 см в год. Зона роста находится у основания волоса, где в клетках эпидермиса синтезируются и скручиваются нити α-кератина (рис. 4-10). Основным структурным элементом α-кератина является α-спираль, виток которой имеет шаг 5,4 Å и содержит 3,6 аминокислотных остатка (рис. 4-4, б). Считая, что лимитирующим фактором роста волос является биосинтез спиралей кератина, рассчитайте скорость образования пептидных связей α-кератина (число пептидных связей в секунду), которая обеспечивает наблюдаемый рост волос.



### 4. Дисульфидные связи определяют свойства многих белков

В молекулах ряда природных белков содержится много дисульфидных связей, причем механические свойства белков (прочность на разрыв, вязкость, твердость и др.) коррелируют с числом дисульфидных связей. Например, богатый дисульфидными мостиками белок пшеницы глутенин определяет вязкость и эластичность теста, приготовленного из пшеничной муки. Точно так же твердый и прочный панцирь черепахи обязан своими свойствами сети дисульфидных связей в молекулах α-кератина.

а) Какова молекулярная основа наблюдаемой связи между числом дисульфидных мостиков и механическими свойствами белков?

б) Большинство глобулярных белков денатурируют и теряют активность при

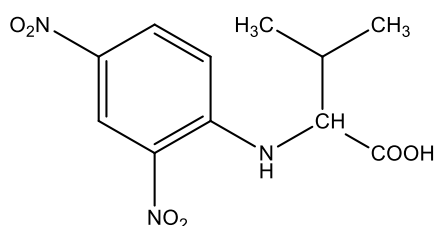
кратковременном нагревании до 65 °С. Но для денатурации глобулярных белков, содержащих несколько дисульфидных связей, обычно требуется более длительное нагревание при более высокой температуре. Примером может служить бычий панкреатический ингибитор трипсина, имеющий одну полипептидную цепь из 58 аминокислотных остатков и содержащий три дисульфидных мостика. Если этот белок денатурировать нагреванием, а затем охладить, то его активность восстанавливается. Какова молекулярная основа данного явления?

### 5. Бактериородопсин — белок пурпурной мембраны

При благоприятных внешних условиях бактерия *Halobacterium halobium*, обитающая в соленых водоемах, синтезирует мембранный белок бактериородопсин ( $M_r = 26000$ ), имеющий пурпурную окраску благодаря содержащемуся в нем ретиналю. Молекулы этого белка образуют в клеточной мембране агрегаты в виде «пурпурных заплаток». Бактериородопсин действует как активируемый светом протонный насос и снабжает клетки энергией. Рентгеноструктурный анализ белка показал, что он состоит из семи параллельно расположенных  $\alpha$ -спиральных участков, каждый из которых пересекает мембрану бактериальной клетки (толщина мембраны 45 Å). Определите минимальное число аминокислотных остатков, необходимое для образования  $\alpha$ -спирального участка, способного полностью пронизывать мембрану. Оцените долю аминокислотных остатков бактериородопсина, задействованных в образовании  $\alpha$ -спиралей (считайте, что средняя молекулярная масса аминокислотного остатка равна 110).

### 6. Число полипептидных цепей в олигомерном белке

Образец ( $m = 660$  г) олигомерного белка с  $M_r = 132000$  обработали избытком 2,4-динитрофторбензола в слабощелочной среде до завершения химической реакции. Затем пептидные связи белка подвергли полному гидролизу под действием соляной кислоты при нагревании. В гидролизате обнаружено 5,5 мг вещества следующего строения:



Никаких других 2,4-динитрофенильных производных аминокислот не было обнаружено.

а) Объясните, как на основании данной информации можно определить число полипептидных цепей в олигомерном белке.

б) Определите число полипептидных цепей белка.

в) Какие другие методы анализа помогли бы вам определить, являются ли полипептидные цепи данного белка идентичными или различаются?

## ВОПРОСЫ К СЕМИНАРСКОМУ ЗАНЯТИЮ № 4

### План занятия:

1. Моносахариды. Классификация. Строение.
2. Стереохимия моносахаридов.
3. Особенности химических свойств моносахаридов.
4. Биохимия процессов, протекающих с участием моносахаридов.

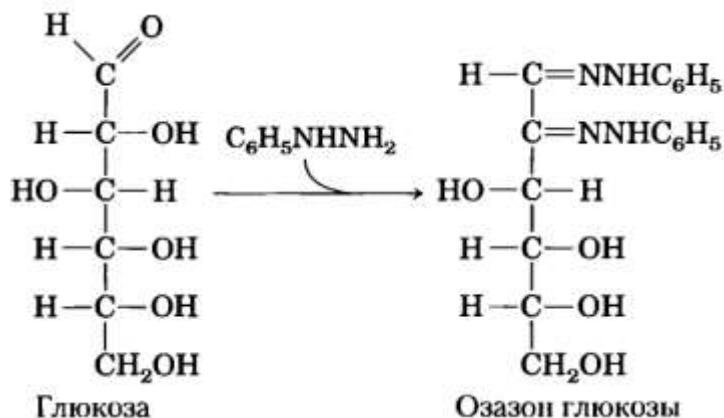
### Задачи для решения

#### 1. Сахароспирты

В сахарспиртах (производных моносахаридов) кислород карбонильной группы восстановлен до образования гидроксильной группы. Например, D-глицеральдегид можно восстановить до глицерина. Однако последний не обозначают с помощью букв D или L. Объясните, почему.

## 2. Точка плавления озазонов — производных моносахаридов

Многие углеводы реагируют с фенилгидразином ( $C_6H_5NHNH_2$ ) с образованием ярко-желтых кристаллических производных, называемых озазонами:



Температуру плавления этих веществ легко определяют и используют для характеристики каждого из них. Это свойство использовали при идентификации моносахаридов до появления высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) и газожидкостной хроматографии. Ниже приведены температуры плавления ( $T_{\text{пл}}$ ) некоторых озазоновых производных альдоз.

Моносахарид	$T_{\text{пл}}$ моносахарида, °C	$T_{\text{пл}}$ озазона, °C
Глюкоза	146	205
Манноза	132	205
Галактоза	165–168	201
Талоза	128–130	201

Как видно из таблицы, определенные пары производных имеют одинаковые температуры плавления, хотя исходные моносахариды различались по этому параметру. Почему глюкоза и манноза, а также галактоза и талоза образуют озазоны с одинаковыми температурами плавления?

## 3. Взаимопревращения форм D-глюкозы

Один стереоизомер моносахарида, раствор которого вращает плоскость поляризации света влево (против часовой стрелки), называется левовращающим и обозначается (–); второй стереоизомер, который вращает плоскость поляризации света вправо (по часовой стрелке), называется правовращающим и обозначается (+). Эквимоллярные смеси обеих форм не вращают плоскость поляризации проходящего сквозь них света.

Оптическая активность стереоизомера количественно выражается в терминах оптического вращения, т. е. определяется числом градусов, на которое поворачивается плоскость поляризации света после прохождения через раствор с заданной концентрацией и заданной толщиной слоя.

Удельное вращение ( $[\alpha]_D^{25^\circ\text{C}}$ ) оптически активного вещества определяется по формуле:

$$[\alpha]_D^{25^\circ} = \frac{\text{наблюдаемое оптическое вращение } (^\circ)}{\text{длина оптического пути (дм)} \times \text{концентрация (г/мл)}}$$

При этом следует указывать температуру раствора и длину волны падающего света (обычно это D-линия Na, т. е. 589 нм).

Свежеприготовленный раствор  $\alpha$ -D-глюкозы имеет величину оптического вращения  $+112^\circ$ . С течением времени оптическое вращение постепенно снижается и достигает равновесного значения  $[\alpha]_D^{25^\circ} = +52,5^\circ$ . Напротив, свежеприготовленный раствор ( $\alpha$ -D-глюкозы характеризуется значением оптического вращения  $+19^\circ$ . Оптическое вращение этого раствора со временем увеличивается и достигает того же равновесного значения.

а) Нарисуйте проекционные формулы Хеуорса для  $\alpha$ - и ( $\beta$ -форм D-глюкозы. В чем состоит основное различие между ними?

б) Объясните, почему при хранении раствора  $\alpha$ -формы величина оптического вращения уменьшается? Почему растворы  $\alpha$ - и ( $\beta$ -форм D-глюкозы в одинаковых концентрациях постепенно приходят к одинаковому значению оптического вращения?

в) Рассчитайте процентное содержание обеих форм D-глюкозы в состоянии равновесия.

#### 4. Конфигурация и конформация

Какие связи в молекуле  $\alpha$ -D-глюкозы должны быть разорваны, чтобы молекула приняла конфигурацию  $\beta$ -D-глюкозы? Какие связи нужно разорвать, чтобы превратить D-глюкозу в D-маннозу?

#### 5. Структура моносахаридов

Перечислите общие структурные черты и различия для каждой пары веществ: а) целлюлоза и гликоген; б) D-глюкоза и D-фруктоза; в) мальтоза и сахароза.

#### 6. Вкус меда

Фруктоза, входящая в состав меда, главным образом находится в виде  $\beta$ -D-пиранозы. Это один из самых сладких известных углеводов: сладость фруктозы в два раза превышает сладость глюкозы. Фруктоза в форме  $\beta$ -D-фуранозы гораздо менее сладкая. При нагревании меда его сладость постепенно снижается. Кроме того, кукурузный сироп с высоким содержанием фруктозы (коммерческий продукт, в котором большая часть глюкозы превращена во фруктозу) используют для придания сладости холодным, но не горячим напиткам. Какое химическое свойство фруктозы лежит в основе этих наблюдений?

#### 7. Восстанавливающие дисахариды

Дисахарид, являющийся либо мальтозой, либо сахарозой, обрабатывают раствором Фелинга. Образуется красная окраска. Какой дисахарид был в растворе? Объясните свой ответ.

#### 8. Использование глюкозооксидазы для определения уровня глюкозы в крови

Фермент глюкозооксидаза из плесневого гриба *Penicillium notatum* катализирует окисление  $\beta$ -D-глюкозы до D-глюконо- $\delta$ -лактона. Этот фермент катализирует реакцию только ( $\beta$ -аномера, но не влияет на  $\alpha$ -аномер. Несмотря на эту специфичность, реакция с глюкозооксидазой обычно используется в клинической практике для определения общего содержания глюкозы в крови, представляющей собой смесь  $\alpha$ - и  $\beta$ -глюкозы. Почему это возможно? Какие еще преимущества, кроме возможности определять низкие концентрации глюкозы, имеет глюкозооксидазный метод определения глюкозы по сравнению с методом Фелинга?

## 9. Аномеры сахарозы

Лактоза существует в виде двух аномеров, а вот аномерных форм сахарозы обнаружено не было. Почему?

## 10. Гентиобиоза

Гентиобиоза (D-Glc( $\beta$ 1 $\rightarrow$ 6) D-Glc) — это дисахарид, встречающийся в некоторых растительных гликозидах. Изобразите структуру этого соединения. Является ли это вещество восстанавливающим сахаром? Подвергается ли оно мутаротации?

# ВОПРОСЫ К СЕМИНАРСКОМУ ЗАНЯТИЮ № 5

## План занятия:

1. Липиды. Классификация. Строение.
2. Роль липидов в формировании клеточных мембран.
3. Алкалоиды. Основы классификации.

## Задачи для решения

### 1. Обсуждение термина «липиды»

Что такое «липид»? Чем липиды отличаются от других биомолекул – аминокислот, нуклеиновых кислот и белков?

### 2. Приготовление соуса Bearnaise

Во время приготовления соуса Bearnaise яичные желтки вбиваются в расплавленное масло, чтобы стабилизировать соус и избежать разделения фаз. Стабилизирующим агентом в яичном желтке является лецитин (фосфатидилхолин). Предположите, почему он так действует.

### 3. Структура омега-6 жирной кислоты

Изобразите структуру омега-6 жирной кислоты 16:1.

### 4. Каталитическое гидрирование растительных масел

Каталитическое гидрирование, используемое в пищевой промышленности, приводит к превращению двойных связей жирных кислот в связи  $\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—}$ . Как это изменение влияет на физические свойства масел?

### 5. Нестабильность триацилглицеридов в щелочной среде

Общепринятой процедурой для очистки жиρούловителя в раковине является добавление средств, содержащих гидроксид натрия. Объясните, почему они так действуют.

### 6. Гидролиз липидов

Назовите продукты мягкого гидролиза разбавленным NaOH а) 1-стеароил-2,3-дипальмитоил глицерина; б) 1-пальмитоил-2-олеилфосфатидилхолина.

### 7. Влияние полярности на растворимость

Расположите следующие соединения в порядке увеличения растворимости в воде: триацилглицерин; диацилглицерин и моноацилглицерин, причем все они содержат только

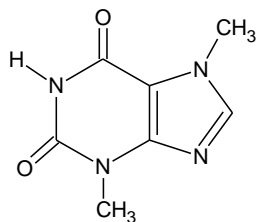
пальмитиновую кислоту.

### 8. Алкалоиды – это наркотики?

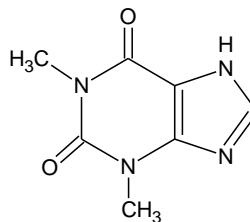
Дайте подробный ответ на вопрос. Обоснуйте.

### 9. Активность теофиллина и теобромина

Охарактеризуйте биологическую активность алкалоидов теофиллина и теобромина. Напишите схему азольной таутомерии для теофиллина. Обладает ли азольной таутомерией теобромин? Свой ответ поясните. Напишите для него схему лактам-лактимной таутомерии.



Теобромин



Теофиллин

### 10. Никотин

Охарактеризуйте строение, биологическую активность и распространение в природе никотина.

### 11. Реакции никотина

Напишите уравнение реакции окисления никотина оксидом хрома (VI), если при этом образуется никотиновая кислота.

### 12. Кофеин

Охарактеризуйте строение, биологическую активность и распространение в природе кофеина. Подвергается ли кофеин лактам-лактимной и азольной таутомерии? Свой ответ поясните.

## ПРИМЕРНЫЙ ВАРИАНТ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

### КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1

1. Строение клетки. а) Если увеличить клетку в 10 000 раз (такое увеличение обычно достигается в электронном микроскопе), то какого размера она стала бы? Предположите, что вы рассматриваете «типичную» эукариотическую клетку с диаметром 50 мкм.

б) Если вы рассматриваете мышечную клетку (миоцит), сколько в ней содержится молекул актина? (Считайте, что клетка имеет сферическую форму и не содержит никаких других компонентов; молекулы актина имеют сферическую форму и диаметр 3,6 нм; объем сферы равен  $(4/3)\pi R^3$ .)

в) Если вы рассматриваете клетку печени (гепатоцит) таких же размеров, сколько в ней может содержаться митохондрий? (Считайте, что клетка имеет сферическую форму и не содержит никаких других компонентов; митохондрии имеют сферическую форму и диаметр 1,5 мкм.)

г) Глюкоза служит основным источником энергии для большинства клеток. Принимая внутриклеточную концентрацию глюкозы равной 1 мМ (т. е. 1 миллимоль/л), рассчитайте число молекул глюкозы, содержащихся в нашей гипотетической эукариотической клетке (сферической формы). (Число Авогадро, равное числу молекул в 1 моле неионизированного вещества, составляет  $6,02 \cdot 10^{23}$ .)

2. Сколько различных дипептидов можно получить, используя только глицин и аланин? Напишите схему превращений.
3. Определите строение сложного эфира  $\alpha$ -аминокислоты, если известно, что он содержит 15,73% азота по массе.
4. Гемоглобин взаимодействует с кислородом с образованием комплекса, в котором на 4 моль кислорода приходится 1 моль гемоглобина. Вычислите число молекул гемоглобина, необходимое для переноса 1 мл кислорода (н.у.).
5. Дисахарид, являющийся либо мальтозой, либо сахарозой, обрабатывают раствором Фелинга. Образуется красная окраска. Какой дисахарид был в растворе? Объясните свой ответ.
6. Какие связи в молекуле  $\alpha$ -D-глюкозы должны быть разорваны, чтобы молекула приняла конфигурацию  $\beta$ -D-глюкозы? Какие связи нужно разорвать, чтобы превратить D-глюкозу в D-маннозу?

#### Критерии оценки ответа студента при выполнении контрольной работы

Оценка	Требования к знаниям
отлично	приведены полные правильные решения, ответы грамотно аргументированы
хорошо	допущены незначительные погрешности при ответах на вопросы, аргументация была не полной
удовлетворительно	В ответах на некоторые вопросы допущены грубые ошибки, часть выводов не аргументирована или аргументирована неправильно
неудовлетворительно	Ответы на 50 и более % вопросов ошибочны, большинство выводов не аргументированы или аргументированы неправильно

#### Тематика рефератов

1. Энергетическая ценность жиров.
2. Механизм действия лизоцима и  $\alpha$ -химотриисина.
3. Важнейшие мутагены, токсикология основных реагентов для орг. синтеза.
4. Искусственная и синтетическая пища: проблемы и перспективы.
5. Ферменты как важнейшие биомолекулы ФАВ.
6. Современные представления об абзимах.
7. Типы молекулярных и межмолекулярных взаимодействий в биомолекулах.
8. Современные представления о структуре и функциях гена.
9. Гормоны – важнейшие регуляторы процессов метаболизма.
10. Механизмы действия эндорфинов и энкефалинов.
11. Проблема транс-изомеров жирных кислот.
12. Химия биологически активных соединений на рубеже столетий.
13. Алкогольная зависимость: биохимические причины.
14. Моделирование ферментативных процессов.
15. Витамины и микронутриенты.
16. Теории возникновения и развития жизни
17. Строение и структура глобулярных белков



- 18.Строение и структура фибриллярных белков
19. Ферменты, участвующие в расщеплении аминокислот
20. Генная инженерия. Успехи и проблемы
21. Химический и ферментативный синтез полинуклеотидов
22. Витамины незаменимые органические компоненты пищи
23. Молибден, ванадий и никель как компоненты некоторых ферментов
24. Биологическое значение ионов кальция, хрома, олова и алюминия
25. Химия дыхания
26. Химия иммунитета
27. Химия нейроэндокринной регуляции
28. Химия зрения
29. Химия мышечного сокращения
30. Стимуляторы роста растений
31. Гормоны
32. Химические функции компонентов клетки.
33. Переваривание и всасывание пищи.
34. Нобелевские лауреаты в области биохимии и медицины
35. Биологические активные добавки (БАД)
36. Генетически модифицированные продукты. Опасности. Перспективы
37. Антиоксиданты в живых организмах
38. Стволовые клетки. Перспективы
39. Синтез в организме жиров и родственных соединений
40. Синтез в организме глюкозы (глюконеогенез)

### ***Вопросы к экзамену***

1. Аминокислоты. Физико-химические свойства. Стереохимия. Белковые и неперотеиногенные аминокислоты. Заменяемые и незаменимые аминокислоты.
2. Аминокислоты как структурные элементы белков.
3. Пептиды, структура и свойства. Стереохимия. Определение концевых аминокислотных остатков. Фрагментация пептидных цепей.
4. Химический и ферментативный синтез пептидов. Твердофазный пептидный синтез.
5. Автоматические пептидные синтезаторы.
6. Структурные аналоги природных пептидов.
7. Белки. Молекулярная масса, размер и форма белковых макромолекул. Методы выделения белков. Классификация белков.
8. Первичная структура белков и методы ее определения. Семейства белков и гомология первичной структуры.
9. Вторичная структура белков и методы ее определения. Пептидная связь и конформация полипептидной цепи. Основные типы вторичной структуры белков. Роль водородных связей.
10. Третичная структура белков. Рентгеноструктурный анализ биополимеров. Глобулярные и фибриллярные белки. Гидрофобные взаимодействия. Денатурация и ренатурация белков как кооперативные процессы. Связь третичной и первичной структур. Структура и функция глобинов. Миоглобин. Гемоглобин. Белки плазмы крови и их использование в медицине.
11. Четвертичная структура олигомерных белков. Природа взаимодействий. Стехиометрия. Биологическое значение олигомерных взаимодействий.
12. Химическая модификация белков. Простые и сложные белки. Апопротеины и простетические группы. Нуклео-, липо-, глико-, хромо-, фосфо-, металлопротеиды.

Серповидноклеточная анемия как пример «молекулярной болезни». Химическая сущность мутаций. Наследственные нарушения обмена веществ.

13. Функции белков в организме. Ферменты. Гормоны. Транспортные белки. Антитела. Биотоксины. Антибиотики. Ингибиторы и активаторы ферментов. Агонисты и антагонисты рецепторов. Элементы теории фармакокинетики.
14. Моносахариды – олигосахариды – полисахариды. Важнейшие семейства моносахаридов. Стереохимия. Химические реакции. Биологически важные производные моносахаридов.
15. Олигосахариды. Структура и свойства. Важнейшие дисахариды и трисахариды. Полисахариды. Структура, классификация, свойства. Биологическое значение. Резервные и структурные полисахариды. Нуклеозиды – нуклеотиды – нуклеиновые кислоты. Структуры нуклеозидов. Пиримидиновые и пуриновые основания. Углеводные компоненты. Конфигурация гликозидного центра. Химические реакции.
16. Мононуклеотиды. Структура, номенклатура. Классификация. Стереохимия. Химические свойства. Биологически важные производные мононуклеотидов. Мононуклеотиды как структурные элементы нуклеиновых кислот. Полинуклеотиды и нуклеиновые кислоты
17. Классификация и номенклатура. Фосфодиэфирная связь. ДНК и РНК. Первичная структура нуклеиновых кислот. Секвенирование. Химические и ферментативные превращения полинуклеотидов. Вторичная структура нуклеиновых кислот, двойная спираль ДНК. Комплементарные и межплоскостные взаимодействия нуклеиновых оснований. Полиморфизм двойной спирали ДНК. Макромолекулярная структура РНК. Структура тРНК. Химический и ферментативный синтез полинуклеотидов. Автоматический твердофазный синтез. Функции полинуклеотидов в живых организмах.
18. Нуклеопротеиды. Вирусы и вирусные болезни. – фосфолипиды Жиры. Структура, номенклатура и классификация. Нейтральные ацилглицериды. Воска. Стероиды. Терпены. Простагландины. Тромбоксаны. Фосфолипиды. Структура, номенклатура, классификация. Фосфоглицериды. Химические превращения фосфолипидов. Сфинголипиды и гликолипиды. Липидные мицеллы. Липопротеиды. Молекулярные компоненты биомембран и функции биомембран. Клеточные стенки бактерий. Пенициллин и родственные антибиотики.
19. Витамины. Номенклатура и классификация. Жирорастворимые и водорастворимые витамины. Витамины как компоненты коферментов. Тиамин. Рибофлавин. Никотинамид. Пантотеновая кислота. Пиридоксин и пиридоксальфосфат. Антагонисты пиридоксальфосфат-зависимых ферментов как яды и лекарства. Изоникотинилгидразид в лечении туберкулеза. Биотин. Фолиевая кислота. Липокислота. Кобаламин. Аскорбиновая кислота. Витамины А, Д, Е и К как производные изопрена. Биологическая роль витаминов. Авитаминозы (цынга, рахит, пеллагра, анемии, берибери) и их лечение.
20. Витамины и микроэлементы. Микроэлементы. Роль ионов железа, меди, цинка, марганца и кобальта в биологических процессах. Биохимия и токсикология селена и бора. Молибден, ванадий и никель как компоненты некоторых ферментов. Биологическое значение ионов кальция, хрома, олова и алюминия. Кремний как микроэлемент. Особая роль ионов щелочных металлов в биологических системах.
21. Ферменты. Номенклатура, классификация. Белковая природа ферментов. Активный центр. Участок связывания с субстратом. Кофакторы ферментов. Коферменты и простетические группы. Холофермент и апофермент.
22. Кинетическая схема и уравнение Михаэлиса. Стационарная, предстационарная и релаксационная кинетика. Автокаталитические ферментные процессы. Скорости элементарных стадий. Кинетика инактивации и денатурации ферментов. Элементарные акты ферментативных реакций в рамках теории переходного состояния. Субстратная специфичность ферментов. Конкурентные и неконкурентные ингибиторы.
23. Каталитические свойства ферментов. Кинетика реакций ферментативного катализа. Механизмы ферментативных реакций. Регуляция активности ферментов. Влияние ионов водорода и ионов металлов. pH-Зависимости ферментативных реакций. Зависимость скорости реакций от температуры.

24. Регуляторные ферменты. Аллостерические ферменты и модуляторы. Проферменты. Изоферменты. Мутации и активности ферментов.
25. Молекулярные механизмы действия ферментов. Гидролазы: пепсин, химотрипсин, карбоксилаза, пироглутатаза. Применение ферментов и их ингибиторов в медицине. Инженерная энзимология. Источники ферментов. Химическая модификация, иммобилизация и стабилизация ферментов, иммобилизованные клетки.
26. Метаболизм. Обмен веществ и биоэнергетика. Термодинамическая обеспеченность биопроцессов. Метаболизм как совокупность процессов анаболизма и катаболизма. Источники углерода, кислорода, азота и водорода для жизнедеятельности организмов. Амфиболические процессы. Автотрофы и гетеротрофы. Стадии метаболизма.
27. Неидентичность катаболических и анаболических путей. Уровни регуляции метаболизма. Метод изотопных меток в изучении метаболизма. Гликолиз и его стадии. Брожение и дыхание. Спиртовое брожение. Другие типы брожения.
28. Цикл трикарбоновых кислот. Глутаматный цикл. Фосфоглюконатный путь.
29. Окислительное фосфорилирование. Причина ядовитости мышьяка. Окисление жирных кислот. Окислительное расщепление аминокислот.
30. Биосинтез углеводов, липидов, аминокислот, мононуклеотидов. Тимидилат-синтетаза как мишень в химиотерапии рака.
31. Фотосинтез. Биоэнергетика и роль АТФ. Локализация и свойства АТФ. Стандартная свободная энергия гидролиза АТФ. Аденилатная система. Роль ионов магния. Пути ферментативного переноса фосфатных групп. Роль АТФ и пироглутата. Механизм окислительного фосфорилирования и фотосинтеза. Элементы термодинамики открытых систем.  
Химия биологической фиксации азота атмосферы. Нитрогеназы. Азот-фиксирующие организмы и сельское хозяйство.
32. Биополимеры и наследственность. Генетическая функция ДНК. Хромосомы. Прокариоты и эукариоты. Репликация ДНК. Ферменты биосинтеза ДНК. Транскрипция: биосинтез РНК на ДНК.
33. Ферменты транскрипции. Регуляция экспрессии генов при инициации транскрипции. Опероны. Операторы. Репрессоры. Активаторы. Трансляция. Генетический код и функции тРНК.
34. Свойства генетического кода. Кодированные элементы. Состав кодирующих триплетов.
35. Кодон-антикодонные взаимодействия. Аминоацил-тРНК-синтетазы. Рибосомы и биосинтез белков. Структура рибосом. Самосборка рибосом.
36. Этапы биосинтеза белков. Инициация. Элонгация. Терминация. Энергетика биосинтеза белков. Регуляция биосинтеза белков.
37. Генная инженерия. Выделение генов и получение кДНК. Полимеразная цепная реакция. Векторы. Молекулярные механизмы мутагенеза. Мутагенез генов и белковая инженерия.
38. Генная инженерия и биотехнология. Генно-инженерные интерферон, гормон роста, инсулин. Экологические и этические проблемы генной инженерии. Гены и геномика. Геном человека.
39. Молекулярные аспекты дыхания человека. Химия дыхания. Гемоглобин как переносчик кислорода. Взаимодействия субъединиц гемоглобина и кооперативность процесса связывания кислорода. Мутантные гемоглобины и заболевания крови.
40. Химия иммунитета. Иммунный ответ. Структура антител. Иммуноглобулины. Легкие и тяжелые цепи. Вариабельные и инвариантные участки. Антигены. Комплексы антиген – антитело. В- и Т-лимфоциты. Комплемент и его компоненты. Иммунодефициты. Проблема СПИДа.
41. Химия нейроэндокринной регуляции. Нейроны. Синапсы. Нейромедиаторы. Ацетилхолин и ацетилхолинэстераза. Ингибиторы ацетилхолинэстеразы. Химия нервной передачи. Нейропаралитические яды. Нейропептиды. Энкефалины. Эндорфины. Опиоидные пептиды.

42. Эндокринные железы и гормоны. Химическая структура гормонов. Стероидные гормоны коры надпочечников и половых желез. Адреналин и норадреналин. Молекулярные действия гормонов. Аденилатциклазная система. Рецепторы.
43. Химия зрения. Сетчатка и фоторецепторы. Зрительные пигменты. Родопсин. Фотоизомеризация ретиналя. Люмиродопсин и метародопсины. Фотоинициирование нервного импульса.
44. Химия мышечного сокращения. Миозин. Актин. Актимиозиновый комплекс. АТФ-азная активность миозина. Сопряжение возбуждения и сокращения. Роль ионов магния, кальция и сульфгидрильных групп.
45. Химия активного трансмембранного переноса. Структура и функции биомембран.
46. Системы активного переноса против градиента концентрации. Роль ионов натрия и калия. АТФ-азная система. Натриевый насос. Активный перенос аминокислот и сахаров.

### **Образцы экзаменационных билетов**

#### **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

По дисциплине Химические основы биологических процессов

1. Аминокислоты. Физико-химические свойства. Стереохимия. Белковые и непротеиногенные аминокислоты. Заменяемые и незаменимые аминокислоты.
2. Микроэлементы. Роль ионов железа, меди, цинка, марганца и кобальта в биологических процессах.
3. Эндокринные железы и гормоны. Химическая структура гормонов. Стероидные гормоны коры надпочечников и половых желез. Адреналин и норадреналин.

Билет утвержден на заседании кафедры \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой

А.М. Саламов

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

#### **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2**

По дисциплине Химические основы биологических процессов

1. Белки. Молекулярная масса, размер и форма белковых макромолекул. Методы выделения белков. Классификация белков.
2. Ферменты. Номенклатура, классификация. Белковая природа ферментов. Активный центр. Участок связывания с субстратом. Кофакторы ферментов. Коферменты и простетические группы. Холофермент и апофермент.
3. Генная инженерия и биотехнология. Генно-инженерные интерферон, гормон роста, инсулин. Экологические и этические проблемы генной инженерии. Гены и геномика. Геном человека.

Билет утвержден на заседании кафедры \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой

А.М. Саламов

## ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

### Примерные задания теста №1

**1 Покажите последовательность реакций витка спирали  $\beta$ -окисления жирных кислот:**

- 1 - образование ацил-КоА и ацетил-КоА;
- 2 - образование еноил-КоА;
- 3 - образование  $\beta$ -кетоацил-КоА;
- 4 - образование  $\beta$ -оксиацилКоА.

**2. Один цикл спирали  $\beta$ -окисления включает 4 последовательных реакции, выберите правильную последовательность:**

- 1 - Окисление, дегидрирование, окисление, расщепление.
- 2 - Восстановление, дегидрирование, восстановление, расщепление.
- 3 - Дегидрирование, гидратация, дегидрирование, расщепление.
- 4 - Гидрирование, дегидратация, гидрирование, расщепление.

**3. Сравните процесс  $\beta$ -окисления и биосинтеза жирных кислот:**

- А – Биосинтез жирных кислот.  
Б –  $\beta$ -окисление жирных кислот.  
В – Оба процесса.  
Г – Ни один из них.

- 1 Процесс имеет циклический характер.
- 2 Используется кофермент НАД.
- 3 Используется кофермент НАДФН<sub>2</sub>.
- 4 Используется цитрат как субстрат реакций.

### Примерные задания теста №2

**1 Биологическими функциями белков являются:**

- 1) транспортная
- 2) каталитическая
- 3) защитная
- 4) генетическая

**2 Функция белка гемоглобина:**

- 1) запасает кислород в мышцах 2) переносит кислород к тканям
- 3) синтезирует кислород в клетках 4) расходует кислород в организме

**3 Гидролиз белков – это:**

- 1) разрушение вторичной и третичной структуры белков
- 2) то же самое, что и денатурация белков
- 3) необратимое разрушение структуры белков с образованием аминокислот

**4 В результате гидролиза сложных белков образуются:**

- 1) аминокислоты 2) аммиак 3) вода 4) небелковые компоненты

**5 Денатурация белков – это:**

- 1) разрушение третичной структуры белков
- 2) разрушение третичной и вторичной структуры белков
- 3) разрушение третичной, вторичной и первичной структуры белков

### Примерные задания теста №3

**1 Какую функцию выполняют ферменты в живых организмах?**

- 1) питательную 2) защитную 3) каталитическую 4) транспортную

**2 Отличия ферментов от небиологических катализаторов заключаются:**

- 1) обладают специфичностью действия 2) менее активны, чем небиологические катализаторы 3) проявляют высокую активность при умеренной температуре

**3 В основе классификации ферментов используется:**

- 1) химическая природа фермента  
2) химическая природа субстрата  
3) тип катализируемой реакции  
4) механизм действия фермента

**4 При гидролизе ферменты распадаются на:**

- 1) белки  
2) аминокислоты  
3) небелковые компоненты  
4) аммиак

**5 С повышением температуры активность ферментов:**

- 1) повышается 2) понижается 3) не изменяется

### Критерии оценки тестовых заданий:

– от 81% до 100% правильных ответов из общего числа предъявленных тестовых заданий студенту выставляется оценка "отлично";

– от 51% до 80% правильных ответов из общего числа предъявленных тестовых заданий студенту выставляется оценка "хорошо";

– от 31% до 50% правильных ответов из общего числа предъявленных тестовых заданий студенту выставляется оценка "удовлетворительно";

от 0% до 30% правильных ответов из общего числа предъявленных тестовых заданий студенту выставляется оценка "неудовлетворительно".

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Учебная литература:

**а) основная литература:**

1. Я. Кольман, К.-Г. Рем. Наглядная биохимия. М. «Мир», 2019 г.
2. В.П. Комова, В.Н. Шведова. Биохимия. М. «Дрофа», 2014 г.

## **б) дополнительная литература:**

1. Ю.Б. Филиппович. Основы биохимии. М. "Высшая школа" 1985г.
2. А. Ленинджер. Основы биохимии. М. "Мир" 1989 г.
3. Э. Рис, М. Стернберг. От клеток к атомам. М. "Мир" 1985 г.

### **9.2. Интернет-ресурсы**

1. [http://c-books.narod.ru/pryanishnikov1\\_2\\_1.html](http://c-books.narod.ru/pryanishnikov1_2_1.html)
2. <http://alhimic.ucoz.ru/load/26>
3. <http://www.chem.msu.su/rus/teaching/org.html>
4. <http://www.xumuk.ru>
5. <http://chemistry.narod.ru>
6. <http://www.media.ssu.samara.ru/lectures/deryabina/index/html>
7. ChemSoft 2004

### **9.3. Программное обеспечение**

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства.

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» как на территории университета, так и вне ее.

Университет обеспечен следующим комплектом лицензионного программного обеспечения.

1. Лицензионное программное обеспечение, используемое в ИнГГУ
  - 1.1. Microsoft Windows 7
  - 1.2. Microsoft Office 2007
  - 1.3. Программный комплекс ММИС “Визуальная Студия Тестирования”
  - 1.4. Антивирусное ПО Eset Nod32
  - 1.5. Справочно-правовая система “Гарант”

Наряду с традиционными изданиями студенты и сотрудники имеют возможность пользоваться электронными полнотекстовыми базами данных:

**Таблица 9.1.**

<b>Название ресурса</b>	<b>Ссылка/доступ</b>
Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам»	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>
«Образовательный ресурс России»	<a href="http://school-collection.edu.ru">http://school-collection.edu.ru</a>
Федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, ВУЗы, тесты ЕГЭ, ГИА	<a href="http://www.edu.ru">http://www.edu.ru</a> –
Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР)	<a href="http://fcior.edu.ru">http://fcior.edu.ru</a> -
ЭБС "КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА". Электронная библиотека технического вуза	<a href="http://polpred.com/news">http://polpred.com/news</a>
Издательство «Лань». Электронно-библиотечная	<a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a> -

система	
Русская виртуальная библиотека	<a href="http://rvb.ru">http://rvb.ru</a> –
Издательство «Лань». Электронно-библиотечная система	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a> -
Еженедельник науки и образования Юга России «Академия»	<a href="http://old.rsue.ru/Academy/Arc_hives/Index.htm">http://old.rsue.ru/Academy/Arc_hives/Index.htm</a>
Научная электронная библиотека «e-Library»	<a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a> -
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a> -
Электронно-справочная система документов в сфере образования «Информιο»	<a href="http://www.informio.ru">http://www.informio.ru</a>
Информационно-правовая система «Гарант»	Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнГГУ
Электронно-библиотечная система «Юрайт»	<a href="https://www.biblio-online.ru">https://www.biblio-online.ru</a>

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Требования к аудитории для лекционных и практических занятий: бесшумная светлая аудитория на 25 посадочных мест с доской.

Требования к аудитории для лабораторных занятий: лаборатория 60-70 м<sup>2</sup> с вытяжкой, общим и местным (над шестью рабочими столами) освещением, канализацией (холодная и горячая вода).

Требования к специализированному оборудованию: вытяжной шкаф, химически стойкая раковина, шесть лабораторных столов со стойким покрытием, один стол преподавателя, двенадцать лабораторных стульев, доска, технические и аналитические весы.

### Теоретический курс:

1. Лекции, презентации
2. Контрольные тесты.
3. Списки вопросов для проведения коллоквиумов.
4. Таблицы.
5. Варианты заданий для контрольных работ.
6. Варианты заданий для самостоятельной работы.

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Химические основы биологических процессов» направлена на формирование компетенций: УК-3, ОПК-3, ПК-1.

Промежуточная аттестация предполагает экзамен.

Приступая к изучению дисциплины, необходимо в первую очередь ознакомиться с содержанием рабочей программы дисциплины (РПД).

Лекции имеют целью дать систематизированные основы научных знаний.

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД литературные источники и ресурсы информационно-



телекоммуникационной сети «Интернет»

- при подготовке к промежуточной аттестации по модулю использовать материалы фонда оценочных средств.

Практические занятия проводятся с целью углубления и закрепления знаний, полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы над нормативными документами, учебной и научной литературой.

При подготовке к практическому занятию необходимо:

- изучить, повторить теоретический материал по заданной теме;
- при выполнении домашних расчетных заданий, изучить, повторить типовые задания, выполняемые в аудитории.

### **Рекомендации по работе с научной и учебной литературой**

Работа с учебной и научной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к модульным контрольным работам, опросу, зачету. Она включает проработку лекционного материала – изучение рекомендованных источников и литературы по тематике лекций. Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, предложенных преподавателем схем (при их демонстрации), основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект должен быть выполнен в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны быть выполнены также аккуратно, содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим обучающимся.

В процессе работы с учебной и научной литературой обучающийся может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

Рабочая программа дисциплины «Химические основы биологических процессов» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 04.05.01. «Фундаментальная и прикладная химия», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 13 июля 2017 г. № 652

Программу составил: к.п.н., профессор кафедры химии Саламов А.М.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры химии  
Протокол заседания № 10 от « 20 » июня 2023 г.

Рабочая программа одобрена учебно-методическим советом химико-биологического факультета  
Протокол заседания № 10 от « 26 » июня 2023 г.

Программа рассмотрена на заседании Учебно-методического совета университета  
Протокол заседания № 10 от « 28 » июня 2023 г.

**Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и  
регистрации изменений**

Учебны й год	Решение кафедры (№ протокола, дата)	Внесенные изменения	Подпись зав. кафедрой