


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

**УТВЕРЖДЕНО**

решиением Ученого совета института медицины,  
экологии и физической культуры  
от 22 июня 2020 г., протокол № 10/220

Мидленко В.И.  
22 июня 2020 г.



### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	Биологическая химия
Факультет	Экологический
Наименование кафедры	Кафедра общей и биологической химии
Курс	3 курс

Направление (специальность): **33.05.01. «Фармация» (уровень специалитет)**

Направленность (профиль/специализация): **Управление фармацевтической деятельностью**

Форма обучения: **очная**

Дата введения в учебный процесс УлГУ: **01 сентября 2020 г.**

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № 11 от 27.05 2021 г.

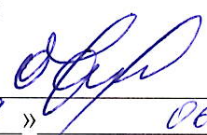
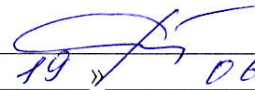
Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № 10 от 27.05 2022 г.


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

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

Сведения о разработчиках:

ФИО	Кафедра	Должность, ученая степень, звание
Терёхина Н.В.	Общей и биологической химии	К.б.н., доцент

СОГЛАСОВАНО	СОГЛАСОВАНО
Заведующий кафедрой, реализующей дисциплину	Заведующий выпускающей кафедрой
Зав.кафедрой общей и биологической химии	Зав.кафедрой общей и клинической фармакологии с курсом микробиологии
 /Шроль О.Ю./ « <u>19</u> » <u>06</u> <u>2020</u> г.	 /Маркевич М.П./ « <u>19</u> » <u>06</u> <u>2020</u> г.

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цели освоения дисциплины:

- формирование системных знаний о химическом составе и молекулярных процессах организма человека как о характеристиках нормы и о признаках патологических состояний, необходимых при изучении последующих дисциплин и при профессиональной деятельности.
- формирование системных знаний, которые необходимы студентам при рассмотрении биохимической сущности и механизмов процессов, происходящих в живых системах на молекулярном и клеточном уровнях.
- формирование биохимического подхода при оценке параметров этих процессов, что позволит более глубоко понять взаимодействие всех систем организма в норме и при патологии, а также его взаимодействие с окружающей средой.

### Задачи освоения дисциплины:

1. освещение ключевых вопросов программы; материал лекций призван стимулировать студентов к последующей самостоятельной работе.
2. формирование умений и навыков для решения проблемных и ситуационных задач;
3. формирование практических навыков постановки и выполнения экспериментальной работы.


## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП:

- Дисциплина «Биологическая химия» относится к профессиональному циклу, базовая часть (Б1.Б.33).
- Для изучения дисциплины необходимы знания вопросов предшествующих изучаемых дисциплин – биология, химия, анатомия, физиология.
- Изучение данной дисциплины приведет к
  - формированию комплекса знаний, которые необходимы студентам при рассмотрении биохимической сущности и механизмов процессов, происходящих в живых системах на молекулярном и клеточном уровнях.
  - формированию биохимического подхода при оценке параметров этих процессов, что позволит более глубоко понять взаимодействие всех систем организма в норме и при патологии, а также его отношения с окружающей средой.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ, СО- ОТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Изучение дисциплины «Биологическая химия» в рамках освоения ОПОП 33.05.01 Фармация направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:
1	ОПК-1	способен использовать основные биологические, физико-химические, химические, математические	<b>Знать</b> биологические, физико-химические, химические, математические методы  <b>Уметь:</b>

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		


		методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов	применять математические методы, физические и химические законы для решения практических задач; <b>Владеть:</b> навыками изложения самостоятельной точки зрения, анализа и логического мышления
2	<b>ОПК-2</b>	способен применять знания морфофункциональных особенностей, физиологических состояниях патологических процессах в организме человека для решения профессиональных задач	<b>Знать</b> Метаболические пути превращения углеводов, липидов, аминокислот, пуриновых и пиримидиновых оснований, роль клеточных мембран и их транспортных систем в обмене веществ. <b>Уметь</b> Пользоваться физическим, химическим и биологическим оборудованием. <b>Владеть</b> Понятием ограничения в достоверности и специфике наиболее часто встречающихся лабораторных тестов.

#### 4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего): 6 ЗЕ

4.2. По видам учебной работы (в часах): 216

Вид учебной работы	Количество часов 216		
	Всего по плану	в т.ч. по семестрам	
		5	
1	2	3	
Контактная работа обучающихся с преподавателем	108	108	
Аудиторные занятия:			
Лекции	36/4*	36/4*	
Практические и семинарские занятия	-	-	
Лабораторные работы (лабораторный практикум)	72/8*	72/8*	
Самостоятельная работа	72	72	
Текущий контроль (количество и вид: контрольная работа, коллоквиум, реферат)	Тестирование, устный опрос, защита лабораторных работ	Тестирование, устный опрос, защита лабораторных работ	
Курсовая работа	не предусмотрена	не предусмотрена	
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	экзамен 36	экзамен 36	


Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

Всего часов по дисциплине	216/12*	216/12*	
---------------------------	---------	---------	--


\*-количество часов, проводимых в интерактивной форме

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

Название и разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий			Форма текущего контроля знаний
		Аудиторные занятия		Самостоятельная работа	
		лекции	лабораторная работа		
Раздел 1. Статическая биохимия					
1. Предмет, задачи и история развития биохимии. Связь с медициной.	4	1	-	3	Тестирование, устный опрос, защита лабораторных работ
2. Строение, свойства и функции белков	11	2*	6	3	Тестирование, устный опрос, защита лабораторных работ
3. Ферменты, классификация, строение, свойства, функции и механизм действия	11	2	6	3	Тестирование, устный опрос, защита лабораторных работ
4. Строение и функции нуклеиновых кислот	11	2	6	3	Тестирование, устный опрос, защита лабораторных работ
5. Биосинтез нуклеиновых кислот и белка	10	1	6	3	Тестирование, устный опрос, защита лабораторных работ
6. Молекулярные механизмы генетической изменчивости	10	1	6	3	Тестирование, устный опрос, защита лабораторных работ
Раздел 2. Динамическая биохимия.					
1. Введение в обмен веществ. Витамины.	4	1	-	3	Тестирование, устный опрос, защита лабораторных работ

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		


					работ
2. Биологические мембраны. Транспорт веществ через мембрану	10	1	6	3	Тестирование, устный опрос, защита лабораторных работ
3. Энергетический обмен.	11	2	6	3	Тестирование, устный опрос, защита лабораторных работ
4. Общий путь катаболизма	11	2*	6	3	Тестирование, устный опрос, защита лабораторных работ
5. Обмен и функции углеводов	12	2	6	4	Тестирование, устный опрос, защита лабораторных работ
6. Обмен и функции липидов	12	2	6	4	Тестирование, устный опрос, защита лабораторных работ
7. Обмен и функции аминокислот	11	2	6	3	Тестирование, устный опрос, защита лабораторных работ
8. Обмен и функции нуклеотидов	12	2	6	4	Тестирование, устный опрос, защита лабораторных работ
<b>Раздел 3. Функциональная биохимия</b>					
1. Гормональная регуляция обмена веществ. Гормоны гипоталамуса и гипофиза. Гормональная регуляция углеводного, белкового и липидного обмена; водно-минерального обмена. Роль почек в регуляции водно-минерального обмена.	12	2	6	4	Тестирование, устный опрос, защита лабораторных работ
2. Регуляция обмена $Ca^{2+}$	6	2		4	Тестирование,

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

и фосфатов. Половые гормоны. Гормоны щитовидной железы. Гормоны местного действия					устный опрос, защита лабораторных работ
3. Биохимия межклеточного матрикса	10	1	6	3	Тестирование, устный опрос, защита лабораторных работ
4. Биохимия мышц	10	1	6	3	Тестирование, устный опрос, защита лабораторных работ
5. Биохимия крови. Биохимический анализ крови	11	2	6	3	Тестирование, устный опрос, защита лабораторных работ
6. Биохимия иммунной системы.	10	1	6/4*	3	Тестирование, устный опрос, защита лабораторных работ
7. Биохимия печени	11	1	6/4*	4	Тестирование, устный опрос, защита лабораторных работ
8. Биохимия нервной системы. Биохимия памяти.	3	2	-	1	Тестирование, устный опрос, защита лабораторных работ
9. Фармацевтическая биохимия. Метаболизм лекарств.	3	1	-	2	Тестирование, устный опрос, защита лабораторных работ
Итого	180	36/4*	72/8*	72	

### **Используемые интерактивные образовательные технологии**

В процессе изучения дисциплины, с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся, наряду с традиционными видами занятий, проводятся занятия в интерактивных формах: компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр-семинаров, разбор конкретных ситуаций, в сочетании с внеаудиторной работой. В рамках учебного курса предусмотрены встречи с представителями российских и зарубежных университетов и научных организаций, мастер-классы экспертов и специалистов.

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

Лекции проводятся в следующих формах: лекция-визуализация (с использованием различных форм наглядности: компьютерные симуляции, рисунки, фото, схемы и таблицы), лекция-консультация (осуществляемая в формате «вопросы – ответы»), проблемная лекция и лекция с заранее запланированными ошибками.

Практические занятия проводятся в следующих формах: коллективный разбор решения ситуационных задач на основе анализа подобных задач, анализ результатов демонстрационного эксперимента, а также выполнение исследовательских работ частично-поискового характера.

## **5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### ***Раздел 1. Статическая биохимия***

#### ***Тема 1. Предмет, задачи и история развития биохимии. Связь с медициной.***

Предмет и задачи биологической химии. Обмен веществ и энергии, иерархическая и структурная организация и самовоспроизведение как важнейшие признаки живой материи. Гетеротрофные и автотрофные организмы. Мультимолекулярные системы (метаболические цепи, мембранные процессы, системы синтеза биополимеров, молекулярные регуляторные системы) как основные объекты биохимического исследования. Место биохимии среди других дисциплин; уровни организации живого. Биохимия как молекулярный уровень изучения явлений жизни. Основные разделы и направления в биохимии: биоорганическая химия, динамическая и функциональная биохимия, молекулярная биология. Биохимия и медицина (медицинская биохимия). История, основные достижения и направления развития биохимии.


#### ***Тема 2. Строение, свойства и функции белков.***

История изучения белков. Пептидная теория строения белков. Пептидная (амидная) связь и ее свойства. Первичная структура белков. Зависимость биологических свойств белков от первичной структуры. Видовая специфичность первичной структуры белков (инсулины разных животных). Основные аминокислоты; классификация. Нестандартные аминокислоты. Конформация пептидных цепей в белках (вторичная и третичная структуры). Слабые внутримолекулярные взаимодействия в полипептидной цепи (водородные связи ближнего порядка, ионного и гидрофобного взаимодействия), дисульфидные связи. Зависимость биологических свойств белков от вторичной и третичной структуры. Денатурация белков; обратимость денатурации (ренатурация).

Глобулярные и фибриллярные белки. Простые и сложные белки. Четвертичная структура. Физико-химические свойства белков: растворимость, ионизация, гидратация; осаждение белков из растворов. Методы выделения, очистки и количественного измерения концентрации белков. Экспериментальное определение последовательности аминокислот в полипептидной цепи.

Четвертичная структура белков. Зависимость биологической активности белка от четвертичной структуры; понятие субъединицы; кооперативные изменения конформации субъединиц протомеров (на примере гемоглобина в сравнении с миоглобином): сродство к кислороду, эффект Бора. Молекулярные болезни (на примере аномальных форм гемоглобина).

Биологические функции белков. Способность к специфическим взаимодействиям («узнавание») как основа биологических функций всех белков. Комплементарность структуры центра связывания белка структуре лиганда. Обратимость связывания; зависимость связывания от концентрации лиганда. Ферменты, белки-рецепторы, транспортные белки, антитела, белковые гормоны, сократительные белки, структурные

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

белки. Многообразие структурно и функционально различных белков. Количественное определение индивидуальных белков на основе специфичности связывания лиганда, специфичности катализа.

Методы выделения индивидуальных белков: фракционирование солями и органическими растворителями, ионообменная хроматография. Электрофорез, гельфильтрация, афинная хроматография.

Кристаллизация белков. Различия белкового состава органов. Изменение белкового состава при онтогенезе и болезнях.

### ***Тема 3. Ферменты, классификация, строение, свойства, функции и механизм действия***

История открытия и изучения ферментов. Особенности ферментативного катализа и его отличие от неферментативного катализа. Структурно-функциональная организация ферментов. Специфичность действия ферментов. Классификация и номенклатура ферментов. Изоферменты. Кинетика ферментативных реакций. Зависимость ферментативных реакций от температуры, pH, концентраций фермента и субстрата. Единицы измерения активности и количества ферментов. Кофакторы ферментов: ионы металлов и коферменты. Коферментные функции витаминов (на примере трансаминаз и витамина В<sub>6</sub>).

Ингибиторы ферментов: обратимые и необратимые; конкурентные и неконкурентные. Лекарственные препараты – ингибиторы ферментов. Регуляция действия ферментов: аллостерические модуляторы (ингибиторы и активаторы). Активный центр, строение и механизмы функционирования; каталитические и регуляторные центры; четвертичная структура аллостерических ферментов и кооперативные изменения конформации субъединиц фермента. Регуляция активности ферментов путем ковалентной модификации фосфорилирования и дефосфорилирования, метилирования и др. понятие регуляторного фермента.

Органоспецифические ферменты. Изоферменты и их изменчивость в онтогенезе и значение для диагностики заболеваний (на примере ЛДГ, МДГ и др.). Изменения активности ферментов при болезнях. Наследственные энзимопатии. Определение ферментов в плазме крови с целью диагностики болезней (энзимодиагностика). Применение ферментов для лечения болезней (энзимотерапия). Имобилизованные ферменты.

### ***Тема 4. Строение и функции нуклеиновых кислот.***

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


### ***Тема 5. Биосинтез нуклеиновых кислот и белка***

Биосинтез ДНК (репликация). Репликация и ее связь с фазами клеточного цикла. Реакции процесса; ДНК – полимеразы; и другие ферменты репликативного комплекса; соответствие первичной структуры продукта реакции первичной структуре матрицы. Репликация вирусного генома разных типов. Повреждения и репарация ДНК. Наследственные заболевания, связанные с нарушением механизма репарации.

Биосинтез РНК (транскрипция). РНК – полимеразы; стехиометрия реакции; ДНК как матрица. Понятие о первичном транскрипте (гетерогенной ядерной РНК), посттранскрипционной модификации РНК (созревание или процессинг),.

Биосинтез белков. Матричная РНК. Основной постулат молекулярной биологии



Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

(ДНК – мРНК – белок). Свойства генетического кода. Теория неоднозначного соответствия (теория качаний). Адапторная роль транспортной РНК. Биосинтез аминокислот – тРНК. Изоакцепторные тРНК.

Последовательность событий при образовании полипептидной цепи: связывание рибосом с мРНК, связывание аминокислот тРНК с рибосомой и мРНК, образование пептидной связи, транслокация пептидил – тРНК. Терминация синтеза. Белковые комплексы, осуществляющие процесс трансляции. Функционирование полирибосом. Синтетические лекарственные препараты, влияющие на матричные синтезы. Антибиотики – ингибиторы синтеза нуклеиновых кислот и белков.

Посттрансляционная модификация белков в эндоплазматическом ретикулуме и аппарате Гольджи.

Регуляция биосинтеза белков. Понятие об опероне и регуляция на уровне транскрипции. Регуляция на уровне репликации и трансляции. Транспорт белков в клетке и встраивание их в мембраны.


### ***Тема 6. Молекулярные механизмы генетической изменчивости.***

Мутагенез. Молекулярные мутации: замены, перестановки делеции, вставки нуклеотидов. Частота мутаций, зависимость от условий среды (радиация, химические мутагены). Механизмы увеличения числа генов в геноме в ходе биологической эволюции. Генотипическая гетерогенность в популяции человека. Рекомбинации как источник генетической изменчивости.

Полиморфизм белков. Варианты гемоглобина, некоторых ферментов. Система групп крови.

Наследственные болезни; распространенность и происхождение дефектов в генотипе; биохимические механизмы развития болезни. Многообразие наследственных болезней. Биохимические методы в генетической консультации и в диагностике наследственных болезней. Наследственная предрасположенность к некоторым болезням (биохимические основы). Международная исследовательская программа “Геном человека”. Генная инженерия. ДНК-полимеразная цепная реакция (ПЦР) как метод изучения генома и метод диагностики болезней.

### ***Раздел 2. Динамическая биохимия.***

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

### ***Тема 1. Введение в обмен веществ. Витамины.***

Обмен веществ: питание, метаболизм и выделение продуктов метаболизма. Состав пищи человека. Органические и минеральные компоненты. Основные и минорные компоненты.

Основные пищевые вещества: углеводы, жиры, белки; суточная потребность, переваривание; частичная взаимозаменяемость при питании. Незаменимые компоненты основных пищевых веществ. Независимые аминокислоты; пищевая ценность разных белков. Белковая недостаточность. Линолевая кислота – незаменимая жирная кислота.

Витамины. Классификация витаминов. История открытия и изучения витаминов. Функции витаминов. Алиментарные и вторичные авитаминозы и гиповитаминозы. Гипервитаминозы.

Минеральные вещества пищи. Региональные патологии, связанные с недостатком микроэлементов в пище и воде.

Понятие о метаболизме, центральных метаболических путях (катаболизм, анаболизм, амфиболизм). Ферменты и метаболизм. Понятие о регуляции метаболизма. Концентрация метаболитов: пределы изменений в норме и при патологии. Основные конечные продукты метаболизма у человека: углекислый газ, мочевины. Другие продукты выделения.

Методы изучения обмена веществ.

### ***Тема 2. Биологические мембраны. Транспорт веществ через мембрану***

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. Первичный активный транспорт, транспортные АТФазы, вторичный активный транспорт углеводов и аминокислот. Унипорт и котранспорт; симпорт и антипорт.

Разнообразие мембранных структур и функций мембран. Образование, строение, функции лизосом. Аутолиз тканей. Роль повреждения лизосом при воспалении и других патологических процессах. Мембранные белки- рецепторы; трансмембранная передача сигналов в клетку. Антибиотики как транспортные системы.

### ***Тема 3. Энергетический обмен.***

Строение митохондрий и структурная организация дыхательной цепи (цепи переноса электронов). Дегидрирование субстратов и окисление водорода (образование воды) как источник энергии для синтеза АТФ. НАД-зависимые и флавиновые дегидрогеназы. НАДН-дегидрогеназы, убихинол-дегидрогеназа (цитохром С редуктаза). Цитохром С оксидаза.

Окислительное фосфорилирование, коэффициент P/O. Сопряжение дыхания и окислительного фосфорилирования. Трансмембранный электрохимический потенциал как промежуточная форма энергии при окислительном фосфорилировании. Механизм синтеза АТФ, катализируемый АТФ-синтетазой. Регуляция цепи переноса электронов (дыхательный контроль).

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

Разобщение тканевого дыхания и окислительного фосфорилирования. Терморегуляторная функция тканевого дыхания. Природный механизм разобщения и холоддовая адаптация.

Нарушения энергетического обмена; гипоксические состояния. Витамины РР и В<sub>6</sub>. Проявления авитаминоза. Возрастная характеристика энергетического обеспечения организма питательными веществами.

#### ***Тема 4. Общий путь катаболизма.***

Катаболизм основных пищевых веществ - углеводов, жиров, белков (аминокислот); понятие о специфических путях катаболизма (до образования пирувата из углеводов и большинства аминокислот и до образования ацетил-КоА из жирных кислот и некоторых аминокислот) и общем пути катаболизма (окисление пирувата до ацетил-КоА).

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. Образование углекислого газа при тканевом дыхании. Амфиболическая природа цикла лимонной кислоты, его связь с анаболическими процессами. Понятие об анаэробных реакциях. Витамин В<sub>1</sub> и пантотеновая кислота. Проявления авитаминоза.

#### ***Тема 5. Обмен и функции углеводов.***

Основные углеводы животных, их содержание в тканях, биологическая роль. Основные углеводы пищи. Переваривание и всасывание углеводов в желудочно-кишечном тракте.

Катаболизм глюкозы (гликолиз). Распад в аэробных условиях - основной путь катаболизма глюкозы у человека. Последовательность реакций до образования пирувата (гликолиз) как специфический для глюкозы путь катаболизма. Регуляция процесса, лимитирующие реакции. Челночные механизмы (глицерофосфат-диоксиацетатный, малат - аспартатный, ацетоцетат - р-оксибутират-ный). Распространение и физиологическое значение распада глюкозы. Использование глюкозы в аэробных условиях для синтеза жиров в печени и жировой ткани. Особенности протекания гликолиза в анаэробных условиях.


Эффект Пастера. Биосинтез глюкозы (глюконеогенез) из молочной кислоты. Взаимосвязь гликолиза в мышцах и глюконеогенеза в печени (цикл Кори). Основные источники субстратов для глюконеогенеза (лактат, пируват, гликогеновые аминокислоты и др.).

Пентозофосфатный путь превращений глюкозы. Окислительные реакции. Суммарные результаты пентозофосфатного пути: образование НАДФН и пентоз. Распространение и физиологическое значение. Пентозофосфатный путь и фотосинтез. Взаимопревращения гексоз. Обмен фруктозы и галактозы.

Свойства и распространение гликогена как резервного полисахарида. Биосинтез гликогена. Мобилизация гликогена. Аллостерическая и гормональная регуляция процессов. Особенности обмена глюкозы в разных органах и клетках: эритроциты, мозг, мышцы, жировая ткань, печень. Роль инсулина, глюкагона, адреналина, аденилатциклазной системы и протеинкиназ.

Представление о строении и функциях углеводной части гликопротеинов. Сиаловые кислоты.

Наследственные нарушения обмена моносахаридов и дисахаридов; галактоземия,

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

непереносимость фруктозы, непереносимость дисахаридов. Гликогенозы и агликогенозы.

### **Тема 6. Обмен и функции липидов.**

Важнейшие липиды тканей человека. Резервные липиды (жиры) и липиды мембран (сложные липиды).

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. Нарушения переваривания и всасывания. Ресинтез триацилглицеролов в стенке кишечника. Транспортные липопротеины, их состав и строение, специфичность и взаимопревращения. Образование хиломикрон и транспорт жиров. Биосинтез жиров из углеводов в печени, упаковка в ЛОНП и транспорт.

Гиперлипидемия.

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.

Обмен стероидов. Холестерин как предшественник ряда других стероидов. Представление о биосинтезе холестерина. Восстановление гидроксиметилглутарил-КоА (ГМГ) в мевалоновую кислоту. Регуляция синтеза холестерина. Превращение холестерина в желчные кислоты, и регуляция процесса. Выведение желчных кислот и холестерина из организма. Обмен транспортных липопротеинов. Механизмы и маршруты транспорта жиров и холестерина. Гиперхолестеремия и ее причины. Механизмы возникновения желчекаменной болезни (холестероловые камни). Биохимия атеросклероза. Механизм образования атеросклеротических бляшек. Биохимические основы лечения гиперхолестеремии и атеросклероза.

Основные фосфолипиды и гликолипиды тканей человека: глицерофосфолипиды (фосфатидилхолины, фосфатидилэтаноламины, фосфатидилсерин), сфингофосфолипиды, гликоглицеролипиды, гликофинголипиды. Представление о биосинтезе в ЭПР и катаболизме этих соединений. Функции фосфолипидов и гликолипидов. Сфинголипидозы.


### **Тема 7. Обмен и функции и аминокислот.**

Общая схема источников и путей расходования аминокислот в тканях. Динамическое состояние белков в организме.

Переваривание белков. Протеиназы - пепсин, трипсин, химотрипсин; проферменты протеиназ и механизмы их превращения в ферменты; субстратная специфичность протеиназ (избирательность гидролиза пептидных связей). Экзопептидазы: карбоксипептидаза, аминопептидазы, дипептидазы. Всасывание аминокислот. Диагностическое значение биохимического анализа желудочного и дуоденального сока. Протеиназы поджелудочной железы и панкреатиты. Применение ингибиторов протеаз для лечения панкреатитов.

Трансаминирование: аминотрансферазы, коферментная функция витамина В<sub>6</sub>. Специфичность аминотрансфераз. Аминокислоты, участвующие в трансаминировании; особая роль глутаминовой кислоты. Биологическое значение реакций трансаминирования. Определение трансаминаз в сыворотке крови при диагностике инфаркта миокарда, заболевания печени. Окислительное дезаминирование аминокислот; глутатдегидрогеназа. Непрямое дезаминирование аминокислот. Биологическое значение дезаминирования аминокислот. Декарбоксилирование аминокислот, модификация боковой цепи.

Конечные продукты азотистого обмена: соли аммония и мочевины. Основные источники аммиака в организме. Роль глутамина в обезвреживании и транспорте аммиака. Глутамин

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

как донор амидной группы при синтезе ряда соединений. Глутаминаза почек; образование и выведение солей аммония. Активация глутаминазы почек при ацидозе. Биосинтез мочевины и его регуляция. Связь орнитинового цикла с превращениями фумаровой и аспаргиновой кислот; происхождение атомов азота мочевины. Нарушения синтеза и выведение мочевины. Гипераммониемия.

Биогенные амины: гистидин, серотонин, гамма-аминомасляная кислота, катехоламины. Происхождение; функции. Дезаминирование и гидроксирование биогенных аминов.

Трансметилирование. Метионин и 5-аденозилметионин. Синтез креатина, адреналина, фосфатидилхолинов. Тетрагидрофолиевая кислота и синтез одноуглеродных групп; использование одноуглеродных групп, переносимых тетрагидрофолиевой кислотой. Метилирование гомоцистеина. Проявление недостаточности фолиевой кислоты. Антивитамины фолиевой кислоты. Сульфаниламидные препараты.

Обмен фенилаланина и тирозина. Фенилкетонурия: биохимический дефект, проявление болезни, методы предупреждения (генетическая консультация), диагностика и лечение. Алкаптонурия. Нарушение синтеза дофамина при паркинсонизме. Обмен глицина и серина и треонина.

Обмен безазотистого остатка аминокислот. Гликогенные и кетогенные аминокислоты. Синтез глюкозы из аминокислот. Синтез аминокислот из глюкозы. Аминокислоты как лекарственные препараты.

#### ***Тема 8. Обмен и функции нуклеотидов.***

Катаболизм нуклеотидов в желудочно-кишечном тракте. Нуклеазы пищеварительного тракта и тканей.

Обмен пуриновых нуклеотидов. Катаболизм пуриновых нуклеотидов в тканях, образование мочевой кислоты. Регуляция катаболизма пуриновых оснований. Биосинтез пуриновых нуклеотидов; регуляция биосинтеза и распада, начальные стадии биосинтеза (от рибозо-5-фосфата до 5-фосфорибозиламина). Инозиновая кислота как предшественник адениловой и глутаминовой кислот.

Обмен пиримидиновых нуклеотидов. Распад и биосинтез пиримидиновых нуклеотидов и их регуляция. Координация биосинтеза пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов. Процессы реутилизации нуклеотидов. Нарушения обмена нуклеотидов. Подагр. Ксантинурия. Оротацидурия.


Биосинтез дезоксирибонуклеотидов. Биосинтез тимидиловых нуклеотидов. Регуляция процессов.

### ***Раздел 3. Функциональная биохимия***

***Тема 1. Гормональная регуляция обмена веществ. Гормоны гипоталамуса и гипофиза. Гормональная регуляция углеводного, белкового и липидного обмена; водно-минерального обмена. Роль почек в регуляции водно-минерального обмена.***

Основные механизмы регуляции метаболизма: 1) изменения активности ферментов (активация и ингибирование); 2) изменения количества ферментов в клетке (индукция или репрессия синтеза, изменение скорости разрушения фермента); 3) изменения проницаемости клеточных мембран. Гормональная регуляция как механизм межклеточной и межорганной координации обмена веществ. Клетки-мишени и клеточные рецепторы гормонов. Механизмы передачи гормонального сигнала эффекторным системам (трансдукция). Гормоны гипоталамуса и гипофиза, либерины, статины, тропные гормоны. Механизмы регуляции внутренней секреции.

Строение, биосинтез и регуляция секреции инсулина, глюкагона, адреналина и кортизола. Роль этих гормонов в регуляции обмена углеводов, жиров и аминокислот.

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

Кортикоиды, биосинтез из кортикостена. Антианаболическое действие кортикоидов. Нарушения обмена при гиперкортицизме и гипокортицизме. Изменения обмена углеводов, жиров и аминокислот при полном голодании и при сахарном диабете. Биохимия осложнения сахарного диабета.

Регуляция водно-солевого обмена.

Строение и функции альдостерона и антидиуретического гормона. Ренин -ангиотензиновая система. Биохимические механизмы возникновения почечной гипертензии, отеков, обезвоживания тканей. Почка как инкреторный орган. Роль почек в регуляции деятельности сердечно-сосудистой системы и кроветворения.

Характеристика основных функций почек (мочеобразовательная, регуляторно-гемостатическая, обезвреживающая, внутрисекреторная).

Роль почек в поддержании осмотического давления, водно-электролитного баланса и кислотно-основного равновесия.

Общие свойства мочи (количество, цвет, плотность, реакция), изменения при патологии. Основные химические компоненты мочи, их возможные изменения при заболеваниях. Факторы, способствующие образованию мочевых камней.

**Тема 2. Регуляция обмена  $Ca^{2+}$  и фосфатов. Половые гормоны. Гормоны щитовидной железы. Гормоны местного действия**

Функции, распределение в организме и регуляция обмена кальция. Транспорт кальция через мембраны, механизмы депонирования кальция. Медиаторная роль кальмодулина в реакциях, активируемых кальцием. Механизмы действия кальция как вторичного внутриклеточного посредника в длительных реакциях, регулируемых пептидными гормонами (тонические сокращения гладкой мускулатуры, синтез и секреция ряда гормонов и др.). Паратгормон, кальцитриол (1,2-дигидроксиэтанкальциферол) и кальцитонин: механизмы влияния на обмен кальция. Причины проявления рахита, гипокальциемии и гиперкальциемии.

Тироксин. Строение и биосинтез. Изменения обмена веществ при гипертиреозе (базедова болезнь). Механизмы возникновения эндемического зоба и его предупреждение. Половые гормоны: строение, синтез и влияние на обмен веществ и функции половых желез, матки и молочных желез. Диабетическое действие андрогенов. Гормон роста, строение, функции. Механизм действия стероидных гормонов (на примере  $\beta$ -эстрадиола). Диагностическое значение количества рецепторов эстрогенов.

Эйкозаноиды и их роль в регуляции метаболизма и физиологических функций. Кининовая система и ее функции. Биохимические изменения при воспалении.


**Тема 3. Биохимия межклеточного матрикса.**

Основные структурные компоненты внеклеточного матрикса и их организация. Коллаген: особенности аминокислотного состава, первичной и пространственной структуры, биосинтеза. Роль аскорбиновой кислоты в гидроксилировании пролина и лизина. Проявление недостаточности витамина С. Образование коллагеновых волокон. Гликозамингликаны и протеоглики: строение, функции и образование в аппарате Гольджи. Особенности строения и функций эластина.

Структурная организация межклеточного матрикса. Изменения соединительной ткани при старении, коллагенозах, заживлении ран. Оксипролинурия при коллагенозах.

**Тема 4. Биохимия мышц.**

Важнейшие белки миофибрилл: миозин, актин, актомиозин, тропонин. Молекулярная структура миофибрилл. Биохимические механизмы мышечного сокращения и расслабления. Роль градиента одновалентных ионов и ионов кальция в регуляции мышечного сокращения. Саркоплазматические белки: миоглобин, его строение и функции. Экстрактивные вещества мышц. Особенности энергетического обмена в мышцах; креатинфосфат. Особенности

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

обмена в сердечной мышце. Биохимические изменения при мышечных утомлениях, дистрофиях и денервации мышц. Креатинурия.

### **Тема 5. Биохимия крови. Биохимический анализ крови**

Основные компоненты и функции крови. Особенности развития, строения и химического состава эритроцитов. Транспорт кислорода кровью. Карбоксигемоглобин. Метгемоглобин. Транспорт двуокиси углерода кровью. Гемоглобин плода (НЬF) и его физиологическое значение. Гемоглобинопатии. Анемические гипоксии.

Биосинтез гема. Распад гема. Обезвреживание билирубина. "Прямой", "непрямой" билирубин. Нарушения обмена билирубина. Желтухи: гемолитическая, обтурационная, печеночно-клеточная. Желтуха новорожденных. Диагностическое значение определения билирубина и других желчных пигментов в крови и моче. Обмен железа; трансферрин и ферритин. Железодефицитные анемии. Идиопатический гемохроматоз.

Белки сыворотки крови. Альбумин и его функции. Глобулины. Ферменты крови. Калликреин - кининовая система.

Свертывание крови. Внутренняя и внешняя системы свертывания. Каскадный механизм активации ферментов, участвующих в свертывании крови. Превращение фибриногена в фибрин, образование тромба. Роль витамина К в свертывании крови. Противосвертывающая система. Плазминоген и плазмин, гидролиз фибрина. Антитромбины и гепарин, Тромботические и геморрагические состояния. Активаторы плазминогена и протеолитические ферменты как тромболитические лекарственные средства. Наследственные гемофилии. Клиническое значение биохимического анализа крови. Биохимический анализ крови, его диагностическое значение и контроль течения заболевания.

Буферные системы крови, нарушения кислотно-основного состояния (ацидоз и алкалоз), причины и проявления.

### **Тема 6. Биохимия иммунной системы.**

Основные белки иммунной системы иммуноглобулины (антитела), Т-рецепторы, белки главного комплекса гистосовместимости (ГКГ).

Строение антител. Специфичность взаимодействия с антигеном.

Представление о строении и функциях Т-рецепторов и белков ГКГ.

Механизмы обезвреживания чужеродных макромолекул (в том числе бактериальных токсинов), бактерий, вирусов, собственных мутантных клеток. Понятие об активном комплементе. Роль активных форм кислорода в бактерицидном действии фагоцитирующих лейкоцитов.

Цитокины и интерлейкины. Апоптоз клеток.


Первичный и вторичный иммунный ответ. Реакция иммунной системы на трансплантат. Механизмы возникновения и основные проявления иммунодефицитности. . Реакции преципитации и агглютинации и их значение в диагностике заболеваний. Иммунодиагностика и иммунотерапия.

### **Тема 7. Биохимия печени.**

Механизмы обезвреживания токсичных веществ как одна из важнейших функций печени.

Понятие "токсичность". Эндогенные и экзогенные (чужеродные) токсические вещества. Метаболизм чужеродных веществ: реакции микросомального окисления и реакции конъюгации с глутатином, глюкуроновой кислотой, серной кислотой.

Белок множественной лекарственной устойчивости. Металлотioneин и обезвреживание ионов тяжелых металлов. Белки теплового шока. Токсичность кислорода: образование активных форм кислорода, их действие на липиды и другие вещества. Повреждение мембран в результате перекисного окисления липидов. Механизмы защиты от токсического действия кислорода: супероксиддисмутаза, каталаза, глутатионпероксидаза. Витамин Е и другие

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

антиоксиданты. Представление о химическом канцерогенезе.

### **Тема 8. Биохимия нервной системы. Биохимия памяти.**

Химический состав нервной ткани. Миелиновые мембраны: особенности состава и структуры. Энергетический обмен в нервной ткани; значение анаэробного распада глюкозы в анаэробных условиях. Биохимия возникновения и проведения нервного импульса. Молекулярные механизмы синаптической передачи. Медиаторы: ацетилхолин, катехоламины, серотонин, гамма-аминомасляная кислота, глутаминовая кислота, глицин, гистамин. Нарушения обмена биогенных аминов при психических заболеваниях. Предшественники катехоламинов и ингибиторы моноаминоксидазы в лечении депрессивных состояний. Физиологически активные пептиды мозга (нейропептиды).

### **Тема 9. Фармацевтическая биохимия. Метаболизм лекарств.**

Фармацевтическая биохимия. Применение биохимических знаний и методов в технологии лекарств, фармацевтической химии, фармакологии. Использование ферментов в медицине и фармацевтической промышленности. Биохимия – основа биофармации. Лекарства как чужеродные соединения. Судьба лекарств в организме. Фазы метаболизма лекарств: модификация и конъюгация. Основные закономерности метаболизма биогенных и чужеродных лекарственных средств. Роль микросомальных ферментов в метаболизме лекарств. Микросомальная монооксигеназная система. Схема Эстабрука, Гильденбрандта и Барона. Основные микросомальные реакции превращения лекарств в организме: окислительные, восстановительные, гидролитические.

Немикросомальные превращения лекарств. Конъюгационные реакции превращения лекарств в организме. Факторы, влияющие на метаболизм лекарств. Индукторы и ингибиторы синтеза микросомальных ферментов.

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

Не предусмотрены

## **7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ (ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ)**

### **ХИМИЯ И ОБМЕН УГЛЕВОДОВ**

#### **Лабораторная работа 1.**

#### **Качественные реакции на углеводы.**

#### **Обнаружение углеводов в экстрактах из растительных материалов**

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

- и 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.

**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 Барфедта (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.



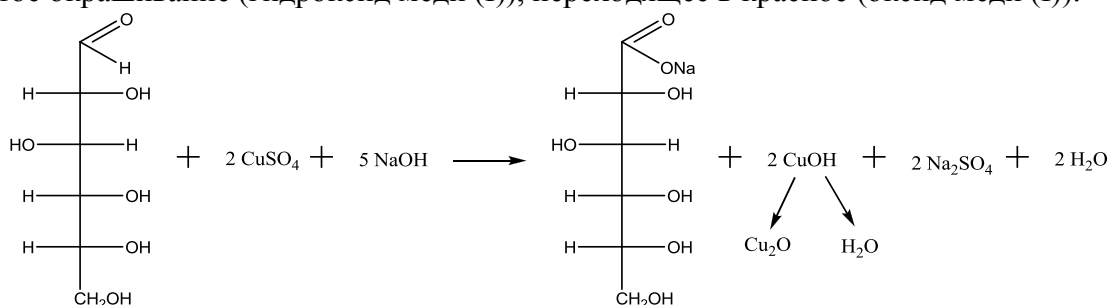
Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

## 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 триарилметановый 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  $80^\circ\text{C}$  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).

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

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.
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.

**Лабораторная работа 2.**

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

### Количественное определение глюкозы в сыворотке крови

**Цель:** - познакомиться с одним из наиболее распространенных в биохимии методов количественного определения веществ в исследуемом растворе;  
- приобрести навыки фотоэлектроколориметрического определения в крови основного показателя углеводного обмена - глюкозы.

#### Задачи:

• ознакомиться с основными принципами и правилами работы на КФК-2;

- определить содержание глюкозы в крови;
- проанализировать полученные результаты и сделать выводы.

**Материал исследования:** сыворотка крови.

**Реактивы:** 3% раствор  $\text{CCl}_3\text{COOH}$ , ортотолуидиновый реактив (150 мг  $\text{H}_2\text{NC(S)NH}_2$  растворить в 94 мл ледяной  $\text{CH}_3\text{COOH}$  и добавить 6 мл ортотолуидина), стандартный раствор глюкозы 1 г/л.

**Приборы и оборудование:** центрифуга, центрифужные пробирки, пипетки, ФЭК, водяная баня.

### Основные понятия фотоэлектроколориметрии

Изменение состояния светового потока различного характера, вызванное его взаимодействием с физическим телом (с растворами или мутными взвесьями), называется **фотоэфф-фектом**. В зависимости от характера возникающих изменений выделяется несколько видов фотометрии (колориметрия, нефелометрия, турбидиметрия, флуориметрия, рефрактометрия, поляриметрия и др.). Фотометрические методы анализа характеризуются высокой чувствительностью, достигающей  $10^{-4}$ - $10^{-6}\%$  определяемого элемента в твердых образцах и  $10^{-5}$ - $10^{-7}\%$  - в водных растворах. Колориметрический метод получил самое широкое распространение среди биохимических методов количественного определения веществ в биологических объектах.

В основе этого метода лежит **закон Ламберта – Меера - Бера**, согласно которому существует прямо пропорциональная зависимость между концентрацией вещества в окрашенном растворе и степенью поглощения лучей света данным раствором. Интенсивность поглощения света зависит не только от количества и природы растворенного вещества, но и от толщины слоя раствора, длины волны падающего света, температуры раствора. Степень поглощения света окрашенным раствором выражается оптической плотностью (экстинцией), под которой понимают отношение интенсивности света, падающего на раствор, к интенсивности света, прошедшего через раствор. Величина **оптической плотности** обозначается буквой **E** или **D**. Чем больше оптическая плотность, тем меньше света пропускает раствор, то есть между оптической плотностью и светопропусканием существует обратно пропорциональная зависимость. Для определения оптической плотности или светопропускания используют фотоэлектроколориметры.

#### Устройство и правила работы на фотоэлектроколориметре КФК-2

Колориметр фотоэлектрический концентрационный (КФК-2) предназначен для количественного определения веществ в окрашенных растворах по их оптической плотности или коэффициенту светопропускания в диапазоне волн 315-980 нм. КФК-2 состоит из оптического блока (передняя часть прибора), где находятся осветитель, светофильтр, оптика, кюветное отделение, фотометрическое устройство и регистрирующий прибор, и блока питания (задняя часть), где расположены стабилизатор напряжения с выпрямителем и силовой трансформатор.

Источником света в колориметре служит галогенная лампа. Приемниками излучения являются фотоэлемент Ф-26 для работы в диапазоне волн 315-540 нм и фотодиод ФД-24К для работы в специальном диапазоне 590-980 нм.

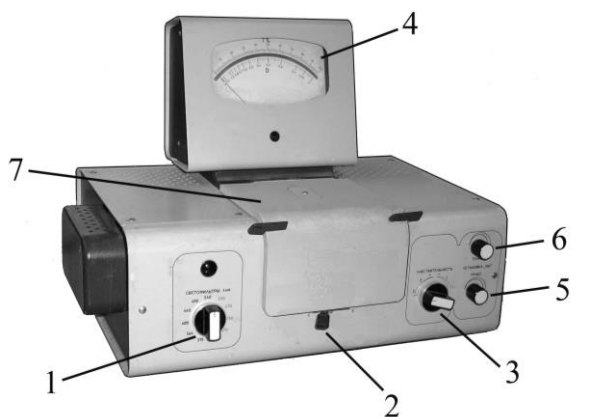
Световой поток лампы с помощью специальных устройств конденсируется, усиливается и проходит через светофильтр, кювету с исследуемым раствором и падает на приемник излучения. При этом световое излучение преобразуется в электрические сигналы, которые подаются на измерительный прибор. Показания микроамперметра пропорциональны световому потоку, проходящему через исследуемый раствор.

В КФК-2 имеется набор из 11 светофильтров. Использование конкретного светофильтра позволяет пропускать через раствор лучи определенной длины, поглощение которых наиболее характерно для исследуемого вещества. Обычно эффективная длина волны и цвет светофильтра указаны в применяемом методе. Если же такой ссылки нет, то выбрать нужный светофильтр можно с помощью таблицы.

Окраска раствора	Цвет нужного светофильтра	Длина волны пропускаемого света, нм
Желтая	синий	420 – 450
Оранжевая	синий	430 – 460
Красная	зеленый	460 – 500
Пурпурная	зеленый	490 – 530
Синяя	оранжевый	590
Сине-зеленая	красный	600 – 650
Голубая	красный	750
Сине-фиолетовая	красный	750

К каждому прибору прилагается набор кювет с толщиной слоя исследуемого раствора от 1 до 50 мм. При интенсивной окраске раствора необходимо взять кюветы с меньшим расстоянием между рабочими гранями, а при слабой окраске – с большим расстоянием.

### Общая схема прибора и обозначения



1 – Рукоятка установки светофильтра (около рукоятки маркировка по длине волны).

2 – Ручка перемещения кювет в кюветном отделении.

3 – Ручка включения чувствительности фотоприемников (обозначена цифрами 1, 2 и 3 черного цвета при работе в диапазоне волн от 315 до 540 нм и красного цвета – в диапазоне от 590 до 980 нм).

4 – Микроамперметр (по верхней шкале измеряют коэффициент светопропускания (от 0 до 100%), а по нижней – оптическую плотность раствора (от 0 до 1,5)).

5 – Ручка «грубой» настройки микроамперметра.


6 – Установка «точной» настройки микроамперметра.

7 – Крышка кюветного отделения.

### Правила работы на КФК-2

#### 1. Подготовка прибора к работе

1. Установить нужный светофильтр (рукояткой 1).
2. Рукоятку 3 (чувствительность фотоэлемента) установить на цифру 1 соответствующего цвета: при работе в диапазоне волн от 315 до 540 нм чувствительность обозначена цифрами черного цвета и в диапазоне от 590 до 980 нм – красного цвета.

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

3. Проверить, выключен ли микроамперметр (рукоятки 5 и 6 должны быть повернуты до отказа влево).

4. Прибор включить (вилку в сеть; тумблер, расположенный на задней стенке в нижнем левом углу, переключить в положение «вкл»). При этом загорается лампочка накаливания.

5. Прибор прогреть в течение 15-20 минут.

### *II. Измерение оптической плотности раствора*

1. Кювету с контролем или растворителем поставить в дальнее (от исследователя) гнездо кюветодержателя; кювету с исследуемым раствором (опытом) – в ближнее гнездо кюветодержателя.

2. Кювету с контролем (или растворителем) поместить в световой поток поворотом ручки 2 до отказа влево.

3. Закрывать крышку кюветного отделения (7).

4. Установить стрелку микроамперметра на 0 по нижней шкале поворотом ручки 5 («грубой» настройки). В случае необходимости воспользоваться ручкой 6 («точной» настройки).

*Примечание.* Если не удастся вывести стрелку микроамперметра на 0, то необходимо повысить чувствительность фотоэлемента. Для этого необходимо:

а) микроамперметр выключить (рукоятки 5 и 6 до отказа влево);

б) рукоятку переключения чувствительности фотоэлемента (3) поставить на цифру 2 соответствующего цвета;

в) вывести стрелку микроамперметра на 0 по нижней шкале (то есть повторить действия, указанные в пункте 4).

Если и в этом случае стрелка микроамперметра не выводится на 0, необходимо еще раз повысить чувствительность фотоэлемента, повторяя все действия, перечисленные в пунктах «а», «б» и «в», но установив рукоятку 3 на цифру 3 соответствующего цвета.

5. Заменить в световом потоке кювету с контролем на кювету с исследуемым раствором (опытом), поворачивая рукоятку 2 до отказа вправо.

6. Записать величину оптической плотности исследуемого раствора по нижней шкале микроамперметра.

7. Микроамперметр выключить (рукоятки 5 и 6 до отказа влево).

### *III. Завершение работы на приборе*

1. Реактивы из кювет вылить.

2. Кюветы сполоснуть дистиллированной водой и поставить в чашку Петри вверх доннышком (кюветы необходимо полоскать только после полного завершения работы или методики, в промежутках между отдельными измерениями этого делать не следует!).

3. Прибор выключить (тумблер, расположенный на задней стенке в левом углу, переключить в положение «выкл.»; вилку вынуть из розетки).

4. Крышку кюветного отделения закрыть.

*Примечание.* При работе на КФК-2 необходимо соблюдать следующие правила:

1. До включения прибора в сеть проверить заземление.

2. Не оставлять прибор включенным без надобности.


3. Следить за чистотой прибора, не проливать реактивы.

4. Не хлопать крышкой кюветного отделения.

5. Особенно осторожно обращаться с кюветами – не царапать, протирать только мягкой и чистой тряпочкой (марлей).

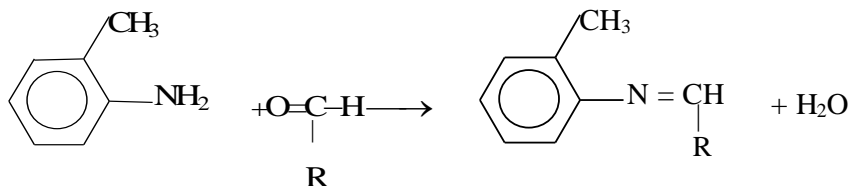
6. При смене светофильтра работу продолжать не ранее чем через 5 минут.

7. При переключении светофильтров и замене кювет в кюветодержателе микроамперметр должен быть выключен (рукоятки 5 и 6 должны находиться в крайнем левом положении!).

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

### Экспериментальная часть

**Принцип метода.** Глюкоза при нагревании с ортотолуидином в растворе уксусной кислоты дает сине-зеленое окрашивание, интенсивность которого прямо пропорциональна концентрации глюкозы и определяется на фотоэлектроколориметре:



С ортотолуидиновым реактивом реагируют все альдогексозы, но их содержание в крови невелико, поэтому метод позволяет определить практически одну глюкозу.

**Цветная реакция с ортотолуидиновым реактивом.** В две пробирки наливают по 18 капель 3% раствора трихлоруксусной кислоты, затем в одну из них вносят 2 капли сыворотки крови, а в другую – 2 капли стандартного раствора глюкозы. Содержимое пробирок перемешивают и центрифугируют при 3000 оборотах в минуту в течение 10 минут. Для определения берут по 10 капель надосадочной жидкости из каждой пробирки, вносят в обычные сухие пробирки, добавляют по 4,5 мл ортотолуидинового реактива и помещают пробирки в кипящую водяную баню на 8 мин. Необходимо следить, чтобы вода в бане непрерывно кипела. Вынимают пробирки и охлаждают их водопроводной водой до комнатной температуры. Затем измеряют на фотоэлектроколориметре оптическую плотность проб в кюветах на 10 мм против дистиллированной воды с красным светофильтром (620 нм); поскольку контроль на реактивы на ФЭК равен нулю, окраска ортотолуидинового реактива не развивается.

**Расчет.** Содержимое глюкозы в опытной пробе рассчитывают по стандартному раствору глюкозы по формуле:

$$C_{\text{оп}} = \frac{C_{\text{ст}} \cdot E_{\text{оп}}}{E_{\text{ст}}},$$

где  $C_{\text{оп}}$  – концентрация глюкозы в крови в пробе, ммоль/л,

$C_{\text{ст}}$  – концентрация глюкозы в стандартной пробе, 100 мг/100 мл,

$E_{\text{оп}}$  – оптическая плотность пробы,

$E_{\text{ст}}$  – оптическая плотность стандарта глюкозы.

**Примечание.** Для перевода показателя в единицы СИ (ммоль/л) полученный результат при расчете необходимо умножить на 0,0555.

Нормальное содержание глюкозы в сыворотке крови человека, определяемое ортотолуидиновым методом, колеблется в пределах 3,33-4,99 ммоль/л.

#### 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.

#### Контрольные вопросы

1. Что такое углеводы?
2. Что такое моносахариды? Приведите примеры.

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

3. Что такое дисахариды? Приведите примеры.
4. Что такое полисахариды? Приведите примеры.
5. Назовите компоненты и напишите структурную формулу мальтозы.
6. Назовите компоненты и напишите структурную формулу лактозы.
7. Структура и биологическая роль крахмала.
8. В чем различие между крахмалом и целлюлозой?
9. Какова суточная потребность в углеводах у человека?
10. Что такое гликолиз?
11. Какие ферменты в гликолизе являются ключевыми?
12. Какое значение имеет гликолиз?
13. В чем различие между аэробным и анаэробным распадом глюкозы в клетке?
14. Что такое окислительное декарбоксилирование ПВК? Назовите основные компоненты мультиферментного комплекса, катализирующего этот процесс, и напишите общее уравнение этих реакций.
15. Какова роль ЦТК?
16. Назовите два основных пути синтеза глюкозы в организме.
17. Каково биологическое значение пентозофосфатного пути?
18. Какие 2 фазы выделяют в пентозофосфатном пути?
19. В чем сходство и различие между гликолизом и глюконеогенезом?
20. Какие факторы способствуют усилению и ослаблению глюконеогенеза?
21. Какие ферменты участвуют в синтезе гликогена?
22. Какие ферменты участвуют в распаде гликогена в клетке?
23. Какой гликоген является источником глюкозы в крови?
24. Что такое цикл Кори? Каково его значение?
25. Какова концентрация глюкозы в крови человека? Причины гипо- и гипергликемии?

## ХИМИЯ И ОБМЕН ЛИПИДОВ

### Лабораторная работа 3.

#### 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,  $\text{KHSO}_4$  (крисг.), 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.**

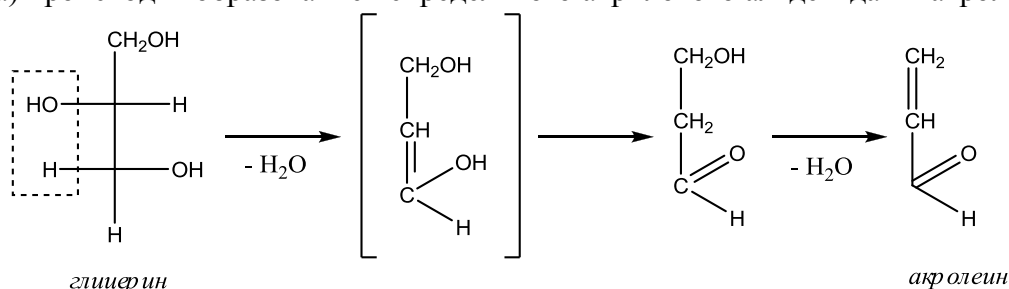
К капле исследуемого материала (твердые жиры предварительно расплавьте) на предметном стекле добавляют одну каплю 1% раствора осмиевой кислоты. Масло окрашивается в черный цвет.

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 постепенно 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 отвесе 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 3.

Таблица 3.

№ 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.



Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

2. Наблюдения.
3. Выводы по проделанной работе.

#### Лабораторная работа 4.

##### Определение содержания общих липидов в сыворотке крови

**Цель:** - познакомиться с одним из распространенных методов количественного определения общих липидов в сыворотке крови;  
- закрепить навыки фотоэлектроколориметрического определения концентрации окрашенных веществ в исследуемом растворе.

**Задачи:**

- определить содержание общих липидов в сыворотке крови;
- проанализировать полученные результаты и сделать выводы.

**Материал исследования:** сыворотка крови.

**Реактивы:**  $H_2SO_4$  (конц.), фосфорнованилиновая смесь (4 части  $H_3PO_4$  (конц.) и 1 часть 0,6% раствора ванилина).

**Приборы и оборудование:** пробирки, пипетки, ФЭК, водяная баня.

##### Экспериментальная часть

**Принцип метода.** Для определения липидов сыворотку предварительно гидролизуют концентрированной серной кислотой. Продукты распада липидов образуют с фосфорнованилиновым реактивом окрашенное соединение, интенсивность окраски которого определяют колориметрически.

Для гидролиза 2 капли сыворотки смешивают с 5 мл концентрированной серной кислоты, перемешивают и помещают в кипящую водяную баню на 10 мин. Одновременно готовят контрольный раствор: в пробирке тщательно смешивают 2 капли дистиллированной воды и 5 мл концентрированной серной кислоты и оставляют стоять при комнатной температуре.

После окончания гидролиза колбу с гидролизатом охлаждают до комнатной температуры, отбирают 4 капли и добавляют 3 мл фосфорнованилиновой смеси, тщательно перемешивают и оставляют при комнатной температуре на 10 – 15 мин. Таким же образом смешивают с фосфорнованилиновой смесью контрольный раствор. Интенсивность окрашивания измеряют на ФЭК, длина волны 540 нм.

**Расчет.** Количественное содержание липидов рассчитывают по формуле:

$$C_{\text{липидов}} = 38,5 \times (D_{\text{пробы}} - D_{\text{контроля}}), \text{ г/л}$$

##### 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.

##### Контрольные вопросы

1. Что такое липиды?
2. Приведите классификацию липидов.
3. В чем заключается роль липидов?
4. Какова суточная потребность в липидах у человека?
5. Как построены триацилглицеролы (ТАГ)?
6. Из чего состоит фосфатидилхолин? Какова его роль?

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

7. Назовите основные компоненты в сфингомиелине.
8. Какие составные компоненты определяются в цереброзидах?
9. В чем сходство и различие между цереброзидами, ганглиозидами и сульфатидами?
10. Что такое стероиды?
11. Изобразите структуру холестерина.
12. Назовите ферменты, участвующие в гидролизе липидов в кишечнике.
13. Назовите желчные кислоты.
14. Какое соединение является предшественником для желчных кислот? Из чего они синтезируются?
15. Какова роль желчных кислот?
16. Какие транспортные частицы липидов присутствуют в крови? Какие из них образуются в слизистой кишечника?
17. Какие липопротеины плазмы крови содержат наибольшее количество эндогенных ТАГ?
18. Какие липопротеины плазмы крови содержат наибольшее количество холестерина?
19. Какие ферменты участвуют во внутриклеточном липолизе?
20. Что такое  $\beta$ -окисление жирных кислот? Где оно протекает?
21. Как происходит активация жирных кислот? Какое соединение участвует в переносе жирной кислоты из цитоплазмы в матрикс митохондрий?
22. Какой метаболит образуется при  $\beta$ -окислении жирных кислот?
23. Какие существуют пути утилизации ацетил-КоА?
24. Какой метаболит еще, кроме ацетил-КоА, образуется при окислении жирных кислот с нечетным числом углеродных атомов?
25. Какова особенность  $\beta$ -окисления ненасыщенных жирных кислот?
26. Какая жирная кислота преимущественно синтезируется в организме человека?
27. Какие вещества необходимы для синтеза пальмитиновой кислоты?
28. В чем заключается ключевая роль ацилпереносящего белка (АПБ-SH)?
29. Назовите источники НАДФН  $\cdot$   $H^+$ , необходимые для синтеза жирных кислот.
30. Назовите функции холестерина.
31. Какие метаболиты относятся к кетоновым телам?
32. Из чего образуются кетоновые тела?
33. Где синтезируются кетоновые тела?
34. Какова роль кетоновых тел?

## ХИМИЯ И ОБМЕН БЕЛКОВ И АМИНОКИСЛОТ

### Лабораторная работа 5.


#### 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, 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.

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

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.

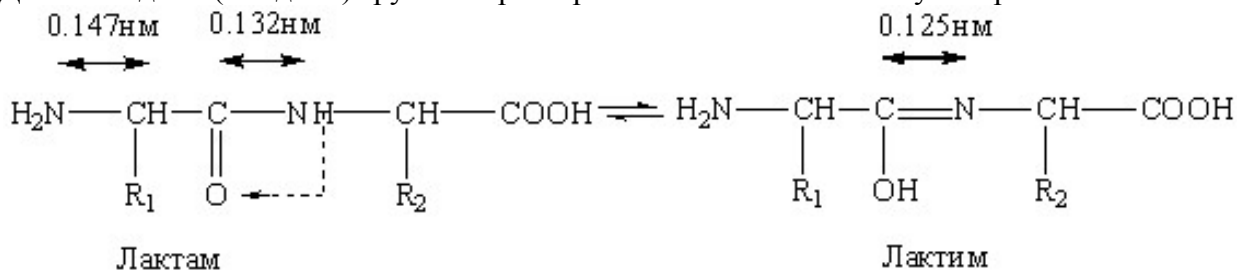
**Примечание:** работу, описанную в пунктах 1 и 2, выполняет и демонстрирует дежурный студент, приготовленную суспензию затем использует каждый студент в группе.

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:



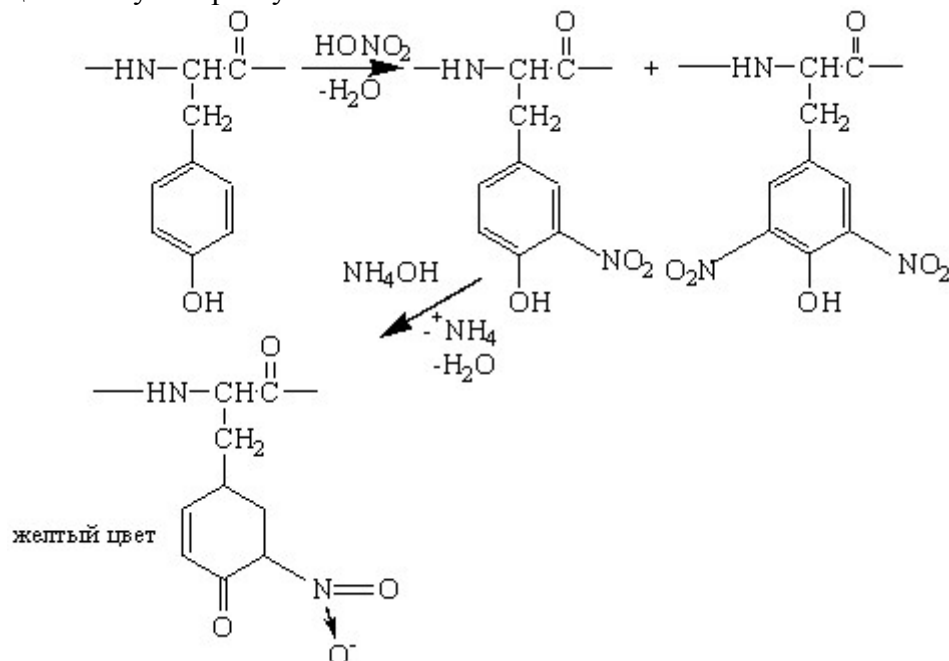
В щелочной среде преобладающая лактимная (енольная) форма полипептида взаимодействует с медью с образованием стабильного окрашенного комплекса:



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

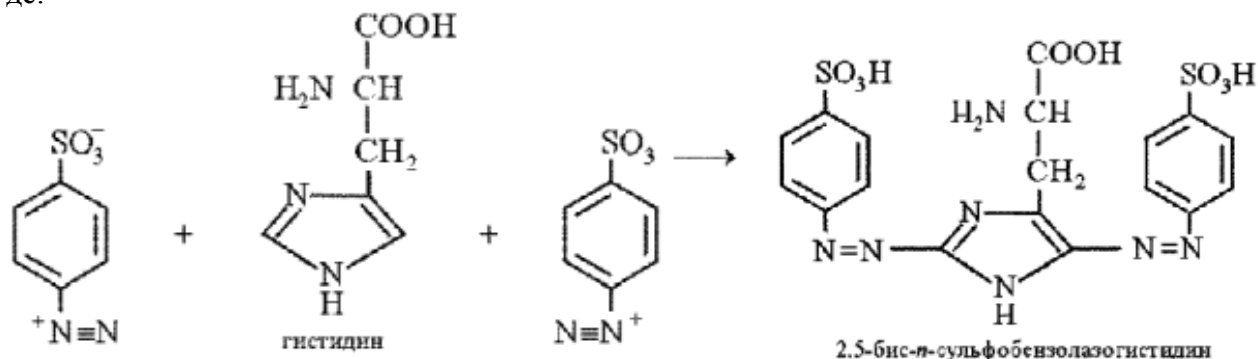



Нитропроизводные аминокислот в щелочной среде образуют соли хиноидной структуры, окрашенные в оранжевый цвет.

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-сульфоновой кислотой комплексные соединения вишнево-красного цвета. Диазобензол-сульфоновая кислота образуется в реакции диазотирования при взаимодействии сульфаниловой кислоты с нитритом натрия (или калия) в кислой среде:



Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

К 1 мл 1% раствора сульфаниловой кислоты в 5% растворе соляной кислоты прибавляют 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 4.

Таблица 4.

№	Название реакции	Использованные реактивы	Окраска		Какие группировки открыты в белках	
			1% раствор		1% раствор	
			яичного белка	желатина	яичного белка	желатина
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.

### Лабораторная работа 6.

#### 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.

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

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

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

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. Даже 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 5, отметив положительную реакцию осаждения плюсом, а отрицательную - минусом. Укажите в каждом случае причины появления или отсутствия осадка белка.

**Таблица 5.**

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.

#### **Контрольные вопросы**

1. Что такое  $\alpha$ -аминокислота? Приведите примеры.
2. Назовите серосодержащие аминокислоты. Напишите их формулы.
3. Какая аминокислота оптически неактивна? Напишите ее формулу.
4. Какие аминокислоты содержат ароматические кольца? Напишите их формулы.
5. Какие аминокислоты заряжаются отрицательно при рН=7? Напишите их формулы.
6. Какие аминокислоты заряжаются положительно при рН=7? Напишите их формулы.
7. Назовите гидроксилсодержащие аминокислоты. Напишите их формулы.
8. Назовите неполярные аминокислоты. Напишите их формулы.
9. Перечислите реакции, с помощью которых можно обнаружить аминокислоты. Укажите, на какие функциональные группы эти реакции.



Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

10. Какова роль аминокислот?
11. Что такое белки?
12. Назовите универсальные реакции на белки.
13. Что открывает биуретовая реакция?
14. Какие аминокислоты называют незаменимыми? Назовите их.
15. Какие аминокислоты относят к условно незаменимым? Назовите их.
16. Какие существуют уровни организации белковой структуры?
17. Что такое первичная структура?
18. Что такое вторичная структура? Назовите типы вторичной структуры.
19. Укажите основные характеристики  $\alpha$ -спирали.
20. Назовите формы  $\beta$ -структуры. Укажите основные ее характеристики.
21. Что такое простые белки?
22. Что такое сложные белки?
23. Что такое фибриллярные белки? Приведите примеры фибриллярных белков.
24. Какие белки называются глобулярными?
25. Назовите эндо- и экзопептидазы желудочно-кишечного тракта.
26. Назовите источники аминокислот в организме.
27. Назовите виды прямого дезаминирования.
28. В чем заключается биологическая значимость трансаминирования?
29. Какие соединения образуются в результате декарбоксилирования аминокислот?
30. Как обезвреживаются биогенные амины?
31. Назовите пути обезвреживания аммиака в организме.
32. В каком органе происходит синтез мочевины?

## ФЕРМЕНТЫ

### Лабораторная работа 7.

#### 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  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , 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.

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

##### Часть Б. Влияние температуры на активность амилазы

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

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 Б. 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. Пробы 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 В. Определение оптимума pH активности амилазы**

В девять пробирок вносят по 2 мл буферного раствора соответственно с pH: 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. Пробы 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 pH, где скорость реакции была максимальной, раствор окрашивается в желтый цвет, что свидетельствует о полном расщеплении крахмала.

Результаты наблюдений занесите в таблицу 7.

**Таблица 7.**

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

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

<b>йодом</b>									
--------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

### 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.

### Лабораторная работа 8.

#### 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 кашица.

**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 fumarat и осуществляет перенос двух атомов Н с ФАДН<sub>2</sub> в дыхательную цепь (на убихинон). Дегидрогеназа янтарной кислоты окисляет янтарную кислоту в fumarовую 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.

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

3. Выводы по проделанной работе.

### Контрольные вопросы

1. Что такое ферменты?
2. Какова природа ферментов?
3. Что такое константа Михаэлиса ( $K_M$ )? В каких единицах она определяется?
4. Какие факторы влияют на ферментативную активность?
5. Что такое специфичность фермента? Назовите виды специфичности.
6. Что такое активный центр фермента?
7. Какую модель взаимодействия фермента и субстрата предложил Фишер?
8. Что такое модель индуцированного соответствия?
9. В чем различие между простетической группой и коферментом?
10. Что понимают под активностью фермента?
11. Что такое ингибиторы?
12. Назовите типы ингибирования.
13. Каков механизм специфического необратимого ингибирования? Приведите примеры.
14. Каков механизм неспецифического необратимого ингибирования? Приведите примеры.
15. Что такое конкурентное ингибирование? Приведите примеры.
16. Каков механизм аллостерического ингибирования? Какова его роль. Приведите примеры.
17. Что такое активаторы? Как ионы металлов активируют фермент?
18. Какова роль ионов металлов в катализе?
19. Какими способами регулируется активность ферментов?
20. Что такое конститутивные и индуцируемые ферменты?
21. Что такое изоферменты? Приведите примеры.
22. На чем основана классификация ферментов?
23. Как используются ферменты в медицине, сельском хозяйстве и научных исследованиях? Приведите примеры.

## ВИТАМИНЫ

### Лабораторная работа 9.

#### 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  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ,  $\text{HCl}$  (конц.),  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (конц.),  $\text{Zn}$  (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  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (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 ( $\text{B}_1$ ).

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

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

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 образованием 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 рибофлавин (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
<b>B<sub>1</sub></b>		
<b>B<sub>2</sub></b>		
<b>PP или B<sub>5</sub></b>		
<b>C</b>		
<b>A</b>		
<b>D</b>		

#### 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.

#### Лабораторная работа 10.

##### 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<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 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<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 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),

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

В - общий объем вытяжки (мл),  
С - количество вещества, взятое для анализа (г),  
D - объем вытяжки взятый 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.

#### Контрольные вопросы

1. Что такое витамины?
2. На чем основана классификация витаминов? Приведите примеры.
3. Какие витамины относятся к жирорастворимым?
4. Какие Вы знаете водорастворимые витамины?
5. Что такое провитамины и авитамины?
6. Что такое гипо-, гипер- и авитаминоз?
7. Перечислите основные различия в метаболизме водо- и жирорастворимых витаминов.
8. Какие соединения относят к витамину А? Какова его биологическая роль?
9. Назовите основных представителей витаминов группы D. Какие соединения являются активной формой витамина D?
10. Какова биологическая роль витамина D?
11. Какие соединения относятся к витаминам группы К?
12. В каких биологических реакциях участвует витамин К?
13. Какие соединения относят к витамину Е?
14. Какие соединения относятся к витамину F?
15. Структура и биологическая роль витаминов группы В.
16. Структура и биологическая роль витамина С.
17. Структура и биологическая роль витамина Н.
18. Структура и биологическая роль витамина Р.

## ХИМИЯ И ОБМЕН НУКЛЕОПРОТЕИДОВ

### Лабораторная работа 11.

#### 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% спир-

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

товой раствор тимола, 1% раствор дифениламина, 0,2% спиртовой раствор  $\alpha$ -нафтола, молибденовый реактив ( $7,5\text{г } (\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$  растворяют в 100 мл 32% раствора  $\text{HNO}_3$ ), 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 выпадает 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



Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

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.

#### **Контрольные вопросы**

1. Что такое нуклеотид?
2. Что такое нуклеозид?
3. Что такое нуклеиновая кислота?
4. Какие существуют виды нуклеиновых кислот?
5. Какие азотистые основания присутствуют в ДНК?
6. Какие азотистые основания присутствуют в РНК?
7. Какой связью соединяются нуклеотиды в нуклеиновой кислоте?
8. Сколько водородных связей возникает между комплементарными парами?
9. Какие существуют отличия ДНК от РНК?
10. Какие существуют виды РНК?
11. Какова функция тРНК?
12. Какие азотистые основания присутствуют в тРНК?
13. Какой конечный продукт образуется при распаде пуриновых азотистых оснований?
14. Какие образуются конечные продукты при распаде пиримидиновых оснований?
15. Назовите вещества, участвующие в синтезе пуринов.
16. Назовите виды матричного синтеза.
17. Что такое репликация?
18. Назовите виды репликации.
19. Что такое транскрипция?
20. Что такое процессинг пре-мРНК?
21. Назовите свойства генетического кода.
22. Что такое триплет или кодон?
23. Что такое трансляция?
24. Назовите фазы трансляции.
25. Какой кодон является иницирующим?
26. Назовите терминирующие кодоны.
27. Какие формируются центры в рибосоме после присоединения большой и малой субчастицы?
28. Назовите белковые факторы, участвующие в синтезе белка.
29. Назовите основные стадии в трансляции.
30. Назовите основные фазы в элонгации.
31. Каким посттрансляционным изменениям подвергается синтезированный полипептид?
32. Что такое обратная транскрипция?
33. Что такое репарация?

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

## ГОРМОНЫ

### Лабораторная работа 12.

#### 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 Фоля (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  $45^\circ$  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 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.

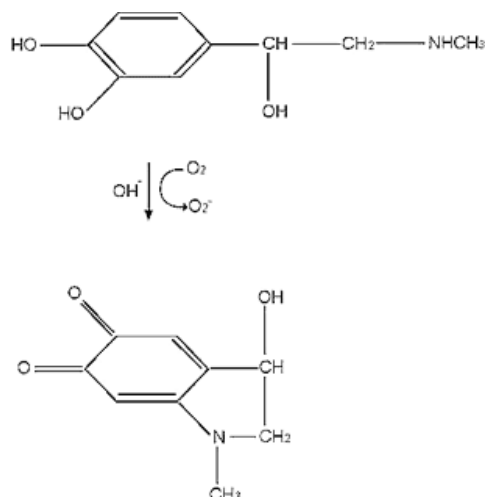
Таблица 9.

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):

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		



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 10.

Таблица 10.

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

#### Содержание отчета

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

#### Контрольные вопросы

1. Что такое гормоны?
2. Какие существуют классификации гормонов?
3. Каков механизм действия гормонов?
4. Гормоны гипофиза и их влияние на обмен веществ.
5. Гормоны поджелудочной железы, структура и биологическая роль.
6. Гормоны щитовидной железы, их биологическая роль.

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		


7. Инсулин, его влияние на обмен веществ.
8. Гормоны мозгового слоя надпочечников, структура, роль в обмене веществ.
9. Адреналин, структура и биологическая роль. Механизм действия адреналина.
10. Химическая природа и механизм действия гормонов, регулирующих минеральный обмен.
11. Гормоны паращитовидной железы, их роль в обмене веществ.
12. Половые гормоны: структура и биологическая роль.
13. Применение гормонов в сельском хозяйстве.
14. Какова роль нейропептидов?
15. В чем заключается роль гипоталамуса в регуляции обменных процессов в организме.
16. Гормоноиды (гормоны местного действия), структура, свойства и биологическая роль.

## **8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ**

Не предусмотрены.

## **9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ**

1. Предмет, задачи, методы и место биохимии среди других медицинских и биологических дисциплин.
2. Водорастворимые витамины и их функции. Витаминоподобные вещества. Микроэлементы.
3. Общая характеристика жирорастворимых витаминов и витаминоподобных веществ, их биологическое значение.
4. Классификация липидов, их химические свойства и биологические функции.
5. Общая характеристика биологических функций белков (каталитическая, регуляторная, рецепторная, транспортная, структурная, сократительная, генно-регуляторная, трофическая, иммунологическая и др.).
6. Роль белков в жизнедеятельности организма. Классификация белков. Современные представления о структуре белков: состав, возможные уровни структурной организации. Классификация аминокислот. Связь между аминокислотным составом и видом вторичной структуры белка.
7. Пептидная связь и ее характерные черты. Первичная структура белков и ее свойства. Вторичная структура белков: виды, факторы стабилизации.
8. Третичная структура белка. Глобулярные и фибриллярные белки. Связи, стабилизирующие третичную структуру белков. Примеры организации третичной структуры фибриллярных белков.
9. Принципы организации четвертичной структуры белков. Кооперативные изменения конформации субъединиц. Параллельная и последовательная схема действия аллостерических ферментов как пример реализации кооперативных эффектов.
10. Денатурация и ренатурация белков. Денатурирующие факторы.
11. Классификация, структурные компоненты и биологические функции сложных белков (хромопротеины, гемопротеины, флавопротеины, металлопротеины).
12. Способы разделения и очистки белков.
13. Денатурация и ренатурация нуклеиновых кислот. Молекулярная гибридизация нуклеиновых кислот.
14. Понятие о ферментах. Структурно-функциональная организация ферментов.
15. Классификация и номенклатура ферментов.
16. Общие принципы ферментативного катализа. Отличия ферментов от

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

неорганических катализаторов.

17. Кинетика ферментативных реакций. Зависимость скорости ферментативных реакций от концентрации субстрата, фермента, факторов среды (рН, температуры).

18. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Метод Лайнуивера-Берка.

19. Механизм действия ферментов. Специфичность действия ферментов (реакционная, стереохимическая, субстратная; абсолютная, групповая). Структура и роль каталитического центра.

20. Кофакторы и коферменты, их значение для деятельности ферментов. Коферментные функции витаминов.

21. Регуляция активности ферментов. Ковалентная модификация. Аллостерическая регуляция, каталитические и регуляторные центры. Понятие об иммобилизованных ферментах и их применение в медицине.

22. Ингибирование активности ферментов: обратимое и необратимое; конкурентное, неконкурентное и бесконкурентное. Отображение ингибирования на графиках Михаэлиса – Ментен и Лайнуивера – Берка. Изменение параметров ферментов при ингибировании.

23. Применение ферментов в медицине. Энзимотерапия и энзимодиагностика.

24. Структурные компоненты нуклеиновых кислот. Биологическое значение и функции нуклеиновых кислот. Нуклеиновые кислоты как компоненты пищи. Переваривание нуклеиновых кислот в ЖКТ, всасывание и транспорт их компонентов.

25. Вторичная и третичная структура РНК. Типы РНК и их функции.

26. Строение и уровни организации нуклеиновых кислот. Первичная структура нуклеиновых кислот. Видовые различия первичной структуры нуклеиновых кислот.

27. Вторичная и третичная структура ДНК. Строение и организация хроматина.

28. Репликация ДНК как один из видов матричных синтезов. Этапы репликации. Особенности процесса в эукариотических клетках.

29. Репликация плазмид. Особенности репликации вирусного генома. Интерфероны, их биологическое действие и применение в медицине.

30. Биосинтез РНК (транскрипция). Строение РНК - полимеразы. Зависимость локализации считываемого участка и направления считывания от структуры промотора. Этапы транскрипции. Посттранскрипционная модификация РНК. Процессинг РНК.

31. Основной постулат молекулярной биологии. Генетический код и его характерные черты. Акцепторная роль тРНК. Синтез аминокислот -тРНК как регуляторный механизм трансляции.

32. Этапы трансляции. Состав трансляционного аппарата клетки. Строение и механизм функционирования рибосом. Роль РНК в процессе трансляции. Участие белковых комплексов инициации, элонгации и терминации в биосинтезе полипептидной цепи.

33. Регуляция биосинтеза белка на уровне репликации и транскрипции. Регуляция биосинтеза белка на этапе трансляции. Посттрансляционная модификация белков.

34. Теория оперонной регуляции транскрипции. Функции и особые зоны промотора.

35. Молекулярные механизмы генетической изменчивости. Виды и причины мутаций, связь между мутагенными факторами и типом мутации.


36. Классификация мутаций. Геномные мутации. Нерепарируемые мутации и их последствия.

37. Генные мутации и соответствующие им мутагенные факторы. Репарация как способ исправления генных мутаций.

38. Система групп крови как пример аллельной системы. Правила переливания крови.

39. Иммуниетет и его виды. Компоненты иммунной системы. Роль лимфоцитов.

40. Строение, свойства и типы антител. Индукция разнообразия антител.

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

41. Структурная организация и свойства биологических мембран. Роль компонентов мембраны в обеспечении ее функций.

42. Транспорт веществ через мембрану: классификация, общие принципы, способы переноса и виды переносчиков.

43. Эндоцитоз и экзоцитоз как способы трансмембранного переноса веществ.

44. Метаболизм и его категории. Характерные черты метаболизма. Общие принципы организации обмена веществ.

45. Характерные черты и категории метаболизма. Компартиментализация как способ организации живых систем. Уровни и принципы регуляции метаболизма.

46. Общий путь катаболизма

47. Окислительное декарбоксилирование пирувата: реакции, характеристика и состав полиферментного комплекса. Медицинские аспекты.

48. Цикл Кребса: последовательность реакций, биохимическое значение, регуляция. Восстановительные эквиваленты как носитель энергии. Типы дегидрогеназ.

49. Анаэробные реакции как способ регуляции скорости ЦТК и его сопряжения с другими метаболическими блоками.

50. Челночные механизмы и их роль в обеспечении бесперебойного функционирования и регуляции метаболических процессов. Важность существования пулов ключевых метаболитов и носителей энергии, их участие в запуске и контроле обмена веществ.

51. Аккумуляция и пути утилизации энергии в клетках. Способы получения энергии, носители энергии.

52. Структура и функции дыхательной цепи. Роль дыхательной цепи в создании и поддержании протонного электрохимического градиента. Градиент как носитель энергии.

53. Механизмы окислительного фосфорилирования, локализация пунктов фосфорилирования в дыхательной цепи, сопряжение и разобщение дыхания и фосфорилирования.

54. Взаимоотношение анаэробных и аэробных путей продукции энергии и его изменения в зависимости от степени обеспеченности тканей кислородом (эффект Пастера). Энергетическая ценность анаэробного и аэробного расщепления углеводов.

55. Роль углеводов в энергетическом обеспечении обмена веществ.

56. Гликолиз: последовательность реакций, регуляция. Энергетический баланс и биологическое значение гликолиза.

57. Пентозофосфатный путь: реакции, взаимосвязь с гликолизом, биологические функции.

58. Биосинтез углеводов в тканях. Реакции глюконеогенеза и гликогеногенеза, углеводные и неуглеводные источники для глюконеогенеза, взаимоотношение процессов синтеза и распада гликогена.

59. Биосинтез и распад гликогена. Регуляция обмена гликогена.

60. Глюконеогенез: реакции, регуляция. Роль глюконеогенеза в обмене углеводов.

61. Нарушения обмена углеводов.


62. Гликогенозы, причины, сущность, проявления заболевания. Значение нарушений активности глюкозо-6-фосфатазы, кислой альфа-глюкозидазы, фосфоорилазы, фосфоглюкомутаза, фосфофруктокиназы. Болезнь Гирке.

63. Сахарный диабет: причины, типы, сущность нарушений углеводного, липидного, белкового обменов, принципы диагностики и лечения, осложнения.


64. Галактоземия, причины, сущность, проявления заболевания.

65. Переваривание и всасывание липидов в ЖКТ, транспорт в кровотоке.

66. Классы липопротеинов, их состав и функции в транспорте липидов. Перенос триацилглицеролов и холестерина в клетки.

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

67.  $\beta$ - окисление жирных кислот. Окисление ненасыщенных жирных кислот с четным и нечетным числом углеродных атомов.
68. Нарушения обмена липидов.
69. Биосинтез жирных кислот. Особенности синтеза ненасыщенных жирных кислот. Незаменимые жирные кислоты. Синтез длинноцепочечных насыщенных и ненасыщенных жирных кислот.
70. Синтез кетоновых тел. Роль кетоновых тел. Биосинтез холестерина и его производных. Роль холестерина в организме.
71. Причины и типы гипо- и гиперлипопротемий. Атеросклероз, этапы атерогенеза. Функции холестерина в организме человека. Профилактика атеросклероза.
72. Переваривание белков в ЖКТ. Специфичность действия протеолитических ферментов. Всасывание и транспорт аминокислот.
73. Общие пути катаболизма аминокислот. Значение реакции дезаминирования, трансаминирования и декарбоксилирования. Судьба альфа-кето кислот. Глюкогенные и кетогенные аминокислоты. Диагностическое значение активности трансаминаз в сыворотке крови.
74. Окислительный катаболизм аминокислот: возможные пути расщепления углеродного скелета, утилизация аминного азота, радикалов.
75. Обмен одноуглеродных групп как способ изменения углеродного скелета при биосинтезе аминокислот и нуклеотидов. Обмен серина, глицина и треонина.
76. Обмен фенилаланина и тирозина. Фенилкетонурия: причины и сущность болезни. Диагностика фенилкетонурии.
77. Метаболизм метиона.
78. Метаболизм гистидина.
79. Синтез, роль и функции биогенных аминов и медиаторов (серотонина, катехоламинов, гистамина, адреналина, гамма-аминомасляной кислоты).
80. Пути обезвреживания аммиака в организме. Реакции, протекающие с образованием аммиака. Цикл мочевины. Азотистый баланс.
81. Общие принципы регуляции обмена аминокислот. Нарушения обмена аминокислот и белков. Применение аминокислот в качестве лекарственных препаратов.
82. Биосинтез и распад пуриновых нуклеотидов. Регуляция биосинтеза пуриновых нуклеотидов.
83. Реутилизация пуриновых оснований. Гиперурикемия. Синдром Леша-Нихана. Подагра, причины и сущность заболевания, принципы лечения.
84. Биосинтез и распад пиримидиновых нуклеотидов: этапы, регуляция. Оротоцидурия.
85. Биосинтез дезоксирибонуклеотидов.
86. Биосинтез тимидиловых нуклеотидов.
87. Пути регуляции активности ферментов. Метаболическая регуляция.
88. Гормональная регуляция метаболизма. Понятие о гормонах, их биологическое значение. Классификация гормонов.
89. Роль гормонов в обеспечении межклеточной сигнализации. Трансмембранная передача сигналов в клетку. Мембранные и внутриклеточные рецепторы.
90. Механизмы действия пептидных гормонов. Роль и виды вторичных посредников.
91. Структура, функции и механизм действия стероидных гормонов. Биосинтез и катаболизм стероидов и стероидных гормонов.
92. Гормоны гипоталамуса. Строение и регуляторные функции.
93. Гормоны гипофиза. Строение и регуляторные функции.
94. Регуляция водно – солевого обмена. Нарушения водно – солевого обмена.

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

95. Гормональная регуляция мочеобразования.

96. Регуляция обмена углеводов в организме. Роль инсулина и контринсулярных гормонов (глюкагона, адреналина, тироксина, глюкокортикостероидов) в регуляции обмена углеводов. Гипо- и гипергликемия. Гипо- и гиперинсулинизм.

97. Гормональная регуляция обмена углеводов, белков и жиров.

98. Гормоны щитовидной и паращитовидной желез, их синтез и физиологическое действие. Характеристика патологических состояний, связанных с нарушением функции этих желез (гипо- и гипертиреозы).

99. Половые гормоны: биосинтез, регуляция биосинтеза, физиологическое действие, применение в медицине. Половой цикл и его регуляция.

100. Роль кальция и фосфатов в жизнедеятельности организма человека. Гормональная регуляция обмена кальция и фосфатов. Нарушения обмена кальция и фосфатов.

101. Простаноиды: биосинтез, влияние на обменные процессы и физиологическую функцию внутренних органов, применение в медицине.

102. Биохимические процессы, обеспечивающие мочеобразование. Регуляция мочеобразовательной функции. Нарушения мочеобразования, причины, проявления. Особенности биохимии почек.

103. Общие свойства мочи (количество, цвет, плотность, реакция), изменения при патологии. Основные химические компоненты мочи, их возможные изменения при заболеваниях. Факторы, способствующие образованию мочевых камней.

104. Кровь: составные компоненты, основные функции (транспортная, осморегулирующая, буферная, иммунологическая, регуляторная, гемостатическая) и их характеристика.

105. Характеристика белковых фракций крови.

106. Механизмы, обеспечивающие кислородтранспортную функцию крови, и их нарушения при гемической гипоксии (отравление окисью углерода, метгемоглобинообразователями), генетические аномалии гемоглобина.

107. Синтез гемоглобина и его регуляция. Нормальные и аномальные формы гемоглобина. Гемоглобинопатии, порфирии. Трансферрины и ферритин.

108. Современные представления о механизмах свертывания крови и фибринолиза. Причины и проявления гемофилий и тромбозов, принципы лечения.

109. Буферные системы крови. Нарушения кислотно-основного состояния (ацидоз и алкалоз), причины и проявления.

110. Особенности биохимии печени. Основные метаболические процессы в печени. Биохимические механизмы обезвреживания лекарственных и токсических веществ в печени. Роль процессов микросомального окисления. Конъюгация.

111. Катаболизм гемоглобина в печени. Патология обмена желчных пигментов Конъюгированная и неконъюгированная билирубинемии. Паренхиматозная, гемолитическая и обтурационная желтуха.

112. Микросомальное (монооксигеназное) окисление: механизм, эндогенные и экзогенные субстраты окисления, роль в обеспечении обезвреживающей функции печени, индукторы и ингибиторы.


113. Токсическое действие кислорода. Клеточные системы, блокирующие развитие свободнорадикальных процессов. Антиоксидантное действие витаминов.

114. Источники энергии для мышечного сокращения. Энергообеспечение мышечной работы при физических нагрузках различной интенсивности. Трупное окоченение.

115. Особенности химического состава мышечной ткани. Строение сократительных элементов (миозин, актин) и регуляторных белков (тропонин, тропомиозин).

116. Современные представления о строении и механизме сокращения гладких и поперечно – полосатых мышц.



Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		


117. Особенности обмена углеводов, азота и источников энергии в мышечной ткани.
118. Биохимия нервной ткани. Особенности липидного и белкового состава.
119. Особенности обмена аминокислот в мозге.
120. Особенности энергетического обмена мозга.
121. Нейротрансмиттерные системы. Образование, биологическая роль и инактивация нейромедиаторов.
122. Биохимические основы генерации и проведения нервных импульсов. Характеристика нейромедиаторного процесса и веществ, обладающих нейромедиаторными свойствами (синтез, депонирование, выброс в синаптическую щель, деградация, обратный захват нейромедиаторов).
123. Строение и функции основных компонентов межклеточного матрикса (коллаген, эластин, гликозамингликаны, протеогликианы, фибронектин). Принципы организации межклеточного матрикса.
124. Синтез коллагена. Причины и следствия биохимических изменений соединительной ткани при старении и заболеваниях (коллагенозах).

## 10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ


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 тем	Количество часов	Форма контроля
1. Предмет, задачи и история развития биохимии. Связь с медициной.	3	Включение вопросов при защите лабораторных работ, на экзамене
2. Строение, свойства и функции белков	3	Включение вопросов при защите лабораторных работ, на экзамене
3. Ферменты, классификация, строение, свойства, функции и механизм действия	3	Включение вопросов при защите лабораторных работ, на экзамене
4. Строение и функции нуклеиновых кислот	3	Включение вопросов при защите лабораторных работ, на экзамене
5. Биосинтез нуклеиновых кислот и белка	3	Включение вопросов при защите лабораторных работ, на экзамене
6. Молекулярные механизмы генетической изменчивости	3	Включение вопросов при защите лабораторных работ, на экзамене
7. Введение в обмен веществ. Витамины.	3	Включение вопросов при защите лабораторных работ, на экзамене
8. Биологические мембраны. Транспорт веществ через мембрану	3	Включение вопросов при защите лабораторных работ, на экзамене
9. Энергетический обмен.	3	Включение вопросов при защите лабораторных работ, на экзамене
10. Общий путь катаболизма	3	Включение вопросов при защите

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

		лабораторных работ, на экзамене
11. Обмен и функции углеводов	4	Включение вопросов при защите лабораторных работ, на экзамене
12. Обмен и функции липидов	4	Включение вопросов при защите лабораторных работ, на экзамене
13. Обмен и функции аминокислот	3	Включение вопросов при защите лабораторных работ, на экзамене
14. Обмен и функции нуклеотидов	4	Включение вопросов при защите лабораторных работ, на экзамене
15. Гормональная регуляция обмена веществ. Гормоны гипоталамуса и гипофиза. Гормональная регуляция углеводного, белкового и липидного обмена; водно-минерального обмена. Роль почек в регуляции водно-минерального обмена.	4	Включение вопросов при защите лабораторных работ, на экзамене
16. Регуляция обмена Ca <sup>2+</sup> и фосфатов. Половые гормоны. Гормоны щитовидной железы. Гормоны местного действия	4	Включение вопросов при защите лабораторных работ, на экзамене
17. Биохимия межклеточного матрикса	3	Включение вопросов при защите лабораторных работ, на экзамене
18. Биохимия мышц	3	Включение вопросов при защите лабораторных работ, на экзамене
19. Биохимия крови. Биохимический анализ крови	3	Включение вопросов при защите лабораторных работ, на экзамене
20. Биохимия иммунной системы.	3	Включение вопросов при защите лабораторных работ, на экзамене
21. Биохимия печени	4	Включение вопросов при защите лабораторных работ, на экзамене
22. Биохимия нервной системы. Биохимия памяти.	1	Включение вопросов при защите лабораторных работ, на экзамене
23. Фармацевтическая биохимия. Метаболизм лекарств.	2	Включение вопросов при защите лабораторных работ, на экзамене
Итого	72	

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

## 11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Список рекомендуемой литературы

#### Основная литература

1. 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 // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/444950>

2. 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 // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/444951> (дата обращения: 10.12.2019).

3. Северин, Е.С., Биохимия : учебник / под ред. Е. С. Северина. - 5-е изд., испр. и доп. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 768 с. - ISBN 978-5-9704-3762-9 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970437629.html>

#### Дополнительная литература

1. Северин, С.Е., Биологическая химия с упражнениями и задачами / под ред. С.Е. Северина - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 624 с. - ISBN 978-5-9704-3027-9 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970430279.html>

2. Вавилова, Т.П., Биологическая химия в вопросах и ответах : учеб. пособие / Т.П. Вавилова, О.Л. Евстафьева. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 128 с. - ISBN 978-5-9704-3674-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970436745>.

#### Учебно-методическая литература

1. Дрюк, В. Г. Биологическая химия : учебное пособие для вузов / В. Г. Дрюк, С. И. Скляр, В. Г. Карцев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 292 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12077-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/448161>

Согласовано:  
Главный библиотекарь ООП


Стадольникова Д. Р.

\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
подпись / дата

### Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

#### 1. Электронно-библиотечные системы:

1.1. IPRbooks : электронно-библиотечная система : сайт / группа компаний Ай Пи Ар Медиа. - Саратов, [2020]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

1.2. ЮРАЙТ : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Электронное издательство ЮРАЙТ. – Москва, [2020]. - URL: <https://www.biblio-online.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.3. Консультант студента : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Политехресурс. – Москва, [2020]. – URL: [http://www.studentlibrary.ru/catalogue/switch\\_kit/x2019-128.html](http://www.studentlibrary.ru/catalogue/switch_kit/x2019-128.html). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.4. Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС Лань. – Санкт-Петербург, [2020]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.5. **Znanium.com** : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Знаниум. - Москва, [2020]. - URL: <http://znanium.com>. – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.6. Clinical Collection : коллекция для медицинских университетов, клиник, медицинских библиотек // EBSCOhost : [портал]. – URL: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/search/advanced?vid=1&sid=e3ddfb99-a1a7-46dd-a6eb-2185f3e0876a%40sessionmgr4008>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

**2. КонсультантПлюс** [Электронный ресурс]: справочная правовая система. /ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : КонсультантПлюс, [2020].

### **3. Базы данных периодических изданий:**

3.1. База данных периодических изданий : электронные журналы / ООО ИВИС. - Москва, [2020]. – 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, [2020]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

3.3. «Grebennikon» : электронная библиотека / ИД Гребенников. – Москва, [2020]. – URL: <https://id2.action-media.ru/Personal/Products>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

**4. Национальная электронная библиотека** : электронная библиотека : федеральная государственная информационная система : сайт / Министерство культуры РФ ; РГБ. – Москва, [2020]. – URL: <https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

**5. SMART Imagebase** // EBSCOhost : [портал]. – URL: <https://ebco.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** : федеральный портал / учредитель ФГАОУ ДПО ЦРГОП и ИТ. – URL: <http://window.edu.ru/>. – Текст : электронный.

6.2. **Российское образование** : федеральный портал / учредитель ФГАОУ ДПО ЦРГОП и ИТ. – URL: <http://www.edu.ru>. – Текст : электронный.

### **7. Образовательные ресурсы УлГУ:**

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

7.2. Образовательный портал УлГУ. – URL: <http://edu.ulsu.ru>. – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

**Согласовано:**

Зам.нач. УИТиТ  
Должность сотрудника УИТиТ

А.В. Ключкова / \_\_\_\_\_ /  
ФИО подпись

дата

## 12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебная аудитория № 208 для проведения лабораторных занятий. Помещение укомплектовано комплектом ученической мебели на 20 посадочных мест. Технические средства: доска аудиторная, вытяжные шкафы, лабораторные столы. Лабораторное оборудование: термостаты, колориметры, центрифуги, термометры, водяные бани, наборы химической посуды и химических реактивов, комплект таблиц. Рабочее место для преподавателя. Площадь 43 кв. м

Учебная аудитория 342 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 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 мест 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

Обучающиеся с ОВЗ и инвалиды проходят практику совместно с другими обучающимися (в учебной группе) или индивидуально (по личному заявлению обучающегося).

Определение мест прохождения практики для обучающихся с ОВЗ и инвалидов осуществляется с учетом состояния здоровья и требований к их доступности для данной категории обучающихся. При определении мест и условий (с учётом нозологической группы и группы инвалидности обучающегося) прохождения учебной и производственной практик для данной категории лиц учитываются индивидуальные особенности обучающихся, а также рекомендации медико-социальной экспертизы, отраженные в индивидуальной программе реабилитации, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При определении места практики для обучающихся с ОВЗ и инвалидов особое внимание уделяется безопасности труда и оснащению (оборудованию) рабочего места. Рабочие места на практику предоставляются профильной организацией в соответствии со следующими требованиями:

– **для обучающихся с ОВЗ и инвалидов по зрению - слабовидящих:** оснащение специального рабочего места общим и местным освещением, обеспечивающим беспрепятственное нахождение указанным лицом своего рабочего места и выполнение индивидуального задания; наличие видеувеличителей, луп;

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

- для обучающихся с **ОВЗ и инвалидов по зрению - слепых**: оснащение специального рабочего места тифлотехническими ориентирами и устройствами, с возможностью использования крупного рельефно-контрастного шрифта и шрифта Брайля, акустическими навигационными средствами, обеспечивающими беспрепятственное нахождение указанным лицом своего рабочего места и выполнение индивидуального задания;
- для обучающихся с **ОВЗ и инвалидов по слуху - слабослышащих**: оснащение (оборудование) специального рабочего места звукоусиливающей аппаратурой, телефонами для слабослышащих;
- для обучающихся с **ОВЗ и инвалидов по слуху - глухих**: оснащение специального рабочего места визуальными индикаторами, преобразующими звуковые сигналы в световые, речевые сигналы в текстовую бегущую строку, для беспрепятственного нахождения указанным лицом своего рабочего места и выполнения индивидуального задания;
- для обучающихся с **ОВЗ и инвалидов с нарушением функций опорно-двигательного аппарата**: оборудование, обеспечивающее реализацию эргономических принципов (максимально удобное для инвалида расположение элементов, составляющих рабочее место); механизмы и устройства, позволяющие изменять высоту и наклон рабочей поверхности, положение сиденья рабочего стула по высоте и наклону, угол наклона спинки рабочего стула; оснащение специальным сиденьем, обеспечивающим компенсацию усилия при вставании, специальными приспособлениями для управления и обслуживания этого оборудования.

Условия организации и прохождения практики, подготовки отчетных материалов, проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по практике обеспечиваются в соответствии со следующими требованиями:

- Объем, темп, формы выполнения индивидуального задания на период практики устанавливаются индивидуально для каждого обучающегося указанных категорий. В зависимости от нозологии максимально снижаются противопоказанные (зрительные, звуковые, мышечные и др.) нагрузки.
- Учебные и учебно-методические материалы по практике представляются в различных формах так, чтобы обучающиеся с ОВЗ и инвалиды с нарушениями слуха получали информацию визуально (документация по практике печатается увеличенным шрифтом; предоставляются видеоматериалы и наглядные материалы по содержанию практики), с нарушениями зрения – аудиально (например, с использованием программ-синтезаторов речи) или с помощью тифлоинформационных устройств.
- Форма проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно, при помощи компьютера, в форме тестирования и т.п.). При необходимости, обучающемуся предоставляется дополнительное время для подготовки ответа и (или) защиты отчета.

Разработчик


доцент кафедры общей и биологической химии, к.б.н

Терёхина Н.В.



Лист согласования

№	Содержание изменения или ссылка на прилагаемый текст	ФИО заведующего кафедрой, реализующего дисциплину/выпускающей кафедрой	Подпись	Дата
1	Приложение 1) Внесение изменений в п.п. а) Список рекомендуемой литературы п. 11 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины/практики» с оформлением отдельного приложения	Маркевич И.П.		31.08.2021
2	Приложение 1) Внесение изменений в п.п. б) Профессиональные базы данных п. 11 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины/практики» с оформлением отдельного приложения	Маркевич И.П.		31.08.2021

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

Режим доступа: ЭБС УлГУ. - Текст : электронный.

**Согласовано:**

И. Библиотечник / Матюшкин С.К. / 2021  
 Должность сотрудника научной библиотеки ФИО Подпись дата

в) *Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы*

### 1. Электронно-библиотечные системы:

1.1. IPRbooks : электронно-библиотечная система : сайт / группа компаний Ай Пи Ар Медиа. - Саратов, [2021]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.2. ЮРАЙТ : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Электронное издательство ЮРАЙТ. – Москва, [2021]. - URL: <https://urait.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.3. Консультант студента : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Политехресурс. – Москва, [2021]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.4. Консультант врача : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Высшая школа организации и управления здравоохранением-Комплексный медицинский консалтинг. – Москва, [2021]. – URL: <https://www.rosmedlib.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.5. Большая медицинская библиотека : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Букап. – Томск, [2021]. – URL: <https://www.books-up.ru/ru/library/>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.6. Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС Лань. – Санкт-Петербург, [2021]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.7. Znanium.com : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Знаниум. - Москва, [2021]. - URL: <http://znanium.com>. – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.8. ClinicalCollection : коллекция для медицинских университетов, клиник, медицинских библиотек // 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. Русский язык как иностранный : электронно-образовательный ресурс для иностранных студентов : сайт / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». – Саратов, [2021]. – URL: <https://ros-edu.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

2. **КонсультантПлюс** [Электронный ресурс]: справочная правовая система. /ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва :КонсультантПлюс, [2021].

### 3. Базы данных периодических изданий:


3.1. База данных периодических изданий : электронные журналы / ООО ИВИС. - Москва, [2021]. – 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, [2021]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

3.3. «Grebennikon» : электронная библиотека / ИД Гребенников. – Москва, [2021]. – URL: <https://id2.action-media.ru/Personal/Products>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

4. **Национальная электронная библиотека** : электронная библиотека :



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

федеральная государственная информационная система : сайт / Министерство культуры РФ ; РГБ. – Москва, [2021]. – URL: <https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

5. **SMARTImagebase** // EBSCOhost : [портал]. – URL: <https://ebSCO.smartimagebase.com/?TOKEN=EBSCO-1a2ff8c55aa76d8229047223a7d6dc9c&custid=s689574>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Изображение : электронные.

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

6.1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам : федеральный портал / учредитель ФГАОУ ДПО ЦРГОП и ИТ. – URL: <http://window.edu.ru/>. – Текст : электронный.

6.2. Российское образование : федеральный портал / учредитель ФГАОУ ДПО ЦРГОП и ИТ. – URL: <http://www.edu.ru>. – Текст : электронный.

#### 7. Образовательные ресурсы УлГУ:

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

**Согласовано:**

Зам.нач. УИТ / Ключков \_\_\_\_\_  
 Должность сотрудника УИТ ФИО Подпись дата

## Лист согласования

№	Содержание изменения или ссылка на прилагаемый текст	ФИО заведующего кафедрой, реализующего дисциплину/выпускающей кафедрой	Подпись	Дата
1	Приложение 1» Внесение изменений в п.п. а) Список рекомендуемой литературы п. 11 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины/практики» с оформлением отдельного приложения	<i>Маркевич И.П.</i>	<i>[Подпись]</i>	<i>27.05.2022</i>
2	Приложение 1» Внесение изменений в п.п. б) Профессиональные базы данных п. 11 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины/практики» с оформлением отдельного приложения	<i>Маркевич И.П.</i>	<i>[Подпись]</i>	<i>27.05.2022</i>

## **в) 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 издательствоЮРАЙТ. – 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. ClinicalCollection :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: 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: электронныежурналы/ 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): электроннаябиблиотека / 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. SMARTImagebase:** 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: федеральный портал.– URL:<http://window.edu.ru/> . – Текст : электронный.

6.2. Российское образование: 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. зам. УИТТ* | *Короткова ДВ* | *[Подпись]*  
Должность сотрудника УИТТ | ФИО | подпись | дата