

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		



**УТВЕРЖДЕНО**  
решением Ученого совета института  
Медицины, экологии и физической культуры  
18 мая 2022 г., протокол № 9/239

Председатель / В.И. Милленко /  
подпись расшифровка подписи  
18 мая 2022 г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	<b>ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ</b>
Факультет	<b>Экологический</b>
Кафедра	<b>Общей и биологической химии</b>
Курс	<b>4</b>

Направление (специальность) **04.03.01 Химия**

Направленность (профиль/специализация) Химия окружающей среды, химическая экспертиза и экологическая безопасность

Форма обучения **Очная**

Дата введения в учебный процесс УлГУ: «1» сентября 2022г.

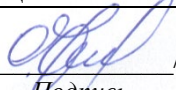
Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № 1 от 30.08. 2023 г.


Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № 1 от 29.08.20 24 г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол №        от        20 г.

Сведения о разработчиках:

ФИО	Кафедра	Должность, ученая степень, звание
Пантелеев Сергей Викторович	Общей и биологической химии	Кандидат биологических наук, доцент

<b>СОГЛАСОВАНО</b>	
Заведующий выпускающей кафедрой, общей и биологической химии	
(  / Шроль О.Ю. /	/
Подпись	ФИО
« 16 » мая 2022 г.	

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

## 1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью освоения дисциплины** являются: формирование у студентов правильного представления об основных химических компонентах клетки, молекулярных основах ферментативного катализа, метаболизма живых организмов, современном состоянии вопросов взаимосвязи структуры, свойств и функций важнейших типов биологических молекул. Изучение дисциплины готовит студентов для дальнейшего самостоятельного изучения молекулярных основ жизни – вопросов наследственности, иммунитета, нейроэндокринной регуляции и фоторецепции, современных концепций о происхождении и сущности жизни.

### Задачи освоения дисциплины:

- изучение основных классов биологически активных соединений (ферменты, нуклеозиды, нуклеиновые кислоты, аминокислоты, пептиды, белки, сахара, жирные кислоты, липиды и др.);
- изучение механизмов реакций, обеспечивающих метаболизм живых организмов


## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к дисциплинам вариативной части блока Б1 учебного плана, базируется на знаниях и умениях, выработанных при прохождении предшествующих курсов (неорганическая химия, органическая химия и др.).

Данная дисциплина изучается на 4 курсе в 7 и 8 семестрах.

## 3 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОПОП

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ПК-1: способен выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам	<p><u>Знать:</u> структуру и функции клеток различных видов живых организмов; строение, свойства и функции важнейших биологически важных соединений, составляющих основу живой материи; основы нуклеиновых кислот и белков.</p> <p><u>Уметь:</u> описать метаболические превращения отдельных представителей важнейших классов природных соединений; самостоятельно ставить задачу по химической биологии и выбирать оптимальные пути и методы ее решения; вести научную дискуссию</p> <p><u>Владеть:</u> основами теории фундаментальных разделов химии (неорганической, аналитической, органической, физической, химии высокомолекулярных соединений, химии биологических объектов, химической технологии); методами отбора материала для теоретических занятий и выполнения практических работ</p>

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

## ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего) 7 ЗЕТ


### 4.2. По видам учебной работы (в часах): 252

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения - очная)		
	всего по плану	в т. ч. по семестрам	
		7	8
1	2	3	4
Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП	174	90	84
Аудиторные занятия:	174	90	84
лекции	64	36	28
семинары и практические занятия	46	18	28
лабораторные работы, практикумы	64	36	28
Самостоятельная работа	42	18	24
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контрольная работа, коллоквиум, реферат и др. (не менее 2 видов)	тестирование, контрольные работы	тестирование, контрольные работы	тестирование, контрольные работы
Курсовая работа	0	0	0
Виды промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	Зачет, экзамен /36	зачет	экзамен /36
Всего часов по дисциплине	252	108	108

### 4.3 Содержание дисциплины (модуля). Распределение часов по темам и видам учебной работы:

Форма обучения: очная

Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий					Форма текущего контроля знаний
		Аудиторные занятия			Занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа	
		Лекции	Практические занятия, семинары	Лабораторные работы, практикумы			
Тема 1. Предмет, задачи и история развития биохимии	6	2	2	0	2	2	Тест, контрольная работа №1
Тема 2. Углеводы	12	4	2	4	4	2	Тест
Тема 3. Липиды	14	4	2	4	4	4	Тест
Тема 4. Белки (1 часть)	14	4	4	4	4	2	Тест
Тема 5. Белки (2 часть)	16	4	2	6	4	4	Тест
Тема 6. Ферменты (1 часть)	18	4	4	6	4	4	Тест
Тема 7. Ферменты	14	4	2	4	4	4	Тест,

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

(2 часть). Витамины							контрольная работа № 2
Тема 8. Энергетические процессы в живом организме	12	4	2	0	4	2	Тест, контрольная работа № 3
Тема 9. Промежуточный обмен	12	4	2	4	4	2	Тест
Тема 10. Метаболизм углеводов (1 часть)	14	4	2	4	4	4	Тест
Тема 11. Метаболизм углеводов (2 часть)	14	4	4	4	4	2	Тест
Тема 12. Метаболизм липидов	14	4	4	6	4	2	Тест
Тема 13. Метаболизм белков	14	4	4	6	4	2	Тест, контрольная работа № 4
Тема 14. Строение и функции клеточной мембраны	12	4	2	0	4	2	Тест
Тема 15. Нуклеиновые кислоты	14	4	4	6	4	2	Тест
Тема 16. Интеграция клеточного обмена	16	6	4	4	6	2	Тест
экзамен	36					36	
ИТОГО	252	64	46	62	64	42	

## 5 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### Тема 1. Предмет, задачи и история развития биохимии

Предмет и задачи биологической химии. Обмен веществ и энергии, иерархическая и структурная организация и самовоспроизведение как важнейшие признаки живой материи. Место биохимии среди других дисциплин; уровни организации живого. Биохимия как молекулярный уровень изучения явлений жизни. История, основные достижения и направления развития биохимии.


### Тема 2. Углеводы

Общие представления об углеводах. Аномалии линейной структуры. Химические свойства углеводов. Ди- и полисахариды. Основные углеводы животных, их содержание в тканях, биологическая роль. Основные углеводы пищи. Моносахариды, олигосахариды. Важнейшие представители моносахаридов и олигосахаридов животного организма. Химическое строение, биологическая роль.

Полисахариды. Гликоген, его строение и свойства, распространение и роль в организме.

### Тема 3. Липиды

Общая характеристика липидов. Жирные кислоты. Неполлярные и полярные липиды. Фосфолипиды. Сфинголипиды. Стероиды.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

#### **Тема 4. Белки (часть 1)**

Строение и номенклатура природных аминокислот Основные аминокислоты, их физико-химические свойства и классификация.  $\alpha$ -Аминокислоты. Общие структурные свойства.

Стереоизомерия Пептиды. Природа пептидной связи Белки. Ионные свойства аминокислот. Изоэлектрическая точка. Способы разделения аминокислот на основе их ионных свойств (ионообменная хроматография и электрофорез). Реакции аминокислот *in vivo* (дезаминирование, декарбоксилирование, образование пептидной связи).

#### **Тема 5. Белки (часть 2)**

Классификация белков по функциям Молекулярная масса, размер и форма белковых молекул. 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. Денатурация белков. Белки соединительной и мышечной ткани.

#### **Тема 6 Ферменты (часть 1)**

Особенности ферментативного катализа и его отличие от неферментативного катализа. Структурно-функциональная организация ферментов. Специфичность действия ферментов. Классификация и номенклатура ферментов. Кинетика ферментативных реакций. Зависимость ферментативных реакций от температуры, pH, концентраций фермента и субстрата. Единицы измерения активности и количества ферментов.

#### **Тема 7 Ферменты (часть 2)**

Кофакторы ферментов: ионы металлов и коферменты. Ингибиторы ферментов: обратимые и необратимые; конкурентные и неконкурентные. Регуляция действия ферментов: аллостерические модуляторы (ингибиторы и активаторы).

Витамины. Структура и функции водорастворимых витаминов. Понятие о строении и функциях жирорастворимых витаминов. Гипо- и гипervитаминозы.

#### **Тема 8. Энергетические процессы в живом организме**

Классификация клеток по поступлению энергии. Строение и характеристика макроэргических соединений на примере АТФ.

Субстратное фосфорилирование. Теории биологического окисления. Окислительное фосфорилирование. Хемосмотическая теория П. Митчелла.


Дыхательная цепь. Разобщение дыхания и фосфорилирования. Дыхательный контроль.

#### **Тема 9. Промежуточный обмен**

Окислительное декарбоксилирование пирувата: последовательность реакций, строение пируватдегидрогеназного комплекса. Медицинское значение процесса (ингибиторы пируватдегидрогеназного комплекса - соли тяжелых металлов, алкоголь и др.) Регуляция процесса. Цикл лимонной кислоты: последовательность реакций, характеристика и локализация ферментов. Связь между общим путем катаболизма и цепью переноса электронов и протонов. Аллостерические механизмы регуляции цитратного цикла.

#### **Тема 10. Метаболизм углеводов (часть 1)**

Основные углеводы пищи. Переваривание углеводов. Глюкоза как важнейший метаболит углеводного обмена: общая схема источников и путей расходования глюкозы в организме. Катаболизм глюкозы. Распад в аэробных условиях - основной путь катаболизма глюкозы у человека. Последовательность реакций до образования пирувата (гликолиз) как

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

специфический для глюкозы путь катаболизма. Регуляция процесса, лимитирующие реакции. Челночные механизмы. Распространение и физиологическое значение распада глюкозы. Распад глюкозы в анаэробных условиях. Анаэробное расщепление углеводов в организме, его биологическое значение. Энергетический эффект.

### **Тема 11. Метаболизм углеводов (часть 2)**

Синтез гликогена и его регуляция.

Гликолиз. Регуляция. Энергетический эффект анаэробного распада углеводов.

Глюконеогенез. Энергетический эффект процесса. Регуляция.

Окислительное декарбоксилирование пировиноградной кислоты. Ферменты и коферменты, участвующие в этом процессе.

Пентозофосфатный путь окисления глюкозы в тканях и его биологическая роль.

Микросомальное окисление.

Механизмы регуляции содержания глюкозы в крови. Явления гипо- и гипергликемии.

Синтез и распад гликогена в печени. Гликогенолиз в мышцах. Регуляция этих процессов.

Регуляция и нарушения углеводного обмена.

Возможные пути превращения глюкозо-6-фосфата в печени.

Биосинтез глюкозы (глюконеогенез) из молочной кислоты и пирувата. Связь углеводного, липидного и белкового обмена.

Биосинтез гликогена. Распад гликогена.

### **Тема 12. Метаболизм липидов**

Обмен жирных кислот.  $\beta$  - Окисление жирных кислот. Энергетика процесса. Синтез кетонных тел. Биосинтез жирных кислот из ацетил-КоА и использование ацетоуксусной кислоты. Физиологическое значение этого процесса. Обмен жиров. Пищевые жиры и их переваривание. Всасывание продуктов переваривания. Транспортные липопротеины, их специфичность и взаимопревращения. Резервирование и мобилизация жиров в жировой ткани: регуляция синтеза и мобилизации жиров. Роль инсулина, глюкагона и адреналина. Транспорт жирных кислот альбуминами крови. Физиологическая роль резервирования и мобилизации жиров в жировой ткани. Нарушение этих процессов при ожирении.

### **Тема 13. Метаболизм белков**

Переваривание белков. Протеиназы - пепсин, трипсин, химотрипсин; проферменты протеиназ и механизмы их превращения в ферменты; субстратная специфичность протеиназ. Экзопептидазы: карбоксипептидаза, аминопептидазы, дипептидазы. Всасывание аминокислот. Аминокислоты, участвующие в трансаминировании; особая роль глутаминовой кислоты. Биологическое значение реакций трансаминирования. Окислительное дезаминирование аминокислот; глутатдегидрогеназа. Непрямое дезаминирование аминокислот. Декарбоксилирование аминокислот, модификация боковой цепи. Конечные продукты азотистого обмена: соли аммония и мочевины. Основные источники аммиака в организме. Роль глутамин в обезвреживании и транспорте аммиака. Биосинтез мочевины и его регуляция. Биогенные амины.

### **Тема 14. Строение и функции клеточной мембраны**

Жидкостно-мозаичная модель мембраны. Липидный состав мембран и строение липидного бислоя. Белки мембран. Гликолипиды и гликопротеины мембран. Общие свойства мембран: текучесть, поперечная асимметрия, избирательная проницаемость. Механизмы переноса веществ через мембраны. Пассивный транспорт (простая и облегченная диффузия). Транспортные белковые системы пассивного транспорта. Первично активный транспорт, транспортные АТФазы, вторично активный транспорт углеводов и аминокислот. Симпорт, антипорт и унипорт. Разнообразие мембранных структур и функций мем-



Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

бран. Образование, строение, функции лизосом. Аутолиз тканей. Роль повреждения лизосом при воспалении и других патологических процессах. Мембранные белки- рецепторы; трансмембранная передача сигналов в клетку.

### **Тема 15. Нуклеиновые кислоты**

История открытия и изучения нуклеиновых кислот. Нуклеотиды: строение и номенклатура. Первичная структура нуклеиновых кислот. Комплементарные и некомплементарные полинуклеотидные цепи. Вторичная структура РНК. Двойная спираль ДНК. Денатурация и ренатурация (ренативация) ДНК. Гибридизация ДНК – ДНК и ДНК – РНК; видовые различия первичной структуры нуклеиновых кислот. Рибосомы и рибосомные РНК. Полирибосомы и матричные РНК. Строение хроматина. Транспортные РНК.

### **Тема 16. Интеграция клеточного обмена**

Взаимосвязь обмена углеводов, липидов и белков: наличие общих промежуточных продуктов, общих путей превращений ключевых метаболитов, взаимопревращения различных классов соединений. Центральная роль ацетилкофермента А в превращениях углеводов, липидов, белков.

Связь превращений углеводов, липидов, белков с обменом воды, минеральных соединений, витаминов.

Скорость химических реакций как основной регулируемый фактор. Важнейшие регуляторные системы организма: система клеточной авторегуляции, эндокринная система, нервная система, система дифференцировки клеток.

Пути осуществления регулирующих воздействий на уровне клетки. Регуляция по закону действующих масс. Регуляция скорости реакций за счет изменения доступности субстратов и кофакторов. Участие клеточных мембран и внутриклеточных структур в регуляции обмена веществ. Регуляция ферментативной активности. Понятие о регуляторных ферментах. Регуляция количества ферментов в клетке: индукция и репрессия синтеза ферментов.

## **6 ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ**

### **Тема 1 Предмет, задачи и история развития биохимии**

#### **Практическое занятие 1**

#### **Введение в биохимию. Химический состав клетки**

#### **Структура занятия**


1. Входной тест.
2. Введение в биологическую химию. Количественное определение белка в растворе.
3. Итоговый тест.

#### **Цели занятия:**

- изучить задачи биологической химии, ее взаимосвязь с другими дисциплинами, а также основные методы исследования в биохимии;
- охарактеризовать этапы становления биологической химии как науки и её прикладное значение;
- подробно ознакомить с основными методами выделения и очистки белков.

#### **Вопросы для самоподготовки**

1. Что такое биохимия, цели и задачи, стоящие перед ней.
2. Место биохимии среди других наук. Значение биохимии в практической деятельности химика-исследователя.
3. Методы исследований, применяемые в биохимии.
4. Понятие о высаливании, высаливающие факторы, механизм, обратимость.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

### Практическая работа

Опыт №1 Количественное определение общего белка сыворотки крови рефрактометрическим методом

**Принцип метода.** В основе рефрактометрии лежит неодинаковая способность различных сред преломлять проходящие через них лучи света. Отношение синуса угла падения к синусу угла преломления называется показателем (коэффициентом) преломления:

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$$

Степень рефракции раствора обусловлена количеством, размерами и физическим состоянием растворённых в нём частиц, а также температурой окружающей среды. В сыворотке крови величина рефракции зависит в первую очередь от количества и качества белков; солям и другим составным частям принадлежит меньшая роль. Для определения показателя преломления служат особые приборы – рефрактометры.

#### **Оборудование и исследуемый материал:**

1. Рефрактометр 2. Фильтровальная бумага 3. Сыворотка и вода

**Расчёт.** Определив показатель преломления по таблице, вычисляют процент содержания белка в испытуемой пробе (г/100 мл). Коэффициент пересчета в единицы СИ (г/л) равен 10.

**Примечания.** Чувствительность метода невелика (0,5-1%).

Таблица. **Вычисление процентного содержания белка по показателю преломления**

Показатель преломления	Белок в сыворотке крови, г/100	Показатель преломления	Белок в сыворотке крови, г/100
1,33705	0,63	1,34575	3,68
1,33743	0,86	1,34612	5,90
1,33781	1,08	1,34650	6,12
1,33820	1,30	1,34687	6,34
1,33858	1,52	1,34724	6,55
1,33896	1,74	1,34761	6,77
1,33934	1,96	1,34798	6,98
1,33972	2,18	1,34836	7,20
1,34000	2,40	1,34873	7,42



Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

1,34048	2,62	1,34910	7,63
1,34086	2,84	1,34947	7,85
1,34124	3,06	1,34984	8,06
1,34162	3,28	1,35021	8,28
1,34199	3,50	1,35058	8,49
1,34237	3,72	1,35095	8,71
1,34275	3,94	1,35132	8,92
1,34313	4,16	1,35169	9,14
1,34350	4,38	1,35205	9,35
1,34388	4,60	1,35242	9,57
1,34426	4,81	1,35279	9,78
1,34463	5,03	1,35316	9,99
1,34500	5,25	1,35352	10,20
1,34537	5,47	1,35388	10,41

Норма (сыворотка) - 65-85 г/л.

## Тема 2. Углеводы

### Практическое занятие № 2

#### Липиды: классификация, строение и функции.

#### Структура занятия


1. Входной тест.
2. Углеводы.
3. Итоговый тест.

#### Цели занятия:

- изучить классификацию углеводов;
- исследовать химические свойства углеводов и объяснить причины, обуславливающие эти свойства

#### Вопросы и задачи для самоподготовки

- 1.Какие органические вещества относятся к классу углеводов? Откуда возникло это название?
2. На какие группы делятся углеводы?
3. Какие химические реакции подтверждают тот факт, что глюкоза – вещество с двойственной химической функцией?
4. Какая реакция, характерная для альдегидов, не свойственна глюкозе?
5. Приведите уравнение реакции, с помощью которой можно различить глюкозу и сахарозу.
6. Какие виды брожения дает глюкоза? Напишите уравнения реакций всех известных вам видов брожения глюкозы.
7. Приведите пример реакций этерификации с участием целлюлозы (не менее двух).
8. Приведите структурную формулу мальтозы.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

9. Приведите структурную формулу фрагмента молекулы целлюлозы и уравнение реакции гидролиза целлюлозы. Укажите условия.
10. Массовая доля крахмала в картофеле составляет 20 %. Какую массу глюкозы можно получить из 1620 кг картофеля, если выход продукта составляет 75 % от теоретического?
11. При гидролизе сахарозы получилось 270 г смеси глюкозы и фруктозы. Какая масса сахарозы подверглась гидролизу?
12. С помощью каких реакций можно доказать наличие в молекуле глюкозы: а) альдегидной группы; б) пяти гидроксильных групп?
13. На основе электронных представлений о химических связях поясните процесс образования циклических форм глюкозы (пиранозных и фуранозных) из альдегидной.
14. С помощью каких реакций можно осуществить следующие превращения: сахароза → глюкоза → глюконовая кислота → глюкаровая (сахарная) кислота?
15. Получите из глюкозы 4 разные калиевые соли, в состав которых входит углерод.
16. Какие из перечисленных ниже веществ могут попарно вступать в реакции: сахароза, муравьиная кислота, воды, гидроксид меди (II)? Напишите уравнения реакций и укажите условия их протекания.
17. Вычислите массу 10 % раствора глюкозы, подвергнувшегося брожению, если известно, что при этом выделилось столько же газа, сколько его образуется при полном сгорании 35 мл этанола (плотность 0,8 г/мл).
18. Как распознать с помощью одного реактива глицерин, уксусный альдегид, уксусную кислоту, глюкозу? Напишите уравнения реакций.
19. Имея в своем распоряжении из органических веществ только глюкозу, получите два сложных эфира, в состав молекул которых входят по 5 атомов углерода.

### **Тема 3. Липиды**

#### **Практическое занятие № 3**

#### **Липиды**

#### **Структура занятия**


- 1 Входной тест.
2. Физико-химические свойства липидов.
- 3.Итоговый тест.

#### **Цели занятия:**

- изучить классификацию липидов;
- изучить физико-химические свойства липидов.

#### **Вопросы для самоподготовки**

1. Какие соединения относятся к липидам? Что положено в основу классификации липидов?
2. В чем отличие простых липидов от сложных? Какова их классификация? Какие соединения называются жирами? Чем отличаются растительные жиры от животных? Напишите структурные формулы трипальмитина и триолеина.
3. Дайте краткую характеристику высшим жирным кислотам (предельным и непредельным), которые чаще всего входят в состав жиров.
4. Дайте характеристику основным физико-химическим свойствам жиров.
5. Какова сущность процесса эмульгирования жиров, его физиологическое значение?
6. В чем заключается процесс омыления? Какие вещества называются мылами?
7. Напишите уравнения реакций гидролиза тристеарина в присутствии гидроксида калия и качественных реакций на продукты гидролиза.
8. Что такое йодное число и для чего его применяют? Напишите уравнение реакции присоединения йода к линолевой кислоте.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

9. Напишите структурные формулы следующих соединений а) моностеарин, б) пальмитодиолеин, в) олеопальмитостеарин, г) геометрические изомеры олеиновой кислоты.
10. Осуществите нижеперечисленные превращения с использованием структурных формул всех компонентов с указанием ферментов и продуктов реакции: а) тристеарин  $\xrightarrow{\text{липаза}}$
- б) глицерин  $\rightarrow$   $\alpha$ -фосфатглицерин  $\rightarrow$  диоксфосфатацетон  $\rightarrow$  фосфатглицераль;
- в) пальмитиновая кислота  $\rightarrow$  пальмитил-КоА  $\rightarrow$  дипальмитилфосфатидная кислота  $\rightarrow$  дипальмитин  $\rightarrow$  трипальмитин.
11. В чем отличие простых липидов от сложных?
12. Какова классификация сложных липидов?
13. Какова структура фосфолипидов и их роль в строении и проницаемости клеточных мембран?
14. Напишите структурные формулы серинфосфатида, холинфосфатида, коламинфосфатида. Обозначьте лиофобную и лиофильную части молекулы.

#### Тема 4 Белки (часть 1)

#### Практическое занятие № 4

##### Структура занятия


- 1 Входной тест.
2. Аминокислотный состав белков (2 часа)
3. Физико-химические свойства белков (2 часа)
4. Итоговый тест.

##### Цели занятия:

- изучить классификации аминокислот;
- изучить физико-химические свойства аминокислот
- изучить физико-химические свойства белков (коллоидные, изоэлектрическая точка, оптическая активность, подвижность в электрическом поле)

##### Вопросы для самоподготовки


1. Какова химическая природа белка? Назовите структурные единицы белковой молекулы.
2. Напишите структурные формулы протеиногенных аминокислот, имеющих в радикале: а) гетероциклическое кольцо, б) серу, в) гидроксогруппы, г) амидные группы.
3. Напишите структурные формулы незаменимых аминокислот. Почему они называются незаменимыми?
4. Почему аминокислоты обладают амфотерными свойствами? Приведите уравнения реакций на примере аланина.
5. Чем объяснить основные свойства лизина и кислые аспарагиновой кислоты?
6. В какой области значений рН и почему находится изоэлектрическая точка: а) кислой, б) основной, в) нейтральной аминокислот?
7. Каким образом связаны в молекуле белка аминокислоты? Напишите формулы ди-, три- и тетрапептидов из следующих аминокислот: а) лизина и глутамина,

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

- б) глицина, глутаминовой кислоты, аланина, в) серина, цистеина, пролина, треонина.
8. Напишите формулы пептидов и осуществите их гидролиз: а) ала–три– гли– арг, б) лиз–вал–иле, в) мет–тир–фен–асп–гли.
  9. На чем основаны цветные реакции на белки и каково их практическое значение?
  10. Чем объяснить розово-фиолетовое окрашивание щелочного раствора белка в присутствии катионов меди? Напишите уравнение биуретовой реакции с пептидом ала–иле–гли–вал–фен.
  11. Какие аминокислоты в белке обуславливают ксантопротеиновую реакцию? Напишите уравнение ксантопротеиновой реакции с одной из них.
  12. На чем основана реакция обнаружения серосодержащих аминокислот в белковой молекуле? Приведите уравнение реакции
  13. Какие факторы влияют на растворимость белков и их стабильность в растворе? Почему при нагревании в слабокислой или слабощелочной среде белок легко выпадает в осадок?
  14. На каких свойствах белка основаны реакции осаждения и каково их практическое применение?
  15. При добавлении к водному раствору белков нейтральных солей в высоких концентрациях белок выпадает в осадок. Как называется это явление? Почему добавление солей в высоких концентрациях приводит к понижению растворимости белка?
  16. Дайте определение изоэлектрической точке белка и изоэлектрическому состоянию его.
  17. Какие аминокислоты преобладают в составе белка, если ИЭТ лежит в пределах: а) рН 3, б) рН 10? Приведите примеры белков кислого и основного характера.
  18. В какой среде (кислая, щелочная, нейтральная) находится ИЭТ следующих пептидов: а) глу–сер–фен–три–асп–цис–про–вал, б) мет– гис–тир–тре– арг–лиз–ала, в) иле–про–лей–мет–вал–фен–мет–тир. Пепсин желудочного сока имеет изоэлектрическую точку около рН 1. Какие функциональные группы должны присутствовать в пепсине в относительно больших количествах?
  19. Какие аминокислоты должны присутствовать в гистонах, если изоэлектрическая точка их около рН 10,8?
  20. Какие свойства характерны для нативных белков?
  21. Что такое денатурация белков и какими факторами можно ее вызвать? Какие свойства характерны для денатурированных белков?
  22. Почему глобулярные белки, в которых содержится много остатков цистина, денатурируют при более высоких температурах и длительном нагревании. Приведите примеры таких белков.
  23. Что такое ренатурация? В каких условиях проводят ренатурацию?
  24. Какой процесс носит название адсорбционной пептизации?
  25. На чем основан метод диализа? С какой целью применяют диализ в белковой химии?

**Тема 5 Белки (часть 2)**  
**Практическое занятие № 5**

**Структура занятия**

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

1 Входной тест.

2. Классификация белков.

3.Итоговый тест.

**Цели занятия:**

- изучить классификации белков;
- понять соотношение структуры и функции белковых молекул;
- изучить возможные взаимодействия белков с другими классами веществ: углеводами, нуклеиновыми кислотами, липидами и др.

**Вопросы для самоподготовки**

1. Что положено в основу классификации белков?
2. Можно ли считать существующие виды классификации белков научно обоснованными?
3. Какова классификация белков по химическому составу? По каким признакам классифицируют простые белки? Приведите примеры.
4. В чем отличие сложных белков от простых? Дайте краткую характеристику классам сложных белков.
5. Какие белки относятся к гликопротеинам? Какие вещества являются их простетической группой? Приведите примеры, напишите их структурные формулы.
6. Каким образом осуществляется взаимодействие белковой части и простетической группы в гликопротеинах?
7. Какова биологическая роль фосфопротеинов? Какую роль играют процессы фосфорилирования и дефосфорилирования в обмене веществ?
8. Почему гемоглобин, цитохромы, флавопротеины относят к классу хромопротеинов? Каковы особенности их строения? Приведите структурную формулу простетической группы гемоглобина. Каким образом она соединяется с белковой частью? Чем объясняется видовая специфичность гемоглобина?
9. Каковы биологические функции хромопротеинов?
10. Какими методами изучают химический состав сложных белков?
11. Какими качественными реакциями можно обнаружить продукты гидролиза: а) казеиногена, б) гемоглобина?
12. Какие два класса белков выделяют, основываясь на форме белковой молекулы?
13. Каковы особенности строения фибриллярных белков? Приведите примеры строения коллагена, кератинов. Каковы основные функции фибриллярных белков?
14. Дайте краткую характеристику классам глобулярных белков в соответствии с особенностями строения их вторичной и третичной структуры.
15. Какова функциональная классификация белков? (Перечислите классы.) Каково значение классификации белков по функциям?
16. Дайте краткую характеристику представителям некоторых классов (строительные, сократительные, дыхательные, защитные).

**Тема 6. Ферменты (1 часть)**

**Практическое занятие № 6**

**Ферменты: номенклатура и классификация, строение, механизм действия**


**Структура занятия**

1 Входной тест.

2.Ферменты: номенклатура и классификация, строение, механизм действия.

3.Итоговый тест.

**Цели занятия:**

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

- изучить классификацию ферментов;
- изучить основные теории описывающие строение ферментов и механизм их действия.

### Вопросы для самоподготовки

1. Дайте определение ферментам. Каковы отличия ферментов от небиологических катализаторов?
2. Что следует понимать под терминами апофермент, простетическая группа, кофермент, холофермент? Приведите примеры однокомпонентных и двух-компонентных ферментов.
3. Дайте понятие об активном центре фермента. Какие вещества, атомы формируют активный центр двухкомпонентных ферментов? Напишите структурные формулы некоторых из них. Радикалы каких аминокислот формируют активный центр однокомпонентных ферментов?
4. Что следует понимать под механизмом действия ферментов? Рассмотрите механизм действия ацетилхолинэстеразы, амилазы, химотрипсина, лактатдегидрогеназы.
5. Перечислите факторы, влияющие на скорость ферментативной реакции.
6. Дайте определения понятиям: оптимум температуры, оптимум рН, активаторы, ингибиторы.
7. Что понимают под специфичностью действия ферментов? Приведите примеры.
8. По каким признакам можно судить о действии фермента?
9. На чем основаны методы количественного определения активности ферментов?
10. Что принимают за единицу активности фермента?
11. На чем основаны принципы классификации ферментов? На основании каких критериев делят классы ферментов на подклассы?
12. Какие принципы положены в основу номенклатуры ферментов? Каков смысл четырех чисел, составляющих классификационный номер (шифр) каждого фермента?
13. Какие процессы катализируют в организме ферменты класса оксидоредуктаз? Приведите примеры. Напишите уравнения реакций.
14. Как называются ферменты, катализирующие реакцию дегидрирования? Какова химическая природа этих ферментов? Назовите их коферменты и напишите их структурные формулы.
15. Какова классификация и биологическая роль цитохромов? В какой последовательности располагаются цитохромы в митохондриальной цепи?
16. Какие подклассы входят в состав класса трансфераз? Перечислите важнейшие коферменты трансфераз и напишите уравнения реакций, катализируемых этими ферментами.
17. Каков механизм реакции переаминирования с участием пиридоксальфосфата в качестве кофермента?
18. Какие ферменты относятся к классу: а) гидролаз, б) лиаз, в) изомераз, г) синтетаз? На основании каких критериев делят на подклассы каждый из указанных выше классов ферментов? Приведите примеры, напишите уравнения реакции.
19. Какова классификация протеолитических ферментов в соответствии с механизмом их каталитического действия и строением активного центра?
20. Какова специфичность действия на пептидные связи пепсина, трипсина, химотрипсина?

### Тема 7. Ферменты (2 часть). Витамины Практическое занятие № 7



Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

## Витамины

### Структура занятия

1. Входной тест.
2. Витамины.
3. Итоговый тест.

### Цели занятия:

- изучить химическое строение витаминов;
- изучить классификацию и номенклатуру витаминов;
- изучить механизмы токсического действия некоторых токсикантов.

### Вопросы для самоподготовки

1. Какова биологическая роль витаминов?
2. На чем основана классификация витаминов?
3. На каких принципах основана номенклатура витаминов? Приведите примеры. В каком году принята Международная номенклатура витаминов? Какая связь существует между витаминами и ферментами?
4. Что такое гипо-, гипер-, авитаминозы?
5. Почему недостаток в пище водорастворимых витаминов быстрее приводит к развитию гиповитаминоза, чем недостаток жирорастворимых?
6. Почему употребление жирорастворимых витаминов приводит к развитию гипervитаминоза, а повышенное употребление водорастворимых витаминов нет?
7. Какой витамин содержит в качестве структурных элементов изопреновые фрагменты? Напишите его структурную формулу.
8. Отсутствие какого витамина в организме человека вызывает заболевание роговицы глаза — ксерофтальмию?
9. Приведите схему обмена витамина А при участии его в акте зрения и объясните причину перехода транс-формы ретиналя в цис-форму.
10. Какие витамины являются производными стеролов? Напишите его структурную формулу.
11. Какие нарушения в обмене веществ характерны для рахита? Какой витамин обладает антирахитическими свойствами?
12. Для каких витаминов характерно явление витаминерии? В чем оно проявляется? Дайте характеристику отдельным представителям.
13. Какой витамин является  $\alpha, \gamma$ -дигидрокси- $\beta, \beta$ -диметилбутирил- $\beta$ -аланином? Напишите его структурную формулу.
14. Какой витамин является составной частью кофермента А? Напишите структурную формулу HS—КоА. Каков механизм его действия?
15. Какой витамин является производным диметилгидрокси метилбензохинона? Напишите его структурную формулу.
16. Какой витамин оказывает влияние на проницаемость капилляров? Каков механизм процессов свертывания крови и роль этого витамина в нем?
17. Какой из витаминов является бисульфитным соединением метилнафтохинона? Кто и когда впервые его синтезировал?
18. Какой витамин является производным  $\beta$ -пиридинкарбоновой кислоты? Напишите его структурную формулу.
19. Коферментом пируватдегидрогеназы является производное одного из витаминов. Какого? Назовите кофермент и напишите его структурную формулу.
20. Какова химическая природа пиридоксина? Напишите структурные формулы всех витаминов В<sub>6</sub>.



Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

21. Какой витамин входит в состав кофермента, участвующего в реакциях трансминирования? Выразите схемой механизм реакции переаминирования аспартата и пирувата с участием кофермента трансаминаз.
22. Какова химическая природа аскорбиновой кислоты?
23. Для какого витамина характерна реакция с 2,6-дихлорфенолиндифенолом? Приведите уравнение реакции.
24. Производное какого витамина участвует в реакции декарбоксилирования кетокислот? Приведите схему уравнения реакции декарбоксилирования пирувата с участием тиаминпирофосфата
25. Напишите уравнение реакции окисления витамина В<sub>1</sub> в тиохомгексациано-III-ферратом калия в щелочной среде.
26. Какие коферменты входят в состав витамина В<sub>2</sub>. Напишите их структурные формулы. Приведите схему дегидрогеназной реакции с участием этих коферментов.
27. Напишите уравнение реакции окисления β-токоферола до β-токохинона.
28. С помощью какой реакции можно открыть рибофлавин? Приведите уравнение этой реакции.
29. Какие принципы лежат в основе количественного определения витаминов в биологических материалах?

## **Тема 8. Энергетические процессы в живом организме**

### **Практическое занятие № 8**

#### **Общая характеристика метаболизма**

#### **Структура занятия**

- 1 Входной тест.
- 2.Субстратное фосфорилирование. Теории биологического окисления. Окислительное фосфорилирование. Хемосмотическая теория П. Митчелла.
- 3.Итоговый тест.

#### **Цели занятия:**

- изучить основные теории биологического окисления
- - определить основополагающую разницу между субстратным и окислительным фосфорилированием.

#### **Вопросы для самоподготовки**

1. Что такое метаболизм? Что такое анаболизм?
2. Какие этапы включает энергетический обмен?
3. Какие основные макроэргические соединения существуют в организме человека?
4. Сколько молекул АТФ образуется при аэробном окислении одной молекулы глюкозы?
5. Какие процессы происходят в дыхательной цепи (цепи переноса электронов)?
6. Что такое цикл Кребса? В чем заключается его биологическое значение?
7. Какие существуют способы регуляции метаболизма?


## **Тема 9. Промежуточный обмен**

### **Практическое занятие № 9**

#### **Цикл трикарбоновых кислот**

#### **Структура занятия**

- 1 Входной тест.
- 2.Окислительное декарбоксилирование пирувата. Цикл лимонной кислоты.
- 3.Итоговый тест.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

### **Цели занятия:**

- изучить химизм окислительного декарбоксилирования пирувата, последовательность реакций цитратного цикла (цикла Кребса);
- уметь объяснять роль липоевой кислоты и витаминов тиамина, рибофлавина, никотиновой кислоты пантотеновой кислоты в реакциях катаболизма

### **Вопросы для самоподготовки**

1. Макроэргические соединения. АТФ как универсальный источник энергии в живых системах
2. Этапы унифицирования энергии пищевых веществ и образования субстратов биологического окисления.
3. Общий путь катаболизма, процессы, составляющие ОПК.
4. Важнейшие коферменты ОПК: КоА, НАД, ФАД, ТДФ, липоевая кислота; строение, типы катализируемых реакций, витамины - предшественники
5. Пируватдегидрогеназный комплекс: состав, структура, выполняемые функции.
6. Окислительное декарбоксилирование пировиноградной кислоты, значение, роль витаминов.
7. Цикл Кребса, как общий (универсальный) этап утилизации белков, жиров и углеводов и образования субстратов тканевого дыхания реакции, энергетический баланс одного оборота.
8. Роль общего пути катаболизма в энергетическом обмене
9. Регуляция общего пути катаболизма
10. Понятие об энергетическом заряде клетки
11. Анаболические функции цитратного цикла и анаплеротические реакции. Роль биотина в реакциях карбоксилирования
12. Образование восстановительных эквивалентов для анаболических реакций

## **Тема 10. Метаболизм углеводов (часть 1)**

### **Практическое занятие № 10**

#### **Катаболизм глюкозы**

#### **Структура занятия**


1. Входной тест.
2. Катаболизм глюкозы.
3. Итоговый тест.

#### **Цели занятия:**

- изучить механизмы переваривания и всасывания пищевых углеводов;
- уметь объяснять механизм действия инсулина на транспорт глюкозы в клетки;
- изучить основные этапы и последовательность реакций аэробного и анаэробного катаболизма глюкозы;
- изучить Энергетический эффект аэробного и анаэробного катаболизма глюкозы, способы синтеза АТФ, механизмы регуляции процесса.

#### **Вопросы для самоподготовки**

1. Механизмы переваривания углеводов.
2. Характеристика и действие ферментов участвующих в полостном и пристеночном пищеварении.
3. Механизмы всасывания углеводов (диффузия, облегченный и активный транспорт).

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

4. Нарушение переваривания и всасывания углеводов – синдром мальабсорбции: понятие, биохимические причины, метаболические нарушения и последствия, механизмы развития ведущих типовых симптомов.
5. Транспорт углеводов из крови в клетки. Характеристика ГЛЮТ.
6. Механизм действия инсулина на транспорт углеводов из крови в клетки.
7. Пути поступления и превращения углеводов в тканях организма.
8. Ключевая роль глюкозо-6-фосфата, пути обмена. Значение ферментов гексокиназы и глюкокиназы.
9. Гликолиз - центральный путь катаболизма глюкозы и моносахаридов. Анаэробный и аэробный гликолиз: понятия.
10. Аэробный гликолиз: этапы, последовательность реакций, номенклатура ферментов, регуляция, интеграция с ОПК и тканевым дыханием, энергетический баланс.
11. Аэробный гликолиз как первый, этап окисления моносахаридов в аэробных условиях до образования пирувата.
12. Пируват: пути обмена, значение, реакции превращения в АцКоА и ЦУК
13. Выход АТФ при аэробном распаде глюкозы до CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O.
14. Механизмы челночного транспорта гликолитического водорода через мембрану митохондрий
15. Анаэробный гликолиз: особенности химизма, значение превращения пирувата в лактат
16. Лактат: пути обмена, лактатацидоз, энергетический баланс окисления глюкозы до молочной кислоты
17. Эффекта Пастера, значение.

## **Тема 11. Метаболизм углеводов (часть 2)**

### **Практическое занятие № 11**

#### **Гликогенолиз и глюконеогенез**

#### **Структура занятия**


1. Входной тест.
2. Гликогенолиз и глюконеогенез
3. Итоговый тест.

#### **Цели занятия:**

- Знать:
    - Основные этапы (схему и реакции) глюконеогенеза.
    - Пути включения в глюконеогенез лактата, аминокислот и глицерола в зависимости от физиологического состояния организма.
    - Значение биотина для реакций карбоксилирования
    - Регуляцию гликолиза и глюконеогенеза в печени.
    - Этапы синтеза гликогена. Особенности мобилизации гликогена в печени и мышцах.
- Химизм: процессов гликолиза, «обходных реакций» глюконеогенеза  
Пути включения в обмен углеводов фруктозы и галактозы

#### **Вопросы для самоподготовки**

1. Глюконеогенез, тканевые особенности, схема, субстраты, биологическая роль, зависимость от биотина.
2. Синтез глюкозы из аминокислот и глицерина.
3. Глюконеогенез из лактата. Глюкозолактатный цикл Кори

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

4. Ключевые (необратимые) реакции гликолиза и глюконеогенеза, регуляция, значение.
5. Обмен гликогена, как резервного полисахарида.
6. Распад гликогена - гликогенолиз, его связь с гликолизом.
7. Особенности распада гликогена в печени и мышцах
8. Синтез гликогена.
9. Взаимоотношения между ферментами синтеза и распада гликогена, механизмы их регуляции.
10. Понятие о гликогенозах и агликогенозах.
11. Обмен фруктозы и галактозы

**Тема 12. Метаболизм липидов**  
**Практическое занятие № 12**  
**Обмен жирных кислот**

**Структура занятия**

1. Входной тест.
2. Обмен жирных кислот.
3. Итоговый тест.

**Цели занятия:**

Изучить:

- процессы переваривания и ассимиляции жиров, а также последствия их нарушений.
- строение и функции липопротеинов, диагностическое значение определения липопротеинов крови при некоторых патологиях липидного обмена.

**Вопросы для самоподготовки**

1. Важнейшие липиды животного и растительного происхождения, их классификация, структуры, свойства, биологическая роль
2. Состав, молекулярная организация физико-химические и биологические функции мембран.
3. Желчь: состав, функции, механизм участия в пищеварении.
4. Принципы нормирования суточной потребности липидов. Механизмы переваривания, всасывания липидов.
5. Стеаторея: причины, последствия.
6. Транспортные липопротеиды крови: состав, строение, классификация функции, диагностическое значение определения. Понятие о дислипидопроteinемиях.
7. Транспорт экзогенных и эндогенных липидов в организме. Роль липопротеинлипазы. Нарушения экзогенного транспорта липидов. Гиперхиломикронемия.


**Тема 13. Метаболизм белков**  
**Практическое занятие № 13**  
**Метаболизм белков**

**Структура занятия**

1. Входной тест.
2. Метаболизм белков.
3. Итоговый тест.

**Цели занятия:**

- изучить азотистый баланс, его виды, значение;
- знать о различных процессах, в ходе которых может образовываться аммиак, о

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

механизмах его обезвреживания, знать биосинтез и роль креатина, креатинфосфата в синтезе АТФ.

#### **Вопросы для самоподготовки**

1. Биологическая ценность белков. Незаменимые аминокислоты.
2. Нормы белка в питании у детей. Азотистый баланс, его виды, значение.
3. Переваривание белков и всасывание аминокислот в желудочно-кишечном тракте. Нарушение переваривания белков и всасывания аминокислот.
4. Гниение белков в кишечнике. Пути использования аминокислот в организме после всасывания.
5. Декарбоксилирование и трансаминирование, биологическое значение.
6. Дезаминирование окислительное и непрямое аминокислот.
7. Образование аммиака в организме и пути его обезвреживания.
8. Биосинтез мочевины как основной механизм предотвращения накопления аммиака.
9. Синтез креатина, креатин-фосфата, значение этого синтеза для организма.
10. Особенности обмена отдельных аминокислот (глицин, метионин, глутаминовая и аспарагиновая кислоты, триптофан, фенилаланин).
11. Нарушения в обмене отдельных аминокислот.
12. Патология азотистого обмена.

#### **Тема 14. Строение и функции клеточной мембраны**

##### **Практическое занятие № 14**

##### **Яды и отравления. Механизм действия токсикантов**

#### **Структура занятия**


1. Входной тест.
2. Строение и функции клеточной мембраны.
3. Итоговый тест.

#### **Цель занятия:**

- сформировать представления о зависимости функций мембран от их структуры, о роли мембранных липидов в синтезе биологически активных веществ и механизмами транспорта веществ через мембраны; познакомиться с некоторыми механизмами повреждения мембранных структур.

#### **Вопросы для самоподготовки**

1. Многообразие мембранных структур и выполняемых ими функций.
2. Строение липидов, входящих в состав клеточных мембран: формулы фосфолипидов, гликолипидов, холестерина. Амфипатические свойства липидов мембран.
3. Белки мембран (интегральные, периферические): особенности структуры, свойства, функции. Взаимодействия белков и липидов в биологических мембранах.
4. Асимметрия мембран (примеры). Способность белков и липидов мембран к латеральной диффузии. Ограниченная возможность поперечной диффузии в мембранах.
5. Транспорт веществ через мембраны: простая и облегчённая диффузия, активный транспорт, экзо- и эндоцитоз, их особенности.  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ -АТФ-аза, механизм действия, биологическая роль.
6. Арахидоновая кислота: пути метаболизма. Биологическая роль метаболитов арахидоновой кислоты (простагландинов, тромбоксанов, простациклинов, лейкотриенов).
7. Активные формы кислорода - образование и роль в организме. Пероксидное окис-

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

ление липидов (ПОЛ): факторы, способствующие активации ПОЛ, возможные механизмы повреждения биологических мембран

## Тема 15. Нуклеиновые кислоты

### Практическое занятие № 15

#### Нуклеиновые кислоты

#### Структура занятия

1 Входной тест.

2. Состав, строение и свойства нуклеиновых кислот. Обмен нуклеиновых кислот.

3. Итоговый тест.

#### Цели занятия:

- изучить состав, строение и свойства нуклеиновых кислот;

- изучить обмен нуклеиновых кислот.

#### Вопросы для самоподготовки

1. Какие вещества являются мономерами нуклеиновых кислот? При помощи каких химических связей они соединены в полинуклеотидные цепи?
2. Чем отличаются нуклеозиды от нуклеотидов? Напишите структурные формулы нижеперечисленных соединений, укажите, какие из них относятся к нуклеозидам, к нуклеотидам: дезоксицитидин, 5'-фосфатаденозин, тимидин, 3'-фосфатуридин.
3. Какие постоянные и минорные азотистые основания встречаются в ДНК? Напишите структурные формулы их в кетоформе.
4. В чем состоит принцип комплементарности в строении нуклеиновых кислот? В чем суть правил Чаргаффа?
5. Какие взаимодействия обеспечивают удержание взаимозакрученных дезоксирибонуклеотидных цепей в составе биспиральной молекулы ДНК? Какие волокнисто-кристаллические структуры ДНК выявлены в настоящее время?
6. Каковы основные параметры (шаг, число пар нуклеотидных остатков на виток, расстояние между нуклеотидными остатками по высоте, диаметр) двойной спирали ДНК, находящейся в В-форме?
7. Каковы различия в химическом составе молекул ДНК и РНК?
8. Каковы функции ДНК и РНК в клетке?
9. Какова классификация РНК? Дайте краткую характеристику наиболее важным РНК.
10. Напишите структурные формулы нижеперечисленных соединений: а) нуклеотидов: фУ, фдГ, дЦф, Аф, дайте им полные названия; б) фрагмента ДНК: фдЦфдТфдАфдГ, комплементарный ему фрагмент, покажите образование между ними водородных связей; в) фрагмент антикодоновой ветви тРНК вал из дрожжей: фУФифАфЦфАфЦ.
11. В-форма кристаллической ДНК устойчива в условиях 97 % относительной влажности. Если влажность изменить до 76 %, то происходит переход В-формы в А-форму. Вычислите, на какую величину (мкм) изменится длина фрагмента ДНК, молекулярная масса которого равна 1 млн Да, если из В-формы он перейдет в А-форму.
12. Каковы пути распада нуклеиновых кислот? Какие ферменты участвуют в деструкции РНК и ДНК? Дайте им краткую характеристику.
13. На какие фрагменты распадается олигорибонуклеотид (ф) АЦЦУГГГУУАА (ОН) под действием а) 5'-эндорибонуклеазы; б) экзонуклеазы?
14. Какие соединения образуются в результате действия на олигодезоксирибонуклеотид (ф) ЦТГААЦАТЦГА (ОН): а) ДНК-азы I, б) ДНК-азы II?
15. К какому классу относятся ферменты, участвующие в превращении: а) аденина в гипоксантин; б) гуанина в ксантин? Напишите уравнения реакций этих превращений.



Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

16. Какие соединения образуются при превращении мочевой кислоты в мочевины у большинства животных и растений? Напишите уравнения ре-акций, укажите ферменты.
17. Осуществите нижеперечисленные превращения с использованием структурных формул всех компонентов; назовите ферменты, участвующие в этих превращениях:  
б) тимин  $\rightarrow$  дигидротимин  $\rightarrow$  N-карбамил- $\beta$ -аминоизомасляная кислота  $\rightarrow$   $\beta$ -аминоизомасляная.
18. Каковы основные этапы биосинтеза пиримидиновых нуклеотидов и какие ферменты участвуют в этом процессе?
19. Какие соединения используются в качестве исходных при биосинтезе пуриновых оснований?
20. Каков механизм воспроизведения первичной структуры при биосинтезе нуклеиновых кислот?
21. Каковы основные этапы биосинтеза ДНК и к чему сводится роль белковых факторов при репликации? Каков механизм ДНК-полимеразной реакции?
22. Какие ферменты принимают участие в биосинтезе РНК? Дайте характеристику основным этапам транскрипции.
23. В чем состоит отличие пре-мРНК от мРНК? Какие процессы происходят при образовании зрелой мРНК?
24. Какой процесс называют обратной транскрипцией? Как называют фермент, ускоряющий обратную транскрипцию?

**Тема 16. Интеграция клеточного обмена**  
**Практическое занятие № 16**  
**Интеграция клеточного обмена**

**Структура занятия**

1. Входной тест.
2. Интеграция клеточного обмена.
3. Итоговый тест.

**Цели занятия:**

- ознакомление с современными представлениями о механизмах регуляции клеточного метаболизма;

- формирование представлений об интеграции основных метаболических путей, общих для большинства клеток и организмов;
- формирование представлений о роли ключевых интермедиатов обмена, позволяющих клетке координировать свои возможности с потребностями и быстро настраивать уровень обмена веществ в соответствии с меняющимися условиями.

**Вопросы для самоподготовки**

1. Классификация метаболических путей.
2. Какой фермент является лимитирующим в гликолизе, цикле лимонной кислоты, синтезе жирных кислот?
3. Как осуществляется регуляция метаболического пути по принципу прямой связи?
4. В чем заключается регуляция метаболического пути по принципу обратной связи?
5. Какие метаболические пути регулируются по принципу прямой и обратной связи?
6. Как классифицируются типы ретроингибирования?
7. Какие метаболиты могут выполнять роль ретроингибиторов?



Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

8. Какой фермент гликолитического пути регулируется по принципу прямой связи?
9. Каким образом ретроингибитор может изменять активность ключевого фермента метаболического пути?
10. Как меняется соотношение катаболических и анаболических процессов в зависимости от энергетического заряда клетки?
11. Какими процессами определяется количество ферментов в клетке?
12. Регуляция количества ферментов в клетке на транскрипционном уровне.
13. Регуляция количества ферментов в клетке на трансляционном уровне.
14. Посттранскрипционные и посттрансляционные механизмы регуляции количества ферментов в клетке.
15. Характеристика протеолитических ферментов, их классификация и номенклатура.
16. Классификация гормонов.
17. Какие гормоны имеют пептидо-белковую природу?
18. Продуктом метаболизма какой жирной кислоты являются простагландины?
19. Каковы основные варианты действия гормонов?
  5. Какими свойствами должен обладать рецептор?
20. В чем отличие строения внутриклеточных и мембранных рецепторов?
21. Какие соединения являются первичными мессенджерами? По каким критериям осуществляется их классификация?
22. Какие соединения называют вторичными мессенджерами?
23. Каков механизм действия гидрофильных гормонов?
24. Каков механизм действия гидрофобных гормонов?
25. Назовите основные компоненты сигнального пути.
26. К каким гормонам по химической природе относится инсулин? Как он синтезируется и секретируется? Основные биохимические эффекты.
27. Какова структура глюкагона? Основные эффекты гормона.
28. Какова структура адреналина? Основные эффекты гормона.
29. Какие метаболические процессы вовлечены в гомеостаз глюкозы?
30. Реципрокная регуляция глюконеогенеза и гликолиза.
31. Регуляция содержания глюкозы в крови в период покоя и во время физической нагрузки.
32. Основные сигнальные молекулы, управляющие циклом лимонной кислоты.
33. Основные сигнальные молекулы, управляющие гликолизом.

## 7 ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИКУМЫ

### Тема 2. Углеводы

#### Лабораторная работа №1.

#### Качественные реакции на углеводы


#### Обнаружение углеводов в экстрактах из растительных материалов

**Цель:** - познакомиться с основными наиболее распространенными цветными реакциями на углеводы;

- доказать, что с их помощью можно выявить содержание углеводов в экстрактах из растительных материалов.

#### **Задачи:**

- провести цветные реакции на углеводы;
- с помощью качественных реакций определить содержание углеводов в экстрактах из растительных материалов;
- сравнить результаты проведенных исследований и сделать выводы.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

**Материал исследования:** 1% растворы глюкозы, фруктозы, мальтозы, сахарозы и крахмала, морковь, яблоко, капуста и раствор меда.

**Реактивы:** 10% раствор NaOH, 5% раствор  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , 10% спиртовой раствор  $\alpha$ -нафтола,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (конц.), реактив Фелинга, реактив Барфедда (6-7% раствор  $(\text{CH}_3\text{COOH})_2\text{Cu}$  растворяют в 1% растворе  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ), реактив Селиванова (0,05 г резорцина растворяют в 100 мл разбавленной 1:1 HCl).

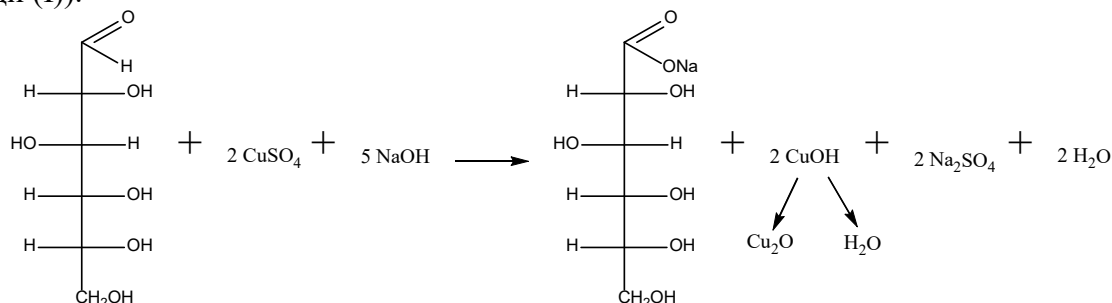
**Приборы и оборудование:** термоустойчивые стаканы на 100 мл, пробирки, пипетки, воронки, стеклянные палочки, фильтры (бумажные и марлевые), водяная баня, спиртовки, терки, ступки керамические, держатели, весы электронные.

### Экспериментальная часть

#### Часть А. Качественные реакции на углеводы

##### 1. Реакция Троммера.

В 5 пробирок наливают по 1 мл 1% растворов глюкозы, фруктозы, мальтозы, сахарозы и крахмала, добавляют равный объем 10% раствора гидроксида натрия. К смеси прибавляют при встряхивании по каплям 5% раствор сульфата меди до появления не исчезающей мути гидроксида меди (II). Осторожно нагревают верхнюю часть содержимого пробирки. Появляется желтое окрашивание (гидроксид меди (I)), переходящее в красное (оксид меди (I)).



##### 2. Реакция с Фелинговой жидкостью

В 5 пробирок наливают по 1 мл 1% растворов глюкозы, фруктозы, мальтозы, сахарозы, крахмала и добавляют равный объем фелинговой жидкости (смешивают по 5 мл растворы 1 и 2: раствор 1 - в 100 мл воды растворяют 3,5 г медного купороса (крист.); раствор 2 - в 100 мл воды растворяют 17,3 г сегнетовой соли (крист.) и 6 г гидроксида натрия). Смесь нагревают до начала кипения. В некоторых пробирках образуется красный осадок.

Механизм реакции редуцирующих углеводов с фелинговой жидкостью такой же, как и реакции Троммера. Преимуществом фелинговой жидкости является то, что медь при избытке реактива не выпадает в виде оксида меди (II).

##### 3. Реакция Барфедда (отличие восстанавливающих дисахаридов от моносахаридов).


В 3 пробирки приливают по 5 мл раствора реактива Барфедда и добавляют по 1 мл 1% растворов глюкозы, мальтозы, и сахарозы. Смесь нагревают на водяной бане в течение 10 мин. В некоторых пробирках образуется красный осадок.

Проба Барфедда отличается тем, что окисление сахара протекает не в щелочной среде, а в среде, близкой к нейтральной. В этих условиях редуцирующие дисахариды в противоположность моносахаридам практически не окисляются, что позволяет отличить их от моносахаридов.

##### 4. Реакция Подобедова-Молиша с $\alpha$ -нафтолом.

Является чувствительной на все углеводы. В 5 пробирок наливают по 1 мл 1% растворов глюкозы, фруктозы, мальтозы, сахарозы и крахмала, добавляют 2 капли  $\alpha$ -нафтола и осторожно по стенке приливают 2 мл концентрированной серной кислоты (**не перемешивать!**). На границе двух жидкостей возникает буро-фиолетовое кольцо.

Фурфурол и 5-оксиметилфурфурол, образующиеся из углеводов под действием серной кислоты, конденсируясь с 2 моль сульфированного  $\alpha$ -нафтола, дают триарилметано-

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

вый хромоген, который окисляется серной кислотой в окрашенное хиноидное соединение.

### 5. Реакция Селиванова на кетозы.

В две пробирки наливают по 3 мл реактива Селиванова в одну из них добавляют 3 капли раствора фруктозы, а в другую 3 капли раствора глюкозы. Помещают пробирки в водяную баню при 80<sup>0</sup>С и держат 8 мин. В пробирке с фруктозой развивается красное окрашивание.

При нагревании фруктозы (и других кетогексоз) с соляной кислотой образуется оксиметилфурфурол, который с резорцином образует соединение, окрашенное в вишнево-красный цвет. Альдозы также дают эту реакцию, но реакция у них протекает медленнее и в особых условиях (температура и кислотность среды).

Результаты реакций занесите в таблицу 1.

Таблица 1.

Реакции	Углеводы				
	Глюкоза	Фруктоза	Мальтоза	Сахароза	Крахмал
Реакция Троммера					
Реакция с фелинговой жидкостью					
Реакция Барфедда					
Реакция Подобедова-Молиша с $\alpha$ -нафтолом					
Реакция Селиванова					

### Часть Б. Приготовление экстрактов из растительных материалов

25 г исследуемого продукта измельчают, кипятят 2-3 минуты с 5 мл дистиллированной воды и фильтруют. Мед растапливают на водяной бане, добавляют 5 мл дистиллированной воды. Полученные фильтраты используют в последующих реакциях.

### Часть В. Обнаружение углеводов в экстрактах из растительных материалов с помощью качественных реакций

Проведите качественные реакции, описанные в части А.


Результаты реакций занесите в таблицу 2.

Таблица 2.

Реакции	Экстракты из растительных материалов			
	Морковь	Яблоко	Капуста	Раствор меда
Реакция Троммера				
Реакция с фелинговой жидкостью				
Реакция Барфедда				
Реакция Подобедова-Молиша с $\alpha$ -нафтолом				
Реакция Селиванова				

### Порядок работы

1. Получить у преподавателя задание.
2. Выполнить работу согласно методическим рекомендациям.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

3. Оформить отчет.
4. Вылить отработанные растворы, посуду вымыть. Сдать рабочее место.

#### Содержание отчета

1. Тема, цель и задачи работы.
2. Наблюдения.
3. Выводы по проделанной работе.

### Тема 3. Липиды

#### Лабораторная работа №2.

#### Определение липидов. Свойства липидов

**Цель:** - познакомиться с основными наиболее распространенными цветными реакциями на липиды;

- изучить некоторые свойства липидов.

#### **Задачи:**

- провести цветные реакции на липиды;
- с помощью качественных реакций изучить свойства липидов;
- сравнить результаты проведенных исследований и сделать выводы.

**Материал исследования:** по 10 г свиного сала, сливочного масла, маргарина; 20 капель растительного масла.

**Реактивы:** 1% раствор осмиевой кислоты, 1% раствор судана III,  $\text{KHSO}_4$ (крист.), 1% аммиачный раствор оксида серебра, 1% раствор фуксинсернистой кислоты, 0,001 н раствор иода в хлороформе.

**Приборы и оборудование:** весы электронные, предметное стекло, пипетки, пробирки, спиртовки, фильтровальная бумага, плоскодонные колбы, бюретки.

#### Экспериментальная часть

##### 1. Качественная реакция на жиры и масла.

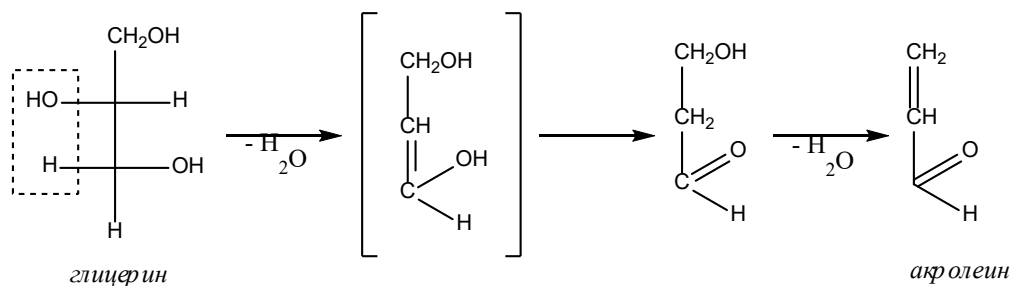
К капле исследуемого материала (твердые жиры предварительно расплавьте) на предметном стекле добавляют одну каплю 1% раствора осмиевой кислоты. Масло окрашивается в черный цвет.

Кроме осмиевой кислоты, в качестве реактива на масла применяют краситель судан III, который окрашивает масла в различные оттенки красного цвета. Проведите реакцию аналогично вышеописанной методике.

##### 2. Обнаружение глицерина в жирах (акролеиновая проба).

В пробирку вносят 2-3 капли масла (жира) и прибавляют пятикратное количество безводного гидросульфата калия. Нагревают пробирку осторожно, но сильно (**в вытяжном шкафу**) до появления белых густых паров. Отмечают (**осторожно!**) резкий раздражающий запах акролеина. В пары внести кусочек фильтровальной бумаги, смоченной аммиачным раствором оксида серебра. Бумага чернеет. Поднесите к горлышку пробирки фильтровальную бумагу, смоченную раствором фуксинсернистой кислоты. Наблюдается постепенное окрашивание бумаги в розово-лиловый цвет.

Акролеиновая проба проводится для обнаружения в липидах глицерина. При нагревании глицерина в присутствии водоотнимающих средств (гидросульфат калия, сульфат магния, борная кислота) происходит образование непредельного акрилового альдегида — акролеина:



### 3. Определение насыщенности (ненасыщенности) жиров.

Ненасыщенность жира зависит от присутствия в его составе непредельных жирных кислот. Непредельные соединения, как известно, легко вступают в реакции присоединения, окисления и полимеризации. Обычно степень ненасыщенности определяют иодным числом. Иодное число измеряется количеством граммов иода, которое присоединяется к 100 г жира.

В четыре плоскодонные колбы отвесить по 0,5 г: в первую колбу - свиного сала; во вторую колбу - сливочного масла; в третью колбу - маргарина; в четвертую колбу – 15 капель растительного масла. Добавьте в каждую колбу по 3 мл хлороформа для растворения жира (твердые жиры предварительно расплавьте). Оттитруйте все колбы 0,001 н раствором йода в хлороформе до появления отчетливой розовой окраски. Запишите объем раствора йода, пошедшего на титрование каждого вида жира. Результаты занесите в таблицу 5.

Таблица 5.

№ колбы	Исследуемый жир	Объем реактива, пошедшего на титрование, мл	Вывод о степени ненасыщенности исследуемого жира
1			
2			
3			
4			

#### Порядок работы

- 1.Получить у преподавателя задание.
- 2.Выполнить работу согласно методическим рекомендациям.
- 3.Оформить отчет.
- 4.Вылить отработанные растворы, посуду вымыть. Сдать рабочее место.

#### Содержание отчета

- 1.Тема, цель и задачи работы.
- 2.Наблюдения.
- 3.Выводы по проделанной работе.

### Тема 4. Белки (1 часть)

#### Лабораторная работа №3.


##### Цветные реакции на аминокислоты и белки. Свойства белков

**Цель работы:** - познакомиться с основными наиболее распространенными цветными реакциями на белки;

- доказать, что с помощью качественных реакций можно выявить сходство и различия в аминокислотном составе исследуемых белков.

#### Задачи:

- провести цветные реакции на белки с раствором яичного альбумина и желатина;
- показать, что существуют *универсальные* цветные реакции, которые дают все белки,

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

независимо от их аминокислотного состава, и *специфические* цветные реакции на определенные аминокислоты, позволяющие выявить различия в исследуемых белках;

- сравнить результаты проведенных исследований и сделать выводы;
- отметить, какие из проведенных реакций являются универсальными, а какие - специфическими.

Цветные реакции на белки являются **качественными реакциями**, обусловленными специфическими группами - радикалами. Некоторые из таких реакций широко используются в биохимической практике для изучения структуры и аминокислотного состава белков, их количественного определения.

**Материал исследования:** 1%растворы яичного белка и желатина.

**Реактивы:** 10% и 30% растворы NaOH, 1% раствор  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , 1% раствор нингидрина в 95% растворе ацетона, 5% раствор  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$ ,  $\text{HNO}_3$  (конц.), 1% раствор сульфаниловой кислоты в 5% растворе HCl, 0,5% раствор  $\text{NaNO}_2$ , 10% раствор  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

**Приборы и оборудование:** пробирки, пипетки, воронки, стеклянные палочки, бумажные фильтры, стаканы на 100 и 500 мл, цилиндры, спиртовки, держатели.

## Экспериментальная часть

### Часть А. Приготовление раствора белка

**Принцип метода.** Яичный белок представляет собой 10% водный раствор нескольких белков и, в противоположность желтку, не содержит в заметных количествах других органических соединений, таких как липиды и углеводы. Это заметно упрощает процедуру выделения белков. Почти 70% яичного белка составляет яичный альбумин, который легко отделить от глобулиновой фракции путем 10-кратного разведения яичного белка дистиллированной водой. В этом случае белки глобулиновой фракции выпадают в осадок и их легко отделить от раствора фильтрованием или центрифугированием. Яичный альбумин остается в растворе.

1. Чтобы отделить белок от желтка, осторожно проделывают отверстие в скорлупе с двух концов и выливают белок в стакан на 500 мл. В тот же стакан приливают 250 мл дистиллированной воды, и содержимое тщательно перемешивают стеклянной палочкой.

2. Затем раствор переносят в мерный цилиндр, и объем раствора доводят до 300 мл добавлением дистиллированной водой. Раствор оставляют на 30 мин при комнатной температуре для образования хлопьевидного осадка глобулинов.

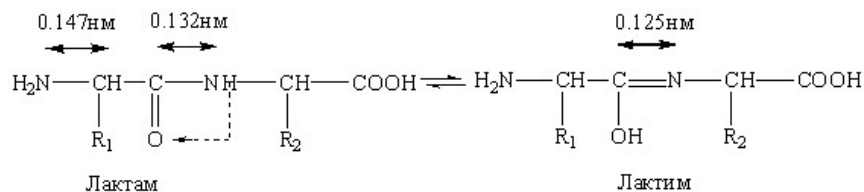
**Примечание:** работу, описанную в пунктах 1 и 2, выполняет и демонстрирует дежурный студент, приготовленную суспензию затем использует каждый студент в группе.

3. 15 мл полученной суспензии фильтруют через фильтр. Фильтрат, содержащий яичный альбумин используют для дальнейших работ.

### Часть Б. Цветные реакции на белки

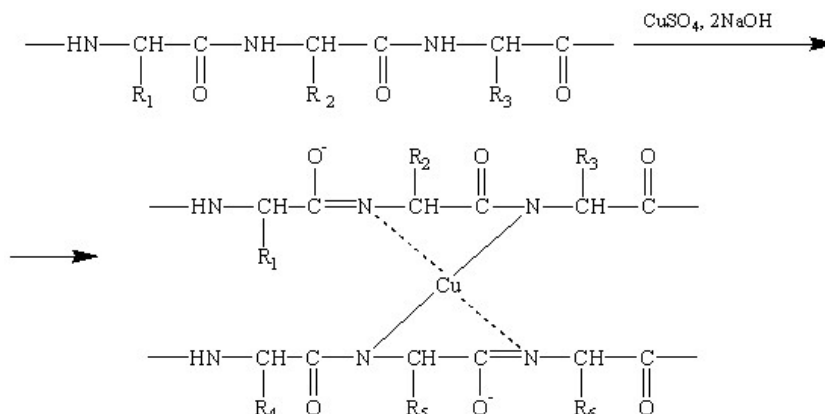
#### 1. Биуретовая реакция (на обнаружение пептидных связей в белках).

**Принцип метода.** Белки (пептиды) в щелочном растворе в присутствии солей меди (II) образуют комплексные ее соединения, окрашенные в сине-фиолетовый или красно-фиолетовый цвет. Для пептидной (амидной) группы характерна лактам-лактимная таутомерия:



В щелочной среде преобладающая лактимная (енольная) форма полипептида взаимодействует с медью с образованием стабильного окрашенного комплекса:

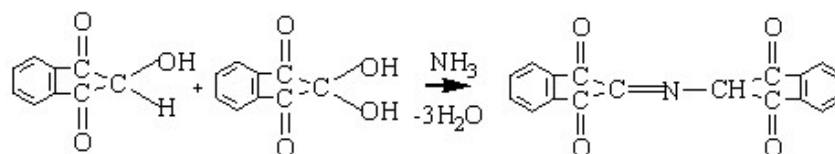
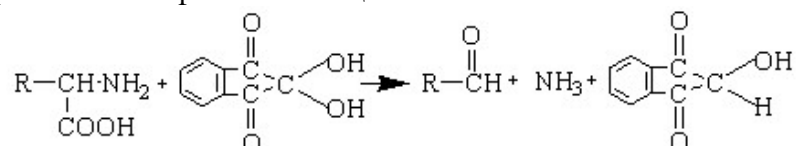




В одну пробирку наливают 5 капель 1% раствора яичного белка, во вторую - 1% раствор желатина. В каждую пробирку добавляют по 5 капель 10% раствора NaOH и по каплям 1% раствора медного купороса. В начале появляется красноватая окраска, которая переходит в красно-фиолетовую и далее в сине-фиолетовую.

### 2. Нингидриновая реакция (на аминогруппу, находящуюся в $\alpha$ -положении).

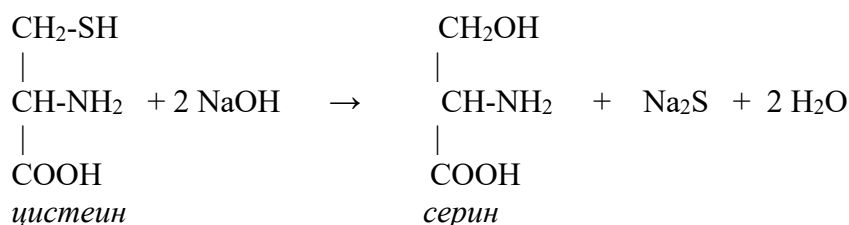
**Принцип метода.** Белки, полипептиды и свободные  $\alpha$ -аминокислоты при нагревании реагируют с нингидрином (трикетогидринден-гидратом) с образованием продукта конденсации, окрашенного в фиолетовый цвет:



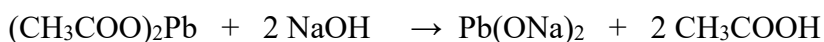
В одну пробирку наливают 5 капель 1% раствора яичного белка, во вторую - 1% раствор желатина. В каждую пробирку наливают по 0,5 мл 1% раствора нингидрина в 95% растворе ацетона и нагревают до кипения. Появляется фиолетово-синее окрашивание.

### 3. Реакция Фоля (на цистеин и цистин).

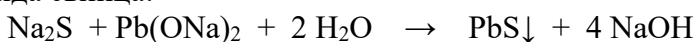
**Принцип метода.** При кипячении белка со щелочью от цистеина (цистина) легко отщепляется сера в виде сероводорода, который в щелочной среде образует сульфид натрия:



Ацетат свинца реагирует со щелочью с образованием плюмбата натрия:



Сульфид натрия при взаимодействии с плюмбитом натрия дает черный осадок сульфида свинца:



В одну пробирку наливают 5 капель 1% раствора яичного белка, во вторую - 1% раствор желатина. В каждую пробирку добавляют по 5 капель 30% раствора NaOH и по 1

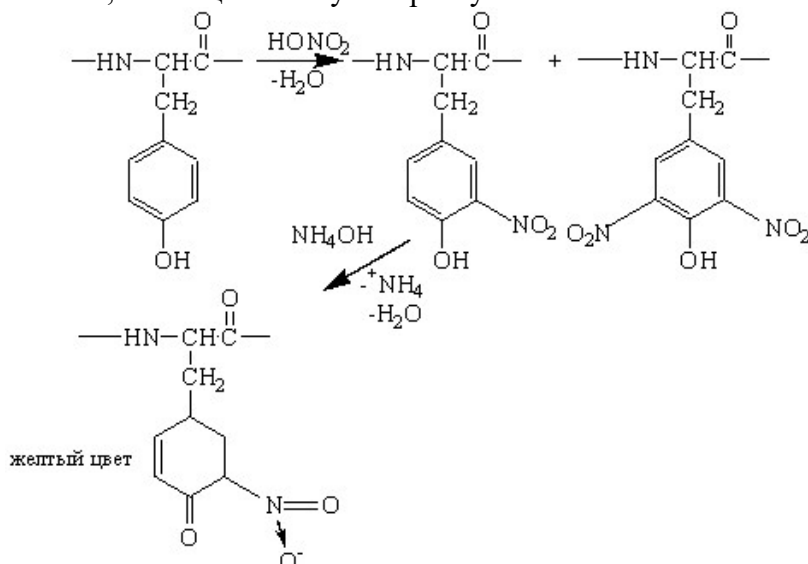


Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

капле 5% раствора ацетата свинца. При кипячении жидкость в пробирке с яичным белком темнеет, т. к. образуется черный осадок сульфида свинца. В пробирке с желатином черного осадка не образуется, т.к. желатин серосодержащих аминокислот не содержит.

#### 4. Ксантопротеиновая реакция (на ароматические аминокислоты).

**Принцип метода.** При нагревании с концентрированной азотной кислотой белки дают желтое окрашивание. Реакция обусловлена наличием в белках циклических аминокислот (фенилаланина, тирозина и триптофана) и основана на образовании нитропроизводных этих аминокислот, имеющих желтую окраску:

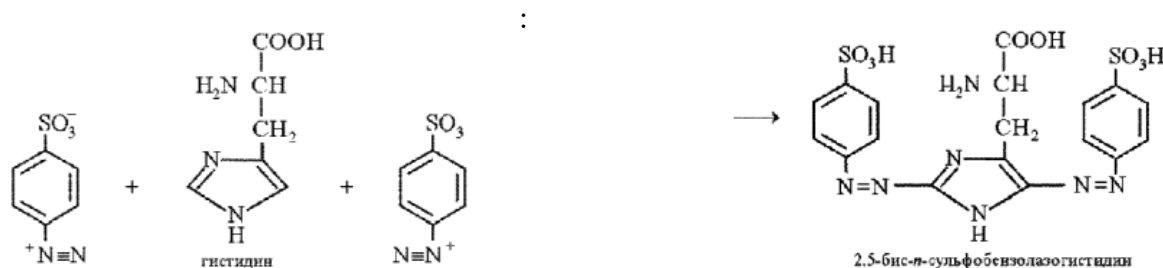


Нитропроизводные аминокислот в щелочной среде образуют соли хиноидной структуры, окрашенные в оранжевый цвет.


К 1 мл 1% раствора яичного белка добавляют 5 капель концентрированной азотной кислоты. Появляется осадок. При осторожном нагревании смесь окрашивается в желтый цвет. После охлаждения осторожно добавляют 10 капель 30% раствора гидроксида натрия, при этом желтая окраска переходит в оранжевую. Проводят эту реакцию с 1% раствором желатина.

#### 5. Реакция Паули (на гистидин и тирозин).

**Принцип метода.** Реакция Паули позволяет обнаружить в белке аминокислоты гистидин и тирозин, которые образуют с диазобензол-сульфоной кислотой комплексные соединения вишнево-красного цвета. Диазобензол-сульфоная кислота образуется в реакции диазотирования при взаимодействии сульфаниловой кислоты с нитритом натрия (или калия) в кислой среде:



К 1 мл 1% раствора сульфаниловой кислоты в 5% растворе соляной кислоты прибав-

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

ляют 2 мл 0,5% раствора нитрита натрия, тщательно перемешивают, добавляют 2 мл 1% раствора яичного белка и после перемешивания 6 мл 10% раствора карбоната натрия. После перемешивания смесь окрашивается в вишнево-красный цвет. Прodelьывают эту реакцию с 1% раствором желатина.

Результаты запишите в таблицу 3.

Таблица 3.

№	Название реакции	Использованные реактивы	Окраска		Какие группы-ровки открыты в белках	
			1% раствор		1% раствор	
			яично-го белка	желати-на	яично-го белка	желати-на
1	Биуретовая					
2	Нингидриновая					
3	Ксантопротеиновая					
4	Фоля					
5	Паули					

#### Порядок работы

- 1.Получить у преподавателя задание.
- 2.Выполнить работу согласно методическим рекомендациям.
- 3.Оформить отчет.
- 4.Вылить отработанные растворы, посуду вымыть. Сдать рабочее место.

#### Содержание отчета

- 1.Тема, цель и задачи работы.
- 2.Наблюдения.
- 3.Выводы по проделанной работе.

#### Тема 4. Белки (2 часть)

#### Лабораторная работа №4.

#### Растворимость и реакции осаждения белков

#### Цель работы:

- изучение важных свойств белков - способности к растворению и реакциям осаждения.


#### Задачи:

- выделить основные две фракции из яичного белка и доказать, что альбумин, входящий в его состав, хорошо растворяется в дистиллированной воде, а глобулин - в растворе солей;
- провести предложенные реакции необратимого осаждения белков;
- проанализировать полученные результаты и сделать выводы.

**Материал исследования:** неразведенный яичный белок и 1% раствор.

**Реактивы:** 5% раствор KCl, HNO<sub>3</sub>(конц.), HCl(конц.), H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (конц.), 7% раствор CuSO<sub>4</sub>•5H<sub>2</sub>O, 5% раствор (CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>Pb, 5% раствор AgNO<sub>3</sub>, 10% раствор C<sub>7</sub>H<sub>6</sub>O<sub>6</sub>S•2H<sub>2</sub>O, 10% раствор CCl<sub>3</sub>COOH, 96%-й C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH, 1% и 10% растворы CH<sub>3</sub>COOH, 30% раствор NaCl, 10% раствор NaOH.

**Приборы и оборудование:** пробирки, пипетки, спиртовки, держатели, фильтроваль-

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

ная бумага, воронки, цилиндры.

## Экспериментальная часть

### 1. Растворимость белков.

**Принцип метода.** Многие белки растворяются в воде, что обусловлено наличием на поверхности белковой молекулы свободных гидрофильных групп. Растворимость белка в воде зависит от структуры белка, реакции среды, присутствия электролитов. В кислой среде лучше растворяются белки, для которых характерны кислотные свойства, а в щелочной - белки, обладающие основными свойствами. Альбумины хорошо растворяются в дистиллированной воде, а глобулины растворимы в воде только в присутствии электролитов. Не растворяются в воде белки опорных тканей (коллаген, кератин, эластин и др.).

1.1. К 2 каплям неразведенного яичного белка прибавляют 1 мл дистиллированной воды и перемешивают. При этом яичный альбумин растворяется, а яичный глобулин выпадает в виде небольшого осадка.

1.2. К 2 каплям яичного белка прибавляют 1 мл 5% раствора хлорида калия. В слабом солевом растворе растворяются как альбумины, так и глобулины.

### 2. Реакции осаждения белков.

Реакции осаждения белков могут быть необратимыми и обратимыми.

**Принцип метода.** Необратимые реакции осаждения приводят к денатурации белков, при этом разрушается пространственная структура молекулы, и белки утрачивают свои естественные биологические и физико-химические свойства.

Денатурацию белков можно вызвать физическими воздействиями (кипячение, замораживание, высокое давление, вибрация, радиоактивное излучение и др.) и химическими осадителями.

#### 2.1. Осаждение белков неорганическими осадителями.

##### А) Осаждение белков минеральными кислотами.

В пробирку осторожно наливают около 1 мл концентрированной азотной кислоты. Затем, наклонив пробирку, медленно, по стенке добавляют 1 мл 1% раствора белка. На границе двух жидкостей появляется осадок в виде белого кольца.

Такую же реакцию проделывают с концентрированной соляной и серной кислотами.

##### Б) Осаждение белков солями тяжелых металлов.

В три пробирки наливают по 1 мл 1% раствора белка и добавляют по 3-4 капли: в первую пробирку - 7% раствора сульфата меди, во вторую - 5% раствора ацетата свинца, в третью - 5% раствора нитрата серебра. Во всех пробирках образуется осадок.

#### 2.2. Осаждение белков органическими осадителями.

##### А) Осаждение белка органическими кислотами.

В 2 пробирки наливают по 2 мл 1% раствора белка и добавляют: в одну пробирку 4-5 капель 10% раствора сульфосалициловой кислоты, в другую - 5-10 капель 10% трихлоруксусной кислоты. Выпадает осадок белка.

##### Б) Осаждение белка органическими растворителями.


К 1 мл 1% раствора белка добавляют 2 мл органического растворителя (96% этанола, хлороформа, ацетона или эфира) и перемешивают. Образование осадка можно усилить добавлением нескольких капель насыщенного раствора хлорида натрия.

#### 2.3. Осаждение белков при нагревании.

В пять пробирок налейте по 5 капель 1% раствора яичного белка. В первой пробирке нейтральный раствор белка нагреваете до кипения. Жидкость мутнеет, поскольку разрушаются водные оболочки вокруг молекулы белка, и происходит укрупнение его частиц.

Во вторую пробирку добавьте 1 каплю 1% раствора уксусной кислоты и нагрейте. Хлопьевидный осадок белка выпадает скорее и полнее, т.к. при подкислении рН раствора приблизится к изоэлектрической точке белка.

В третью пробирку добавьте 0,5 мл 10% раствора уксусной кислоты и нагрейте. Да-

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

же при кипячении осадка не образуется, поскольку белковые мицеллы перезаряжаются и несут положительный заряд, что повышает их устойчивость.

В четвертую пробирку прилейте 5 капель 10% уксусной кислоты и 2 капли насыщенного раствора NaCl и нагрейте. Выпадает белый хлопьевидный осадок, т.к. частицы белка теряют заряд вследствие взаимодействия белка с разноименно заряженными ионами хлористого натрия, а так же теряет гидратную оболочку.

В пятую пробирку добавьте 2 капли 10% раствора NaOH, создавая щелочную среду. При кипячении жидкости осадка не образуется, поскольку в щелочной среде отрицательный заряд на частицах белка увеличивается.

Результаты занесите в таблицу 4, отметив положительную реакцию осаждения плюсом, а отрицательную - минусом. Укажите в каждом случае причины появления или отсутствия осадка белка.

**Таблица 4.**

Нейтральная среда	Слабокислая среда	Сильнокислая среда	Сильнокислая среда + электролит	Щелочная среда

#### Порядок работы

- 1.Получить у преподавателя задание.
- 2.Выполнить работу согласно методическим рекомендациям.
- 3.Оформить отчет.
- 4.Вылить отработанные растворы, посуду вымыть. Сдать рабочее место.

#### Содержание отчета

- 1.Тема, цель и задачи работы.
- 2.Наблюдения.
- 3.Выводы по проделанной работе.

### Тема 6. Ферменты (1 часть)

#### Лабораторная работа № 5.

#### Зависимость каталитической активности ферментов от температуры и pH среды

**Цель работы:**- на примере амилазы слюны познакомиться с некоторыми специфическими свойствами ферментов.

#### Задачи:

- проделать необходимые реакции;
- проанализировать полученные результаты и сформулировать выводы;
- написать уравнения реакций каталитического расщепления крахмала амилазой слюны.

**Материал исследования:** раствор амилазы слюны (1:10).


**Реактивы:** 1% и 0,2% растворы крахмала, 0,5% раствор сахарозы, 10% раствор NaOH, 5% раствор CuSO<sub>4</sub>•5H<sub>2</sub>O, фосфатный буфер с различным значением pH (от 5,0 до 8,4), раствор Люголя (5 частей йода, 10 частей йодида калия и 85 частей воды).

**Приборы и оборудование:** пробирки, стаканы, цилиндры, пипетки, предметные стекла, водяная баня и баня со льдом, термостат, секундомер.

#### Экспериментальная часть

##### Часть А. Приготовление раствора амилазы слюны

Наклонив голову, приоткрывают рот, подносят пробирку к нижней губе и собирают слюну. Собранную слюну разбавляют 10-кратным объемом дистиллированной воды.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

**Принцип метода.** Каждый фермент имеет свой оптимум температуры, рН и наибольшее сродство к какому-то субстрату. В этих условиях активность фермента максимальна.

### Часть Б. Влияние температуры на активность амилазы

В четыре пронумерованных пробирки наливают по 2 мл 1% раствора крахмала. Пробирку 1 помещают в кипящую водяную баню, пробирку 2 в водяную баню при 40<sup>0</sup>С, пробирку 3 оставляют при комнатной температуре и пробирку 4 помещают в лед. Через 10 минут, когда содержимое пробирок примет заданную температуру, во все пробирки добавляют по 0,5 мл разбавленной в 10 раз слюну, перемешивают и оставляют в тех же условиях. Наблюдение за ходом гидролиза крахмала

ведут по реакции с раствором Люголя. На предметное стекло наносят капли раствора иода в иодиде калия и смешивают их с каплями гидролизуемой смеси из каждой пробы, отбирают пробы через 1, 2, 4, 6, 8, 10 и 12 минут. По изменению окраски крахмала с иодом судят о степени гидролиза крахмала в каждой пробирке. Результаты наблюдений занесите в таблицу 6, помечая буквой «с» (синий цвет) - положительная проба на крахмал, буквой «к» (красные тона) - положительная проба на декстрины, буквой «ж» (желтая окраска иода) - отрицательная проба.

Таблица 6.

№ пробирки	Температура, <sup>0</sup> С	Реакция с йодом во времени (мин)						
		1	2	4	6	8	10	12
1	100							
2	40							
3	20							
4	0							

### Часть В. Специфичность действия амилазы


В две пробирки вносят по 1 мл раствора слюны. В одну из них добавляют 5 мл 0,2% раствора крахмала, в другую - 5 мл 0,5% раствора сахарозы. Пробу помещают на 20 минут в термостат (37<sup>0</sup>С), после чего добавляют в них по 1 мл 10% раствора NaOH и по 0,5 мл 5% раствора сернокислой меди и содержимое доводят до кипения. В пробирке с крахмалом под влиянием амилазы образуется мальтоза, способная восстановить окись меди до закиси (красного цвета), - положительная проба Троммера. На сахарозу амилаза не действует, и в этой пробе окись меди не восстанавливается.

### Часть Г. Определение оптимума рН активности амилазы

В девять пробирок вносят по 2 мл буферного раствора соответственно с рН: 5,0; 5,8; 6,2; 6,6; 6,8; 7,0; 7,4; 8,0 и 8,4. Во все пробирки добавляют по 5 мл 0,2% раствора крахмала и по 1 мл раствора слюны. Пробу тщательно перемешивают (**избегая образования пены!**) и помещают в термостат (37<sup>0</sup>С). Через 3 минуты из пятой пробирки отбирают 1 каплю раствора и наносят на предметное стекло, смешивая с 1 каплей раствора Люголя. Если образуется синее, фиолетовое или фиолетово-красное окрашивание, реакцию с раствором Люголя повторяют через каждые 3 минуты, пока окраска смеси не станет буро-красной. В этот момент все пробы извлекают из термостата и добавляют в них по 5 капель раствора Люголя, тщательно перемешивают. В пробе с оптимальным рН, где скорость реакции была максимальной, раствор окрашивается в желтый цвет, что свидетельствует о полном расщеплении крахмала.

Результаты наблюдений занесите в таблицу 7.

Таблица 7.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

№ пробирки	1	2	3	4	5	6	7	8	9
рН	5,0	5,8	6,2	6,6	6,8	7,0	7,4	8,0	8,4
окрашивание йодом									

#### Порядок работы

1. Получить у преподавателя задание.
2. Выполнить работу согласно методическим рекомендациям.
3. Оформить отчет.
4. Вылить отработанные растворы, посуду вымыть. Сдать рабочее место.

#### Содержание отчета

1. Тема, цель и задачи работы.
2. Наблюдения.
3. Выводы по проделанной работе.

### Тема 7. Ферменты (2 часть). Витамины

#### Лабораторная работа №6.

#### Качественные реакции на витамины

**Цель работы:** познакомиться со свойствами и особенностями структуры некоторых витаминов.

#### Задачи:

- проделать предложенные химические реакции;
- проанализировать полученные результаты и сделать вывод.

**Материал исследования:** порошок (или раствор) тиамин, растворы рибофлавина и аскорбиновой кислоты, порошок никотиновой кислоты, рыбий жир.

**Реактивы:** 1% раствор сульфаниловой кислоты, 5% раствор  $\text{NaNO}_2$ , 10% раствор  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 10% раствор  $\text{NaOH}$ , 5% раствора  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ,  $\text{HCl}_{(\text{конц.})}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})}$ ,  $\text{Zn}_{(\text{металлический})}$ , 10% раствор  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , 5% раствор  $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ , 1% раствор  $\text{FeCl}_3$ , хлороформ, анилиновый реактив (15 частей  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$  и 1 часть  $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})}$ ), 5% раствор уксуснокислой меди (смешивают равные объемы растворов 1 и 2: раствор 1) 5 г медного купороса и 0,5 л воды; раствор 2) 8 г  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$  и 0,5 л воды. При этом выпадает осадок серноокислого свинца, а в растворе остается уксуснокислая медь).

**Приборы и оборудование:** пробирки, пипетки, держатели, спиртовки.

#### Экспериментальная часть

#### 1. Диазореакция на тиамин (В1).

**Принцип метода.** Раствор тиамин при добавлении к нему диазобензолсульфата и щелочи окрашивается в оранжевый или красный цвет, вследствие образования соединения тиамин с диазобензолсульфоокислотой.

К 5 каплям 1% раствора сульфаниловой кислоты прибавляют 5 капель 5% раствора азотистокислого натрия, образуется диазобензолсульфат. К диазобензолсульфату прибавляют немного порошка тиамин (или раствора), 5-7 капель 10% раствора углекислой соды. Жидкость окрашивается в оранжевый или красный цвет. Если раствор соды осторожно приливать по стенке наклоненной пробирки, то на границе двух жидкостей образуется красное кольцо.

#### 2. Реакция окисления тиамин в тиохром.

**Принцип метода.** При действии железосинеродистого калия тиамин окисляется с об-



Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

разованием желтого пигмента тиохрома.

К 1 капле раствора тиамин прибавляют 5-10 капель 10% раствора гидроксида натрия и 1-2 капли 5% раствора железосинеродистого калия и перемешивают. При нагревании жидкость окрашивается в желтый цвет в результате превращения тиамин в тиохром.

### 3. Реакция восстановления рибофлавина (В<sub>2</sub>).

В пробирку наливают 10 капель взвеси рибофлавин в воде, добавляют 5 капель концентрированной соляной кислоты и опускают кусочек металлического цинка. Начинается бурное выделение пузырьков водорода, и жидкость постепенно окрашивается в розовый или красный цвет, затем окраска жидкости начинает бледнеть и обесцвечиваться.

### 4. Проба на никотиновую кислоту (РР или В<sub>5</sub>).

**Принцип метода.** При нагревании никотиновой кислоты с уксуснокислой медью образуется осадок медной соли никотиновой кислоты.

5-10 мг никотиновой кислоты растворяют при нагревании в 10-20 каплях 10% раствора уксусной кислоты. К нагретому до кипения раствору добавить равный объем 5%-го раствора уксуснокислой меди. Жидкость становится мутной, окрашивается в голубой цвет, а при стоянии выпадает осадок синего цвета.

**5. Реакция на аскорбиновую кислоту (восстановление феррицианида калия витамином С).**

В двух пробирках смешивают 1 каплю 5% раствора  $K_3Fe(CN)_6$  с 1 каплей 1% раствора  $FeCl_3$ . В одну из пробирок к зеленовато-бурой жидкости прибавляют 5-10 капель 1% раствора аскорбиновой кислоты, а в другую - столько же дистиллированной воды. Жидкость в первой пробирке приобретает зеленовато-синюю окраску, выпадает синий осадок берлинской лазури; во второй пробирке (контроль) зеленовато-бурая окраска жидкости остается без изменения.

### 6. Реакция на витамин А с концентрированной серной кислотой.

**Принцип метода.** При добавлении концентрированной серной кислоты к хлороформной эмульсии рыбьего жира образуется красное окрашивание, переходящее в красно-бурое.

В сухую пробирку вносят 1 каплю рыбьего жира и 5 капель хлороформа, перемешивают и добавляют 1 каплю концентрированной серной кислоты.

### 7. Реакция на витамин D (анилиновая проба).

**Принцип метода.** При нагревании рыбьего жира, содержащего витамин D со смесью анилина и концентрированной HCl, раствор приобретает красную окраску.

В сухую пробирку вносят 1 каплю рыбьего жира, 5 капель хлороформа, встряхивают и добавляют 1 каплю анилинового реактива, при нагревании желтая эмульсия принимает красную окраску.

На основании проведенных качественных реакций заполните таблицу 8.

Таблица 8.

Определяемый витамин	Используемые реактивы	Цветовое окрашивание
В <sub>1</sub>		
В <sub>2</sub>		
РР или В <sub>5</sub>		
С		
А		
Д		

### Порядок работы



Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

- 1.Получить у преподавателя задание.
- 2.Выполнить работу согласно методическим рекомендациям.
- 3.Оформить отчет.
- 4.Вылить отработанные растворы, посуду вымыть. Сдать рабочее место.

#### Содержание отчета

- 1.Тема, цель и задачи работы.
- 2.Наблюдения.
- 3.Выводы по проделанной работе.

#### Количественное определения витамина С в пищевых продуктах

**Цель работы:**- познакомиться с методом количественного определения витаминов в пищевых продуктах.

#### Задачи:

- определить количественное содержание витамина С в пищевых продуктах;
- проанализировать полученные результаты и сделать выводы.

**Материал исследования:** картофель, морковь, капуста.

**Реактивы:** 10% раствор  $H_2SO_4$ , 0,001 н раствор 2,6-дихлорфенолиндофенол.

**Приборы и оборудование:** пробирки, пипетки, цилиндры, воронки, стаканы, плоскодонные колбы, бюретки, терки, фильтры (марлевые и бумажные).

#### Экспериментальная часть

##### Часть А. Приготовление экстракта из растительного материала

25 г исследуемого продукта измельчают, приливая туда 15 мл дистиллированной воды и фильтруют. Полученные фильтраты используют в последующих реакциях.

##### Часть Б. Количественное определения витамина С

10 мл фильтрата подкислите 2-3 каплями 10%  $H_2SO_4$  и оттитруйте 0,001 н раствором 2,6-дихлорфенолиндофенола до розового цвета, не исчезающего в течение 30 секунд. Титрование проведите 3 раза, запишите результат. Для расчета используйте среднее значение объема раствора, пошедшего на титрование.

#### Расчет.

$$X = \frac{0,088 \cdot A \cdot B \cdot 100}{C \cdot D} \quad (\text{мг } \%),$$

где А – среднее количество 2,6-дихлорфенолиндофенола, пошедшего на титрование (мл),

В - общий объем вытяжки (мл),

С - количество вещества, взятое для анализа (г),

Д - объем вытяжки взятой для титрования (мл),

0,088 - коэффициент, соответствующий содержанию витамина С в 1мл 0,001 н раствора.


#### Порядок работы

- 1.Получить у преподавателя задание.
- 2.Выполнить работу согласно методическим рекомендациям.
- 3.Оформить отчет.
- 4.Вылить отработанные растворы, посуду вымыть. Сдать рабочее место.

#### Содержание отчета

- 1.Тема, цель и задачи работы.
- 2.Наблюдения.
- 3.Выводы по проделанной работе.

### Тема 9 Промежуточный обмен

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

### Лабораторная работа №7.

#### Обнаружение дегидрогеназы янтарной кислоты в мышцах

**Цель:** - познакомиться с одним из методов обнаружения дегидрогеназы янтарной кислоты.

**Задание:**

- познакомиться с предложенным методом обнаружения дегидрогеназы янтарной кислоты в мышцах;

- провести анализ и сделать выводы.

**Материал исследования:** свежеприготовленная измельченная мышечная кашка.

**Реактивы:** 0,02% раствор метиленовой сини, фосфатный буфер с рН=6,8, 0,1 н раствор янтарной кислоты, вазелиновое масло.

**Приборы и оборудование:** термостат или водяная баня, ступка, пестик, пробирки, пинцет, скальпель.

#### Экспериментальная часть

**Принцип метода.** Дегидрогеназа янтарной кислоты (сукцинатдегидрогеназы) относится к флавиновым дегидрогеназам (класс оксидоредуктазы). Они переносят водород от окисляемого вещества на другое, но не на кислород. В состав простетической группировки дегидрогеназ нередко входят витамины. Сукцинатдегидрогеназа катализирует одну из реакций цикла Кребса: превращение сукцината в фумарат и осуществляет перенос двух атомов Н с ФАДН<sub>2</sub> в дыхательную цепь (на убихинон). Дегидрогеназа янтарной кислоты окисляет янтарную кислоту в фумаровую при условии, что имеется соответствующий акцептор водорода. Таковым может быть метиленовая синь.

В 2 пробирки наливают по 1 мл фосфатного буфера (рН 6,8) и в каждую пробирку помещают по 100 мг мышечной кашицы, предварительно промытой дистиллированной водой. В первую пробирку приливают 2 мл 0,1 н раствора янтарной кислоты, во вторую - 2 мл дистиллированной воды. В каждую пробирку добавляют по 2 капли 0,02% раствора метиленовой сини, перемешивают содержимое и заливают 3-5 каплями вазелинового масла. Обе пробирки помещают в термостат или водяную баню (t 37°C) на 30 мин, после этого наблюдают окрашивание.

#### Порядок работы

- 1.Получить у преподавателя задание.
- 2.Выполнить работу согласно методическим рекомендациям.
- 3.Оформить отчет.
- 4.Вылить отработанные растворы, посуду вымыть. Сдать рабочее место.

#### Содержание отчета

- 1.Тема, цель и задачи работы.
- 2.Наблюдения.
- 3.Выводы по проделанной работе.


### Тема 10. Метаболизм углеводов (1 часть)

#### Лабораторная работа №8

#### Обнаружение оксидоредуктаз в биологическом материале

В реакциях, катализируемых оксидоредуктазами, окисляемый субстрат рассматривается как донор водорода или электронов, а акцептором могут быть природные вещества (коферменты – НАД, НАДФ, ФМН, ФАД, КоQ, кислород, органические соединения, цитохромы и др.) и ксенобиотики.

Для большинства ферментов этого класса рекомендуются названия: дегидрогеназы и редуктазы. В тех случаях, когда акцептором служит O<sub>2</sub>, используется термин оксидаза, а если кислород в ходе реакции включается в состав субстрата, то фермент называется ок-

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

сигеназа. Пероксидаза является ферментом, использующим  $H_2O_2$  в качестве акцептора, а каталаза – ферментом, катализирующим реакции, где донорно- акцепторную пару составляют две молекулы  $H_2O_2$ .

**Реактивы.** Формальдегид, 0,4%-ный раствор; метиленовый синий, 0,01%-ный раствор.

**Оборудование.** Штатив с пробирками; водяная баня; лабораторный термометр; пипетки вместимостью 1 и 5 мл.

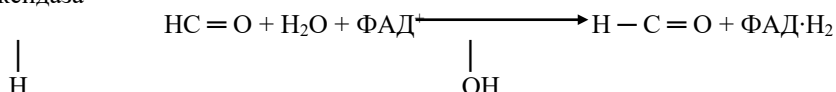
**Материал.**

1. Картофельный сок (сырой картофель натирают на терке и отжимают через два слоя марли).
2. Свежее коровье молоко.

**а. Выявление альдегидоксидазы (альдегид: кислород оксиредуктаза; КФ 1.2.3.1) в молоке.** Метод основан на визуальном наблюдении за обесцвечиванием метиленового синего (МС), связывающего водород, который отщепляется с участием альдегидоксидазы от субстрата.

Альдегидоксидаза катализирует реакцию дегидрирования различных альдегидов, например, формальдегида. Водород переносится на ФАД<sup>+</sup>, являющийся коферментом данного фермента, а затем на конечный акцептор – кислород – по уравнению

Альдегидоксидаза

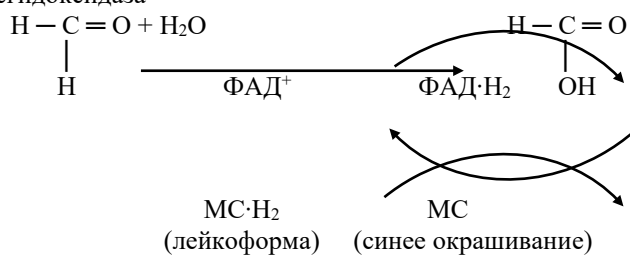


Альдегидоксидаза

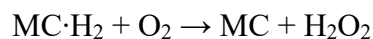


При добавлении МС – искусственного акцептора водорода – в бескислородных условиях образуется его восстановленная форма (лейкоформа)  $\text{МС} \cdot \text{H}_2$ :

Альдегидоксидаза




Если бесцветный раствор метиленового синего встряхнуть, то он вновь приобретет синюю окраску:



**Ход определения.** В две пробирки вносят по 5 мл свежего молока и добавляют в первую 1 мл воды, а во вторую такой же объем раствора формальдегида. В обе пробы приливают по 1 мл раствора метиленового синего, содержимое перемешивают и приливают 3-4 капли вазелинового масла (для предохранения жидкой смеси от контакта с кислородом воздуха).

Пробирки ставят в водяную баню, нагретую до 37°С. Через 5-10 мин сравнивают изменение окрашивания в пробах. Сильно встряхнув, вновь отмечают переход окраски.

**б. Выявление пероксидазы (донор:  $H_2O_2$  оксиредуктаза; КФ 1.11.1.7) в картофеле и в молоке.** В основе метода лежит реакция с бензидином (см. работу 9, а).

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

**Ход определения.** В две пробирки наливают по 1 мл соответственно сырого молока и картофельного сока. Добавляют в обе пробы по 5 капель спиртового раствора бензидина и по капле раствора пероксида водорода. Отмечают характерное окрашивание.

**Оформление работы.** Результаты занести в таблицу и отметить характерное окрашивание индикатора реакции.

Материал	Выявленный фермент	Субстрат (донор)	Акцептор	Индикатор реакции	Результат
----------	--------------------	------------------	----------	-------------------	-----------

В выводах указать на присутствие в биологическом материале изучаемых ферментов и практическое значение работы.

## Тема 11. Метаболизм углеводов (2 часть)

### Лабораторная работа №9

#### Качественные реакции на продукты гидролиза нуклеопротеидов дрожжей

**Цель работы:** ознакомиться с основными этапами изучения состава сложных белков.

#### Задачи:

- с помощью качественных реакций определить основные компоненты простетической группы сложных белков (на примере нуклеопротеидов дрожжей).
- проанализировать полученные результаты и сделать выводы.

**Материал исследования:** пекарские дрожжи.

**Реактивы:** 10% раствор  $H_2SO_4$ ,  $H_2SO_4$  (конц.), 10% и 30% растворы  $NaOH$ , 1% и 7% растворы  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ,  $NH_3 \cdot H_2O$  (конц.), 2% аммиачный раствор нитрата серебра, 1% спиртовой раствор тимола, 1% раствор дифениламина, 0,2% спиртовой раствор  $\alpha$ -нафтола, молибденовый реактив (7,5г  $(NH_4)_6Mo_7O_{24}$  растворяют в 100 мл 32% раствора  $HNO_3$ ), универсальная индикаторная бумага.

**Приборы и оборудование:** весы электронные, колбы, обратный холодильник, песчаная и водяная бани, воронки, бумажные фильтры, пипетки, пробирки, спиртовки, держатели.

### Экспериментальная часть

**Принцип метода.** Нуклеопротеиды - сложные белки, простетической группой которых являются нуклеиновые кислоты. Для качественного анализа химического состава нуклеопротеидов могут быть использованы дрожжи, богатые этими сложными белками. Продукты кислотного гидролиза нуклеопротеидов дрожжей обнаруживают специфическими качественными реакциями.

1. Взвешивают 2,5 г пекарских дрожжей. Навеску помещают в колбочку и добавляют 20 мл 10% раствора серной кислоты. Колбочку закрывают пробкой, в которую вставлен обратный холодильник, и ставят на песочную баню. Через 1 час после начала кипения жидкости гидролиз прекращают. После охлаждения гидролизат фильтруют через бумажный фильтр.


2. С фильтратом проводят качественные реакции на составные части нуклеопротеидов.

#### А) Биуретовая реакция на полипептиды.

К 5 каплям гидролизата добавляют 10 капель 10% раствора гидроксида натрия и 1 каплю 1% раствора сульфата меди. Жидкость окрашивается в розово-фиолетовый цвет.

#### Б) Серебряная проба на пуриновые основания.

К 10 каплям гидролизата добавляют по каплям концентрированный раствор аммиака до щелочной реакции (проверить по индикаторной бумажке, опущенной в пробирку), затем 10 капель 2% аммиачного раствора нитрата серебра. При стоянии через 3-5 минут вы-

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

падает осадок серебряных соединений пуриновых оснований (аденина и гуанина), окрашенный в светло-коричневый (бурый) цвет.

**В) Проба Молиша на пентозу.**

К 10 каплям гидролизата добавляют 3 капли 1% спиртового раствора тимола, перемешивают и по стенке пробирки осторожно приливают 20-30 капель концентрированной серной кислоты. После перемешивания развивается красное окрашивание, обусловленное продуктом конденсации тимола с фурфуролом, образовавшимся из пентозы.

**Г) Проба Троммера на рибозу и дезоксирибозу.**

К 5 каплям гидролизата добавляют 10 капель 30% раствора гидроксида натрия и 1-3 капли 7% раствора сульфата меди до появления исчезающей мути гидроксида меди (II), перемешивают. При нагревании до кипения выпадает желтый осадок гидроксида меди (I) или красный осадок оксида меди (I).

**Д) Качественная реакция на рибозу и дезоксирибозу с дифениламином.**

Дифениламин дает синее окрашивание с дезоксирибозой и зеленое – с рибозой. К 5 каплям гидролизата добавляют 20 капель 1% раствора дифениламина и пробирку ставят в кипящую водяную баню на 15 минут. Развивается сине-зеленое окрашивание.

**Е) Качественная реакция на углеводы с  $\alpha$ -нафтолом.**

К 5 каплям гидролизата добавляют 3 капли 0,2% спиртового раствора  $\alpha$ -нафтола и 20 капель концентрированной серной кислоты. Появляется розово-фиолетовое окрашивание.

**Ж) Молибденовая проба на фосфорную кислоту.**

К 10 каплям гидролизата приливают 20 капель молибденового реактива и кипятят. При этом жидкость окрашивается в лимонно-желтый цвет. Пробирку сразу охлаждают в струе холодной воды. На дне пробирки появляется кристаллический лимонно-желтый осадок фосфорно-молибденово-кислого аммония.

**Порядок работы**

- 1.Получить у преподавателя задание.
- 2.Выполнить работу согласно методическим рекомендациям.
- 3.Оформить отчет.
- 4.Вылить отработанные растворы, посуду вымыть. Сдать рабочее место.

**Содержание отчета**

- 1.Тема, цель и задачи работы.
- 2.Наблюдения.
- 3.Выводы по проделанной работе.


**Тема 12. Метаболизм липидов**

**Лабораторная работа 10**

**Количественное определение пировиноградной кислоты в крови колориметрическим методом (по Умбрайту)**

Пировиноградная кислота (пируват) является одним из центральных метаболитов углеводного обмена. Она образуется в процессе распада глюкозы и гликогена в тканях, при окислении молочной кислоты, а также в результате превращений ряда аминокислот. При окислительном декарбоксилировании пирувата образуется ацетил-КоА, который вступает в цикл Кребса. Пировиноградная кислота - один из основных субстратов глюконеогенеза.

Принцип метода. Пируват при взаимодействии с 2,4-динитрофенил-гидразином в кислой среде образует 2,4-динитрофенилгидразон пировиноградной кислоты. Это соединение в

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

щелочной среде приобретает коричнево-красную окраску, интенсивность которой прямо пропорциональна содержанию пирувата.

Реактивы.

1. 10 %-й раствор трихлоруксусной кислоты (ТХУ).
2. 3%-й раствор NaOH.
3. 0,1 %-й раствор 2,4-динитрофенилгидразина (2,4-ДНФГ).
4. Эталонный раствор, содержащий 2 м г пирувата натрия в 100 мл H<sub>2</sub>O.

Ход работы . В центрифужную пробирку отмеряют 2 мл ТХУ, добавляют 0,5 м л крови, взбалтывают и оставляют стоять 10 м ин. для осаждения белков; затем центрифугируют 5 мин. при 3000 г. Далее берут 2 пробирки — в первую вносят 0,5 м л центрифугата (опытная проба), во вторую 0,5 м л H<sub>2</sub>O. В обе пробирки добавляют по 0,5 м л 3%-го NaOH, выдерживают 5 мин. при комнатной температуре, добавляют 0,15 м л 0,1%-го 2,4-ДНФГ, перемешивают и помещают в термостат при 37°С на 15 мин. Затем добавляют 3,5 м л 3%-го NaOH и через 5 мин. опытную пробу фотоколориметрируют при 440 нм в кюветах с толщиной слоя 0,5 см, против контроля.

Расчет. Содержание пирувата в пробе определяют по калибровочному графику, построенному по стандартным растворам пирувата.

Построение калибровочного графика. Из эталонного раствора пирувата приготавливают калибровочные растворы согласно таблице 1.

Таблица 1. Приготовление калибровочных растворов пирувата

Номера пробирок	Реактивы , мл		Содержание пирувата	
	Эталонный раствор	H <sub>2</sub> O	мг%	мкмоль/л
1	1	4	0,4	36
2	2	3	0,8	72
3	3	2	1,2	109
4	4	1	1,8	163
5	5	0	2	181

Из каждой пробирки отбирают по 0,5 мл калибровочных растворов и обрабатывают так же, как опытную пробу. По результатам измерений построить график зависимости оптической плотности растворов от концентрации пирувата.

Содержание пирувата в крови здорового человека колеблется от 0,4 до 1,2 мг в децилитре крови (34-102 мкмоль/л), а в моче- от 10 до 25 мг в суточном диурезе.

Наиболее резкое повышение концентрации пирувата отмечается при мышечной работе и В 1 - витаминной недостаточности. При больших физических нагрузках концентрация пирувата может повышаться до 5 м г/100 мл. Повышенное содержание пирувата токсично для организма.

### Тема 13. Метаболизм белков

#### Лабораторная работа 11

#### Количественное определение креатинина в моче



Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

Креатинин является одним из конечных продуктов азотистого обмена и нормальной составной частью мочи. За сутки с мочой выделяется креатинина у мужчин 8,8–17,7 ммоль (1–2 г/сутки), а у женщин – 1,7–15,9 ммоль (0,8–1,8 г/сутки). Креатинин является ангидридом креатина. Креатин содержится в мышцах (около 80 %), особенно в сердечной, где из него при участии АТФ образуется макроэргическое соединение креатинфосфат, при распаде которого образуется креатинин и фосфат. Креатин в моче взрослого здорового человека отсутствует, появление его в моче называют креатинурией. Однако у детей и подростков моча всегда содержит креатин.

Цель лабораторной работы – определить содержание креатинина в моче.

Задачи:

1. Определить содержание креатинина в моче.
2. Оценить диагностическое значение креатинина

Принцип метода.

Креатинин при взаимодействии с пикриновой кислотой в щелочной среде образует окрашенные соединения, интенсивность окраски которых пропорциональна концентрации креатинина в моче и сыворотке крови.

Исследуемый материал: моча.

Реактивы: стандартный раствор креатинина (177 мкмоль/л); 2 %-ный раствор пикриновой кислоты; 10 %-ный раствор NaOH; 5 %-ный раствор ТХУ; дистиллированная вода.

Оборудование: пробирки, пипетки, ФЭК, кюветы.

**ХОД РАБОТЫ.** Перед определением содержания креатинина мочу разводят в 100 раз. Это разведение учитывают при расчетах. В опытной пробе смешивают 0,5 мл мочи; 0,25 мл дистиллированной воды; 0,25 мл ТХУ; 0,5 мл пикриновой кислоты; 0,5 мл NaOH. Через 20 мин колориметрируют на зеленом светофильтре (длина волны 540 нм) в кювете толщиной 0,5 см против контроля, приготовленного в предыдущей работе. Рассчитывают концентрацию креатинина в моче по формуле с учетом ее разведения:

Содержание креатинина в суточной моче рассчитывают по формуле:

$$C \cdot 1,5 / 1000 = \text{ммоль/сутки},$$

где С – концентрация креатинина в моче в мкмоль/л; 1,5 – суточный диурез в литрах, 1000 – коэффициент перевода мкмоль в ммоль.

Норма креатинина в сыворотке крови – 53–106 мкмоль/л, в суточной моче – 4,4–17,6 ммоль/сутки.

Увеличение креатинина в моче наблюдается при усиленной мышечной работе, лихорадочных состояниях, пневмонии, выраженной недостаточной функции печени.

Понижение креатинина в моче – при мышечной дистрофии, голодании, дегенерации почек, лейкемии.

Требования к оформлению лабораторной работы.

В отчете указать цель, задачи, ход выполнения работы.


Сделать выводы.

## Тема 15. Нуклеиновые кислоты

### Лабораторная работа 12

Определение температуры плавления водородных связей

Соответствующие пары азотистых оснований нативной ДНК упорядоченно связаны между собой водородными связями, температура плавления которых носит характер одномо-

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

ментного кооперативного процесса. Поэтому при ис ДНК наблюдается ярко выраженный фазовый переход, т.е. в узком темперанных образцах ДНК, в которых водородные связи не упорядочены, последние разрушаются постепенно, при разных температурах. Таким образом, нативность ДНК. Замечено, что значение температуры «плавления» ДНК коррелирует с содержанием в ее молекуле ГЦ-пар.

**Исследуемый материал:** препарат ДНК.

**Реактивы:** стандартный солевой раствор, содержащий хлорид натрия (0,15 моль) и цитрат натрия (0,015 моль) в 1 л (рН=7,0).

**Оборудование:** спектрофотометр с термостатированной камерой.

**Ход работы.** Препарат ДНК растворяют (из расчета 10-20 мкг ДНК в 1 мл) в стандартном солевом растворе, разбавленном в 10 раз. Раствор помещают в кварцевую кювету (1 см) с герметической крышкой для предотвращения ных температурах в промежутке от 25 до 95°C с интервалом не более 5 °С и выдержкой при определенной температуре в течение 5–10 минут. Если наблюдается резкое изменение экстинкции при какой-либо температуре, это указывает на то, что исследуемая ДНК нативна; если рост экстинкции происходит постепенно, то ДНК частично денатурирована.

По результатам измерений строят кривую «плавления». Для этого по оси ординат откладывают отношение оптической плотности раствора при измеряемой температуре (t) к оптической плотности при 25 С, а по оси абсцисс – температуру. Точку плавления находят по кривой плавления. Она соответствует середине зоны подъема кривой относительной экстинкции.

Зависимость между точкой «плавления» и содержанием ГЦ-пар в ДНК определяют по формуле

$$C_{\text{ГЦ}} = 2,44 (t_{\text{пл}} - 69,3), \text{ где}$$

$C_{\text{ГЦ}}$  – содержание ГЦ пар в молярных процентах, 69,3 и 2,44 – постоянные коэффициенты

Средние данные получают из 3–4 параллельных опытов.

## Тема 16. Интеграция клеточного обмена

### Лабораторная работа №13

#### Качественные реакции на гормоны

**Цель работы:** познакомиться с некоторыми химическими свойствами готовых препаратов гормонов.

#### Задачи:

- проделать перечисленные ниже химические реакции;
- проанализировать полученные результаты и сделать вывод.

**Материал исследования:** 1%растворы инсулина и адреналина.

**Реактивы:**  $\text{HNO}_3$ (конц.), 10% раствора  $\text{NaOH}$ , 1% раствор  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , реактив Фояля (к 5% раствору  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$  прибавляют равный объем 30% раствора  $\text{NaOH}$  до растворения образовавшегося осадка), 1% раствор  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  (конц.), 1% раствор сульфаниловой кислоты, 5% раствор  $\text{NaNO}_2$ , 10% раствор  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .


**Приборы и оборудование:** пробирки, пипетки.

#### Экспериментальная часть

##### 1. Качественные реакции на инсулин.

**А) Реакция Геллера.** К 10 каплям концентрированной азотной кислоты осторожно по стенке пробирки приливают равный объем (10 капель) раствора инсулина. Пробирку наклоняют под углом 45° так, чтобы жидкости не смешивались. На границе двух жидкостей образуется белый аморфный осадок в виде небольшого кольца.

**Б) Биуретовая реакция.** К 10 каплям инсулина добавляют 5 капель 10% раствора

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

гидроксида натрия и 1 каплю 1% раствора сернокислой меди. Жидкость окрашивается в фиолетовый цвет.

**В) Реакция Фоля.** К 5 каплям раствора инсулина приливают 5 капель реактива Фоля и кипятят. Через 1-2 минуты при сгорании появляется бурый или черный осадок сернистого свинца.

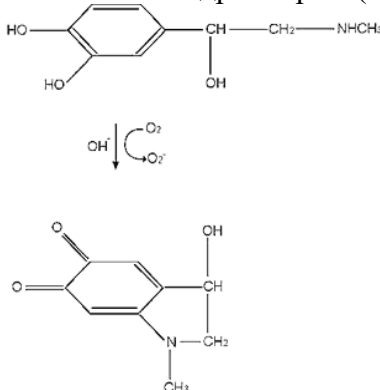
Результаты опыта запишите в таблицу 9.

Таблица 9.

Название реакции	Окраска	О чем свидетельствует окраска реакции?
Реакция Геллера		
Биуретовая реакция		
Реакция Фоля		

## 2. Качественные реакции на адреналин

По химической природе адреналин является производным пирокатехина. Он легко окисляется, превращаясь в неактивный хинон - адренохром (красного цвета):



Адренохром далее полимеризуется с образованием высокомолекулярного коричневого пигмента.

**А) Реакция с хлорным железом.** При взаимодействии адреналина с хлорным железом образуется зеленое комплексное соединение типа фенолята.

В пробирку вносят три капли 1% раствора адреналина и 1 каплю 1% раствора хлорного железа. Жидкость приобретает зеленое окрашивание. При добавлении 1 капли концентрированного аммиака окраска переходит в красную вследствие образования адренохрома, а затем в коричневую.

**Б) Диазореакция.** В результате взаимодействия адреналина с диазосоединениями образуются азокрасители. В пробирку вносят по 3 капли 1% раствора сульфаниловой кислоты, 5% раствора азотистокислого натрия, 5 капель раствора адреналина (1:1000) и 3 капли 10% раствора углекислого натрия. Жидкость окрашивается в красный цвет.


Результаты опыта запишите в таблицу 1.

Таблица 1.

Название реакции	Окраска	О чем свидетельствует окраска реакции?
Реакция с хлорным железом		
Диазореакция		

## Порядок работы

1. Получить у преподавателя задание.
2. Выполнить работу согласно методическим рекомендациям.
3. Оформить отчет.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

4. Вылить отработанные растворы, посуду вымыть. Сдать рабочее место.

#### Содержание отчета

1. Тема, цель и задачи работы.
2. Наблюдения.
3. Выводы по проделанной работе.


### 8 ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ

Данный вид работы не предусмотрен УП

### 9 ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ (ЗАЧЕТУ)

#### а) ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ


1. Биологическая химия как наука. Предмет, задачи, основные направления развития биохимии.
2. История развития биохимии. Хроника важных открытий в биохимии
3. Биомолекулы и клеточные структуры. Основные классы биомолекул.
4. Принципы организации живой материи
5. Принципы функционирования живой материи
6. Методы, используемые в биохимии: химические; физические; ферментативные методы, молекулярно-генетические.
7. Материалы для биохимических исследований
8. Общие представления об углеводах
9. Аномалии линейной структуры углеводов
10. Химические свойства углеводов
11. Строение и функции основных представителей дисахаридов
12. Строение и функции основных представителей полисахаридов
13. Переваривание углеводов
14. Катаболические и анаболические пути метаболизма углеводов в организме человека.
15. Всасывание моносахаридов в тонком кишечнике и их дальнейший транспорт. Глюкозные транспортеры
16. Особенности внутриклеточной локализации ферментов гликолиза.
17. Аэробный и анаэробный гликолиз. Молочная кислота как тупиковый метаболит.
18. Спиртовое брожение. Роль печени в метаболизме этанола.
19. Первичные субстраты глюконеогенеза и зависимость их включения в процесс от физиологического состояния организма.
20. Цикл Кори и его значение. Энергетическое значение процессов гликолиза и гликогенолиза.
21. Энергетический эффект полного окисления одной молекулы глюкозы до углекислого газа и воды.
22. Значение процессов гликолиза и гликогенолиза.
23. Включение других углеводов в процесс гликолиза.
24. Регуляция гликолиза. Факторы, влияющие на скорость реакций.
25. Пентозофосфатный цикл - путь прямого окисления глюкозы. Значение понятий "прямое окисление", "альтернативный путь" окисления углеводов. Значение пентозофосфатного пути. Участие  $\text{CO}_2$ , НАДФН<sub>2</sub> и пентоз в синтетических процессах.
26. Катаболизм глюкозы (гликолиз)
27. Биосинтез глюкозы (глюконеогенез)

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

28. Катаболизм гликогена (гликогенолиз)
29. Биосинтез гликогена (гликонеогенез)
30. Регуляция углеводного обмена
31. Общая характеристика липидов
32. Классификация, строение и функции жирных кислот
33. Характеристика неполярных липидов
34. Характеристика полярных липидов
35. Характеристика фосфолипидов
36. Характеристика сфинголипидов
37. Характеристика стероидов
38. Строение и функции клеточных мембран
39. Трансмембранный перенос веществ: простая и облегченная диффузии
40. Активный транспорт: симпорт, антипорт, унипорт
41. Работа  $K^+, Na^+$ -АТФ-азы
42. Переваривание липидов
43. Транспорт и мобилизация липидов
44. Окисление насыщенных жирных кислот
45. Окисление насыщенных жирных кислот. Энергетический баланс окисления жирных кислот Ожирение
46. Определение понятия белок. Классификация белков.
47. Аминокислотный состав белков. Классификация аминокислот
48. Физико-химические свойства аминокислот
49. Структурная организация белковых молекул: первичная и вторичная структура белка
50. Структурная организация белковых молекул: третичная и четвертичная структура белка
51. Общая характеристика азотистого обмена
52. Переваривание белков. Протеолиз тканевых белков
53. Васывание аминокислот. Транспорт аминокислот через клеточную мембрану
54. Реакции аминокислот (переаминирование, дезаминирование, декарбоксилирование)
55. Образование и утилизация аммиака.
56. Биосинтез мочевины
57. Определение понятия фермент. Биохимическая природа ферментов
58. Функции ферментов в живом организме. Специфические черты биологического катализа
59. Классификация ферментов
60. Уравнение скорости ферментативной реакции. Константы ферментативной реакции  $K_m$  и  $V_{max}$ . Единицы ферментативной активности
61. Строение фермента

#### б) ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ

1. Эффекты (факторы) ферментативного катализа
2. Влияние условий среды на скорость ферментативной реакции
3. Принципы регуляции ферментативной активности
4. Активирование и ингибирование ферментов
5. Коферменты и кофакторы
6. Классификация клеток по поступлению энергии
7. Строение и характеристика макроэргических соединений на примере АТФ
8. Субстратное фосфорилирование

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

9. Теории биологического окисления
10. Компоненты дыхательной цепи. Окислительное фосфорилирование
11. Основные положения хемиосмотической теории Митчелла
12. Разобщение дыхания и фосфорилирования
13. Характеристика основных метаболических путей
14. Реакции цикла Кребса
15. Энергетический баланс цикла Кребса
16. Общая характеристика нуклеиновых кислот
17. Многообразие мембранных структур и выполняемых ими функций.
18. Строение липидов, входящих в состав клеточных мембран: формулы фосфолипидов, гликолипидов, холестерина. Амфипатические свойства липидов мембран.
19. Белки мембран (интегральные, периферические): особенности структуры, свойства, функции. Взаимодействия белков и липидов в биологических мембранах.
20. Асимметрия мембран (примеры). Способность белков и липидов мембран к латеральной диффузии. Ограниченная возможность поперечной диффузии в мембранах.
21. Транспорт веществ через мембраны: простая и облегчённая диффузия, активный транспорт, экзо- и эндоцитоз, их особенности.
22.  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ -АТФ-аза, механизм действия, роль в поддержании трансмембранного потенциала и возбудимости мембраны.
23. Первичная структура нуклеиновых кислот. Нуклеотиды и нуклеозиды
24. Правила Чарггоффа
25. Вторичная структура ДНК
26. Особенности строения РНК и ее виды
27. Гибридизация нуклеиновых кислот
28. Строение хроматина и рибосом
29. Репликация ДНК
30. Транскрипция с ДНК
31. Понятие генетического код. Активирование аминокислот
32. Строение рибосом
33. Трансляция
34. Гетероциклические азотистые основания входят в составе природных нуклеотидов.
35. Пентозы мононуклеотидов и их конформации
36. Нуклеозиды. Структурные особенности пуриновых и пиримидиновые основания?
37. Биологическая роль нуклеотидов и их производных.
38. Различия в химическом составе ДНК и РНК
39. Суть принципа комплементарности в строении нуклеиновых кислот
40. Каковы функции ДНК и РНК в клетке
41. План строения зрелой мРНК
42. Особенности строения тРНК
43. Виды химических связей, участвующих в формировании первичной, вторичной и третичной структур нуклеиновых кислот.
44. Уровни компактизации ДНК.
45. Способы регуляции активности ферментов в клетке?
46. Механизмы регуляции количества ферментов
47. Пируват и ацетил-СоА как важнейшие ключевые метаболиты
48. Механизм действия гормонов белковой и пептидной природы
49. Механизм действия стероидных и тиреоидных гормонов
50. Определяет продолжительности воздействия гормонального сигнала?
51. Гормоны ПЖЖ, их химическая природа, механизм действия, клетки-мишени.



Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

52. Влияние инсулина на обмен углеводов, липидов, белков.


53. Влияние глюкагона на обмен углеводов и липидов.

### 10 САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ


Содержание, требования, условия и порядок организации самостоятельной работы обучающихся с учетом формы обучения определяется в соответствии с «Положением об организации самостоятельной работы обучающихся», утвержденным Ученым советом УлГУ (протокол №8/268 от 26.03.19 г.).

Форма обучения: очная.

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы	Объем в часах	Форма контроля
Тема 1. Предмет, задачи и история развития биохимии.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины. Подготовка к устному опросу. Подготовка к сдаче зачета.	2	тестирование во время аудиторных занятий; включение вопросов контрольных работ, на зачете
Тема 2. Углеводы	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины. Подготовка к устному опросу. Подготовка к сдаче зачета.	2	выборочная проверка во время аудиторных занятий; включение вопросов контрольных работ, на зачете
Тема 3. Липиды	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины. Подготовка к устному опросу. Подготовка к сдаче зачета.	4	выборочная проверка во время аудиторных занятий; включение вопросов контрольных работ, на зачете
Тема 4. Белки ( 1 часть)	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины. Подготовка к устному опросу. Подготовка к сдаче зачета.	2	выборочная проверка во время аудиторных занятий; включение вопросов контрольных работ, на зачете
Тема 5. Белки ( 2 часть)	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины. Подготовка к устному опросу. Подготовка к сдаче зачета.	4	выборочная проверка во время аудиторных занятий; включение вопросов контрольных работ, на зачете
Тема 6. Ферменты (часть 1)	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины. Подготовка к устному опросу. Подготовка к сдаче зачета.	4	выборочная проверка во время аудиторных занятий; включение вопросов контрольных работ, на зачете

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

			на зачете
Тема 7. Ферменты (часть 2)	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины. Подготовка к устному опросу. Подготовка к сдаче зачета.	4	выборочная проверка во время аудиторных занятий; включение вопросов контрольных работ, на эзачете
Тема 8. Энергетические процессы в живом организме	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины. Подготовка к устному опросу. Подготовка к сдаче экзамена.	2	выборочная проверка во время аудиторных занятий; включение вопросов контрольных работ, на зачете
Тема 9. Промежуточный обмен.	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины. Подготовка к устному опросу. Подготовка к сдаче экзамена.	2	выборочная проверка во время аудиторных занятий; включение вопросов контрольных работ, на экзамене
Тема 10. Метаболизм углеводов (часть 1)	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины. Подготовка к устному опросу. Подготовка к сдаче экзамена.	4	выборочная проверка во время аудиторных занятий; включение вопросов контрольных работ, на экзамене
Тема 11. Метаболизм углеводов (часть 2)	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины. Подготовка к устному опросу. Подготовка к сдаче экзамена.	2	выборочная проверка во время аудиторных занятий; включение вопросов контрольных работ, на экзамене
Тема 12. Метаболизм липидов	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины. Подготовка к устному опросу. Подготовка к сдаче экзамена.	2	выборочная проверка во время аудиторных занятий; включение вопросов контрольных работ, на экзамене
Тема 13. Метаболизм белков	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины. Подготовка к устному опросу. Подготовка к сдаче экзамена.	2	выборочная проверка во время аудиторных занятий; включение вопросов контрольных работ, на экзамене
Тема 14. Строение и функции клеточной мембраны	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины. Подготовка к устному опросу.	2	выборочная проверка во время аудиторных занятий; включение вопросов кон-

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

	Подготовка к сдаче экзамена.		тронных работ, на экзамене
Тема 15. Нуклеиновые кислоты	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины. Подготовка к устному опросу. Подготовка к сдаче экзамена.	2	выборочная проверка во время аудиторных занятий; включение вопросов контрольных работ, на экзамене
Тема 16. Интеграция клеточного обмена	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины. Подготовка к устному опросу. Подготовка к сдаче экзамена.	2	выборочная проверка во время аудиторных занятий; включение вопросов контрольных работ, на экзамене
Подготовка к экзамену		36	

## 11 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) Список рекомендуемой литературы

#### Основная :

1. Комов, В. П. Биохимия : учебник для академического бакалавриата / В. П. Комов, В. Н. Шведова ; под общей редакцией В. П. Комова. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2016. — 640 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-3929-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/396209> .

2. Комов, В. П. Биохимия в 2 ч. Часть 1. : учебник для академического бакалавриата / В. П. Комов, В. Н. Шведова ; под общей редакцией В. П. Комова. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 333 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-02059-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/444950> .

3. Комов, В. П. Биохимия в 2 ч. Часть 2. : учебник для академического бакалавриата / В. П. Комов, В. Н. Шведова ; под общей редакцией В. П. Комова. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 315 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-02061-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/444951>


#### Дополнительная

1. Ершов, Ю. А. Биохимия : учебник и практикум для академического бакалавриата / Ю. А. Ершов, Н. И. Зайцева ; под редакцией С. И. Щукина. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 323 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-07505-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/433688>

2. Березов, Т. Т. Биологическая химия : учебник / Березов Т. Т. , Коровкин Б. Ф. - 3-е изд. , стереотипное. - Москва : Медицина, 2008. - 704 с. (Учеб. лит. Для студентов мед. Вузов) - ISBN 5-225-04685-1. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5225046851.html>

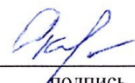
#### Учебно-методическая

1. Пантелеев С. В. Химические основы биологических процессов: учебно-

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

методическое пособие для выполнения лабораторных работ и самостоятельной работы студентов 4 курса экологического факультета направления подготовки бакалавриата 04.03.01 – Химия / С. В. Пантелеев. - Ульяновск : УлГУ, 2019. - 68 с. - Неопубликованный ресурс. - URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/10836> . - Режим доступа: ЭБС УлГУ. - Текст : электронный.

Согласовано:

Начальник отдела НБ УлГУ / Окунева И.А./            **16.05.2022**  
 Должность сотрудника научной библиотеки      ФИО      Подпись

б) программное обеспечение

1. Microsoft Office
2. ОС Windows Professional
3. Антиплагиат ВУЗ

*Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы*

### **1. Электронно-библиотечные системы:**

1.1. Цифровой образовательный ресурс IPRsmart : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». - Саратов, [2022]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.2. Образовательная платформа ЮРАЙТ : образовательный ресурс, электронная библиотека : сайт / ООО Электронное издательство ЮРАЙТ. – Москва, [2022]. - URL: <https://urait.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.3. База данных «Электронная библиотека технического ВУЗа (ЭБС «Консультант студента») : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Политехресурс. – Москва, [2022]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.4. Консультант врача. Электронная медицинская библиотека : база данных : сайт / ООО Высшая школа организации и управления здравоохранением-Комплексный медицинский консалтинг. – Москва, [2022]. – URL: <https://www.rosmedlib.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.


1.5. Большая медицинская библиотека : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Букап. – Томск, [2022]. – URL: <https://www.books-up.ru/ru/library/> . – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.6. ЭБС Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС Лань. – Санкт-Петербург, [2022]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.7. ЭБС **Znanium.com** : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Знаниум. - Москва, [2022]. - URL: <http://znanium.com> . – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.8. Clinical Collection : научно-информационная база данных EBSCO // EBSCOhost : [портал]. – URL: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/search/advanced?vid=1&sid=9f57a3e1-1191-414b-8763-e97828f9f7e1%40sessionmgr102> . – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

1.9. База данных «Русский как иностранный» : электронно-образовательный ресурс для иностранных студентов : сайт / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». – Саратов, [2022]. – URL: <https://ros-edu.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

: электронный.

**2. КонсультантПлюс** [Электронный ресурс]: справочная правовая система. /ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : КонсультантПлюс, [2022].

**3. Базы данных периодических изданий:**

3.1. База данных периодических изданий EastView : электронные журналы / ООО ИВИС. - Москва, [2022]. – URL: <https://dlib.eastview.com/browse/udb/12>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

3.2. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека : сайт / ООО Научная Электронная Библиотека. – Москва, [2022]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

3.3. Электронная библиотека «Издательского дома «Гребенников» (Grebinnikon) : электронная библиотека / ООО ИД Гребенников. – Москва, [2022]. – URL: <https://id2.action-media.ru/Personal/Products>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

**4. Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека»** : электронная библиотека : сайт / ФГБУ РГБ. – Москва, [2022]. – URL: <https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

**5. SMART Imagebase : научно-информационная база данных EBSCO** // EBSCOhost : [портал]. – URL: <https://ebSCO.smartimagebase.com/?TOKEN=EBSCO-1a2ff8c55aa76d8229047223a7d6dc9c&custid=s6895741>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Изображение : электронные.

**6. Федеральные информационно-образовательные порталы:**


6.1. [Единое окно доступа к образовательным ресурсам](http://window.edu.ru/) : федеральный портал . – URL: <http://window.edu.ru/>. – Текст : электронный.

6.2. [Российское образование](http://www.edu.ru) : федеральный портал / учредитель ФГАУ «ФИЦТО». – URL: <http://www.edu.ru>. – Текст : электронный.

**7. Образовательные ресурсы УлГУ:**

7.1. Электронная библиотечная система УлГУ: модуль «Электронная библиотека» АБИС Мега-ПРО / ООО «Дата Экспресс». – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.


Согласовано:

Зам. начальника УИТиТ / Ключкова А.В. /  16.05.2022 г.  
Должность сотрудника УИТиТ ФИО подпись дата

## 12 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ

Учебная аудитория 212 для проведения лекций, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (с набором демонстрационного оборудования для обеспечения тематических иллюстраций в соответствии с рабочей программой дисциплины). Помещение укомплектовано специализированной мебелью на 24 посадочных мест и техническими средствами: экран настенный, доска аудиторная. Рабочее место преподавателя, WI-FI, интернет. Площадь 42,93 кв.м.

Учебная аудитория 216 для проведения, занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (с набором демонстрационного оборудования для обеспечения тематических иллюстра-

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

ций в соответствии с рабочей программой дисциплины). Помещение укомплектовано специализированной мебелью на 16 посадочных мест и техническими средствами: экран настенный, доска аудиторная. Рабочее место преподавателя, WI-FI, интернет. Площадь 42,93 кв. м.

Учебная аудитория для самостоятельной работы студентов 230 с доступом к ЭБС. Для самостоятельной работы студентов, Wi-Fi с доступом к ЭИОС, ЭБС. Компьютерный класс укомплектованный специализированной мебелью на 32 посадочных места и техническими средствами обучения (16 персональных компьютеров) с доступом к сети «Интернет», ЭИОС, ЭБС. Площадь 93,51 кв. м.

Читальный зал научной библиотеки (аудитория 237) с зоной для самостоятельной работы, Wi-Fi с доступом к ЭИОС, ЭБС. Аудитория укомплектована специализированной мебелью на 80 посадочных мест и оснащена компьютерной техникой с доступом к сети «Интернет», ЭИОС, ЭБС, экраном и проектором. Площадь 220,39 кв. м.

### 13 СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;
- для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;
- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий, организация работы ППС с обучающимися с ОВЗ и инвалидами предусматривается в электронной информационно-образовательной среде с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

Разработчик: \_\_\_\_\_



доцент С.В. Пантелеев 16.05.2022