

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»  
Институт медицины и здоровьесбережения  
Кафедра биохимии и фармакологии

УТВЕРЖДАЮ:  
И.о. директора института



Н. И. Воронин  
«18» октября 2024 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине Б1.О.21 Биологическая химия

Направление подготовки/специальность: 33.05.01 - Фармация

Профиль/направленность/специализация: Фармация

Уровень высшего образования: специалитет

Квалификация: Провизор

год набора: 2023

Тамбов, 2024

**Автор программы:**

Кандидат химических наук, доцент Романцова Светлана Валерьевна

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 33.05.01 - Фармация (уровень специалитета) (приказ Министерства образования и науки РФ от «27» марта 2018 г. № 219).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры биохимии и фармакологии «16» октября 2024 г. Протокол № 4

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Факультета здоровьесбережения, реабилитации и активного долголетия, Протокол от «18» октября 2024 г. № 3.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП Специалитета.....	5
3. Объем и содержание дисциплины.....	5
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	26
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	35
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	37
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	38

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

ОПК-1 Способен использовать основные биологические, физико-химические, химические, математические методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов

### 1.2 Типы задач профессиональной деятельности, к которым готовятся обучающиеся в рамках освоения дисциплины:

- организационно-управленческий
- фармацевтический
- экспертно-аналитический

### 1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности в сферах: 02 Здравоохранение (в сфере обращения лекарственных средств и других товаров аптечного ассортимента), 07 Административно-управленческая и офисная деятельность (в сфере обращения лекарственных средств)

### 1.4 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта)	Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия	Индикаторы достижения компетенций
	ОПК-1 Способен использовать основные биологические, физико-химические, химические, математические методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов	Применяет основные методы количественного биохимического анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов
		Применяет основные методы качественного биохимического анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов

### 1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

ОПК-1 Способен использовать основные биологические, физико-химические, химические, математические методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения									
		Очная (семестр)									
		1	2	3	4	6	7	8	9	10	
1	Аналитическая химия			+	+						
2	Биология	+									
3	Биотехнология							+	+		
4	Математика		+								
5	Микробиология			+	+						

6	Общая и неорганическая химия	+								
7	Организация биомедицинских исследований									+
8	Органическая химия		+	+						
9	Практика по фармакогнозии					+				
10	Практика по фармацевтической технологии								+	
11	Статистические методы в фармации						+			
12	Токсикологическая химия						+	+		
13	Фармацевтическая химия					+	+			
14	Физика		+							
15	Физическая и коллоидная химия				+					

## 2. Место дисциплины в структуре ОП специалитета:

Дисциплина «Биологическая химия» относится к обязательной части учебного плана ОП по направлению подготовки 33.05.01 - Фармация.

Дисциплина «Биологическая химия» изучается в 4, 5 семестрах.

## 3. Объем и содержание дисциплины

3.1. Объем дисциплины: 7 з.е.

Очная: 7 з.е.

Вид учебной работы	Очная (всего часов)
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>252</b>
Контактная работа	104
Лекции (Лекции)	30
Лабораторные (Лаб. раб.)	74
Самостоятельная работа (СР)	112
Экзамен	36
Зачет	-

## 3.2. Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.			Формы текущего контроля
		Лек ции	Лаб · раб.	СР	
		О	О	О	
4 семестр					

1	Введение. Строение и свойства белков. Ферменты. Строение, свойства, регуляция активности. Применение методов биохимического анализа для исследования состава лекарственного растительного сырья и биологических объектов.	2	10	10	Защита лабораторных работ; Решение ситуационных задач; Тестирование
2	Биохимия биологических активных веществ: витаминов, гормонов. Биологические мембраны. Механизмы передачи гормонального сигнала. Применение методов био-химического анализа для исследования содержания биологически активных веществ в лекарственном растительном сырье и биологических объектах.	4	10	10	Защита лабораторных работ; Решение ситуационных задач; Тестирование

3	Введение в метаболизм. Понятие о катаболизме и анаболизме. Общий путь катаболизма. Биоэнергетика. Митохондриальная цепь переноса электронов. Использование биохимических методов анализа для оценки энергетического статуса организма.	4	10	16	Защита лабораторных работ; Решение ситуационных задач; Тестирование
4	Обмен и функции углеводов. Применение методов биохимического анализа для исследования углеводного обмена в биологических объектах.	4	12	16	Защита лабораторных работ; Решение ситуационных задач; Тестирование
5 семестр					
5	Обмен и функции липидов. Применение методов биохимического анализа для исследования липидного обмена в биологических объектах.	4	8	15	Защита лабораторных работ; Решение ситуационных задач; Тестирование

6	Обмен и функции азотсодержащих соединений. Обмен аминокислот и белков. Обмен нуклеиновых кислот. Применение методов биохимического анализа для исследования азотистого обмена в биологических объектах.	4	8	15	Защита лабораторных работ; Решение ситуационных задач; Тестирование
7	Основные принципы регуляции обмена веществ в организме. Применение методов биохимического анализа для оценки гормонального статуса организма.	4	8	15	Защита лабораторных работ; Решение ситуационных задач; Тестирование
8	Биохимия органов и тканей. Применение биохимических методов для исследования обмена веществ и патологических процессов в органах и тканях биологических объектов.	4	8	15	Защита лабораторных работ; Решение ситуационных задач; Тестирование

**Тема 1. Введение. Строение и свойства белков. Ферменты. Строение, свойства, регуляция активности. Применение методов биохимического анализа для исследования состава лекарственного растительного сырья и биологических объектов. (ОПК-1)**

**Лекция.**

Вводная лекция.

Предмет и задачи биохимии. Место биохимии среди других биологических дисциплин.

Методы исследования обмена веществ. Исследование на целом организме, органах, срезах, клеточных культурах. Гомогенаты тканей, фракционирование гомогенатов, субклеточные структуры. Выделение метаболитов и ферментов, определение последовательности превращений субстратов. Изотопные методы. Методы моделирования и синтеза.



Представление о белках как важнейшем классе органических веществ и структурно-функциональном компоненте организма человека. Строение белков. Аминокислоты, входящие в состав белков, их строение и свойства. Пептидная связь. Первичная структура белков. Зависимость биологических свойств белков от первичной структуры. Видовая специфичность первичной структуры белков (инсулины разных животных). Конформация полипептидной цепи. Вторичная структурная организация, типы вторичной структуры. Роль водородных связей в ее стабилизации. Надвторичная структура и ее типы. Третичная структура. Роль слабого внутримолекулярного взаимодействия в стабилизации пространственной структуры и изменениях конформации. Представление о шаперонах. Четвертичная структура белков. Особенности строения и функционирования олигомерных белков на примере гемсодержащих белков - гемоглобина и миоглобина.

Физико-химические свойства белков. Молекулярная масса, размеры и форма макромолекул, растворимость, ионизация, гидратация. Понятие об изоэлектрической точке. Методы выделения индивидуальных белков: избирательное осаждение солями и органическими растворителями, гель-фильтрация, электрофорез, ионообменная хроматография, афинная хроматография, на основе специфичности связывания лиганда, специфичности катализа.

Лабильность пространственной структуры белков и их денатурация. Факторы, вызывающие денатурацию. Денатурация обратимая и необратимая.

Многообразие белков. Глобулярные и фибриллярные белки, простые и сложные. Классификация белков по их биологическим функциям: ферменты, белки-рецепторы, транспортные белки, антитела, белковые гормоны, сократительные белки, структурные белки, иммуноглобулины и т.д.

Методы количественного измерения белков.

Строение и свойства ферментов. Кофакторы ферментов, ионы металлов и коферменты. Коферментные функции витаминов (на примере трансаминаз и дегидрогеназ, витаминов B6, PP, B2). Понятие об энергии активации. Особенности ферментативного катализа: этапы, механизм. Строение ферментов; активный и аллостерический центры. Образование фермент-субстратного комплекса, его характеристика. Понятие «комплементарность». Теория Фишера. Теория индуцированного соответствия Кошланда.

Классификация и номенклатура ферментов. Изоферменты. Специфичность действия ферментов. Зависимость скорости ферментативных реакций от температуры, pH, концентраций фермента и субстрата. Единицы измерения активности и количества ферментов.

Регуляция действия ферментов: аллостерические ингибиторы и активаторы; каталитический и регуляторный центры; четвертичная структура аллостерических ферментов и кооперативные изменения конформации протомеров фермента. Регуляция активности ферментов путем фосфорилирования и дефосфорилирования.

Лекарственные препараты как ингибиторы ферментов.

Различия ферментного состава органов и тканей. Органоспецифичные ферменты. Изменения активности ферментов в процессе онтогенеза. Изменения активности ферментов при болезнях. Наследственные энзимопатии. Определение ферментов в плазме крови с целью диагностики болезней; для лечения болезней, при лабораторной диагностике.

### **Лабораторные работы.**

Ознакомительная лабораторная работа «Анализ аминокислот и белков».

Содержание лабораторной работы

#### **Инструктаж по технике безопасности.**

Опыт 1. Полуколичественный анализ смеси органических веществ методом тонкослойной хроматографии.

Разделение и идентификация смеси органических веществ (аминокислоты, флаваноиды).

Опыт 2. Реакции осаждения белков.

2.1. Осаждение белков при нагревании.

2.2. Осаждение белков солями тяжелых металлов.

2.3. Осаждение белков концентрированными минеральными кислотами.

Контрольные вопросы

1. Какими свойствами обладают аминокислоты?
2. Дайте определение четырех уровней структуры белка.
3. Какие связи стабилизируют первичную, вторичную, третичную и четвертичную структуру белка?
4. Что понимают под денатурацией и ренатурацией белков? Какие агенты вызывают денатурацию?
5. Дайте определение ИЭТ и ИИТ для аминокислот и белков.
6. Как в медицинской практике используются явления денатурации и высаливания белков?
7. Какие хроматографические методы вам известны?
8. Какое применение находит метод хроматографии в фармацевтическом анализе?

#### **Лабораторное занятие.**

Лабораторная работа «Ферменты».

Содержание лабораторной работы

Опыт 1. Открытие пероксидазы в картофеле.

Опыт 2. Гидролиз крахмала  $\alpha$ -амилазой слюны.

Исследование влияния температуры, pH среды, солей тяжелых металлов на активность фермента.

Сравнение активности фермента и неорганического катализатора.

Контрольные вопросы

1. Какова роль ферментов в организме?
2. К какому классу химических соединений можно отнести ферменты?
3. Что представляет собой активный центр фермента?
4. Каковы особенности действия ферментов по сравнению с действием неорганических катализаторов?
5. Почему при кипячении растворов ферментов происходит их инактивация?
6. В чем проявляется специфичность ферментов сахаразы и амилазы? Как ее можно доказать?
7. Какое влияние оказывает понижение pH среды и на активность  $\alpha$ -амилазы слюны и почему?
8. Какой принцип лежит в основе качественного определения ферментов?

#### **Лабораторное занятие.**

Лабораторная работа «Регуляция активности ферментов».

Исследование влияния хлорида натрия и сульфата меди на гидролиз крахмала  $\alpha$ -амилазой слюны.

Контрольные вопросы

1. Что такое активаторы и ингибиторы ферментов? Как можно исследовать их влияние на действие фермента?
2. Какие виды ингибирования ферментов Вам известны?
3. Приведите пример неспецифического неконкурентного ингибирования фермента.
4. В чем состоит отличие конкурентного и неконкурентного ингибирования?
5. В чем отличие неконкурентного и бесконкурентного ингибирования?
6. Приведите примеры использования лекарственных препаратов для ингибирования ферментов в медицине.

#### **Лабораторное занятие.**

Решение ситуационных задач по теме «Введение. Строение и свойства белков. Ферменты. Строение, свойства, регуляция активности. Применение методов биохимического анализа для исследования состава лекарственного растительного сырья и биологических объектов».

#### **Лабораторное занятие.**

Контрольный срез. Тестирование по теме «Введение. Строение и свойства белков. Ферменты. Строение, свойства, регуляция активности. Применение методов биохимического анализа для исследования состава лекарственного растительного сырья и биологических объектов».

#### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Выучить конспекты лекций.
2. Подготовиться к лабораторным работам «Анализ белков и аминокислот», «Ферменты», «Регуляция активности ферментов».
3. Подготовиться к устному опросу, тестированию.

4. Подготовить конспект по теме «Использование лекарственных препаратов - ингибиторов ферментов в медицине».

**Тема 2. Биохимия биологических активных веществ: витаминов, гормонов. Биологические мембраны. Механизмы передачи гормонального сигнала. Применение методов био-химического анализа для исследования содержания биологически активных веществ в лекарственном растительном сырье и биологических объектах. (ОПК-1)**

**Лекция.**

Лекция-визуализация.

Понятие о метаболизме, метаболических путях. 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. Незаменимые аминокислоты, пищевая ценность разных белков. Линолевая кислота - незаменимая жирная кислота

Витамины. Классификация витаминов. История открытия и изучения витаминов. Функции витаминов. Алиментарные и вторичные авитаминозы и гиповитаминозы. Гипервитаминозы. Витаминзависимые и витаминрезистентные состояния. Биохимическая характеристика патогенеза рахита. Биохимическая характеристика гипервитаминозов А и D.

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

Методы анализа содержания биологически активных и минеральных веществ в растительном сырье и организме человека.

Лекция-визуализация.

Основные мембраны клетки и их функции. Роль мембран в обмене веществ и энергии. Общие свойства мембран: жидкость, поперечная асимметрия, избирательная проницаемость.

Липидный состав мембран - фосфолипиды, гликолипиды, холестерин. Роль липидов в формировании липидного бислоя. Влияние холестерина на возможность латеральной диффузии липидов и белков. Участие фосфолипаз в обмене фосфолипидов.

Белки мембран - интегральные, поверхностные, «заякоренные». Значение посттрансляционных модификаций в образовании функционально-активных мембранных белков. Механизмы переноса веществ через мембраны: простая диффузия, первично-активный транспорт ( $\text{Na}^+$ - $\text{K}^+$ -АТФаза,  $\text{Ca}^{2+}$ -АТФаза), пассивный симпорт, антипорт, вторично-активный транспорт, регулируемые каналы ( $\text{Ca}^{2+}$ -канал эндоплазматического ретикулаума).

Понятие о гормонах. Классификация гормонов по химической структуре. Трансмембранная передача сигнала. Трансмембранная передача сигнала. Участие мембран в активации внутриклеточных регуляторных систем - аденилатциклазной и инозитолфосфатной и передаче сигнала липидорастворимых стероидных гормонов, тироксина. Каталитические мембранные рецепторы, пример - рецептор инсулина.

Основные механизмы регуляции метаболизма: изменение активности ферментов (активирование и ингибирование), изменения количества ферментов в клетке (индукция и репрессия синтеза, изменение скорости разрушения ферментов), изменения проницаемости клеточных мембран.

**Лабораторные работы.**

Лабораторная работа «Качественное определение витаминов».

Содержание лабораторной работы

Опыт 1. Реакция окисления витамина В1 (тиамина) в тиохром.

Опыт 2. Реакция витамина В6 (пиридоксина) с хлоридом железа (III).

Опыт 3. Качественная реакция на витамин С (аскорбиновую кислоту).

3.1. Взаимодействие витамина С с  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ .

3.2. Реакция с метиленовой синью.

Опыт 4. Качественная реакция на витамин РР (никотинамид, никотиновая кислота) с ацетатом меди.

Опыт 5. Качественная реакция на витамин К (викасол) с анилином.

Контрольные вопросы

1. Какие вещества относятся к витаминам? Какова их общая функция в организме?
2. Дайте определение авитаминозам, гиповитаминозам и гипервитаминозам.
3. Охарактеризуйте биохимические функции витаминов, определение которых проводилось в лабораторной работе.
4. Опишите методы качественного определения витаминов в биологических объектах.

**Лабораторное занятие.**

Лабораторная работа «Качественное определение гормонов».

Содержание лабораторной работы

Опыт 1. Качественные реакции на адреналин.

- 1.1. Качественная реакция на адреналин с хлоридом железа (III).
- 1.2. Диазореакция. Качественная реакция на адреналин

Опыт 2. Качественные реакции на инсулин.

- 2.1. Биуретовая реакция.
- 2.2. Реакция Миллона.
- 2.3. Реакция Фоля.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение гормонам.
2. Как классифицируют гормоны? Приведите примеры гормонов каждого класса.
3. К каким классам относятся гормоны, идентифицируемые в лабораторной работе?
4. Кратко охарактеризуйте молекулярные механизмы передачи гормонального сигнала.
5. Опишите методы качественного определения гормонов в биологических объектах.

**Лабораторное занятие.**

Семинар по теме «Биохимия биологических активных веществ: витаминов, гормонов. Биологические мембраны. Механизмы передачи гормонального сигнала. Применение методов биохимического анализа для исследования содержания биологически активных веществ в лекарственном растительном сырье и биологических объектах».

1. Авитаминозные, гиповитаминозные и гипервитаминозные состояния организма человека. Причины возникновения. Примеры.
2. Современная классификация витаминов. Биологическая роль витаминов.
3. Витамин В1, химическая структура, функции, недостаточность.
4. Биохимия витамина А.
5. Витамин В6, химическая структура, функции, недостаточность.
6. Витамин В12, химическая структура, функции, недостаточность.
7. Витамин Е. Химическая природа, функции, недостаточность.
8. Витамины С и Р, структура, недостаточность, роль в организме. Авитаминозы.
9. Витамины В3 и РР (никотиновая кислота). Химическая структура и свойства, функции. Симптомы авитаминозов.
10. Витамин В5 (пантотеновая кислота), структура, роль в организме.
11. Витамин Н (биотин), строение, свойства, функции, недостаточность.
12. Витамины группы D, строение, свойства, функции, недостаточность.
13. Витамин К. Химическая природа, функции, недостаточность.
14. Антивитамины, механизм их действия. Использование лекарственных препаратов со свойствами антивитаминов в медицине.
15. Биологические мембраны - сложные надмолекулярные образования. Химический состав, строение, свойства и функции.
16. Транспорт веществ через клеточную мембрану: пассивная диффузия, облегченная диффузия, активный транспорт.

17. Современные представления о гормонах, определение понятия, классификация (по химическому строению, структурной организации, механизму действия).
18. Механизмы межклеточной сигнализации с помощью химических посредников и регуляторов. Внутриклеточные и внеклеточные рецепторы сигнальных молекул. Понятие о первых и вторых посредниках в межклеточной сигнализации.
19. Трансмембранная передача сигналов на примере аденилатциклазной мессенджерной системы.
20. Трансмембранная передача сигналов на примере инозитолфосфатной кальций-мессенджерной системы.
21. Передача гормональных сигналов на примере стероидных гормонов.
22. Рецепторы с тирозинкиназной активностью.

#### **Лабораторное занятие.**

Решение ситуационных задач по теме «Биохимия биологических активных веществ: витаминов, гормонов. Биологические мембраны. Механизмы передачи гормонального сигнала. Применение методов биохимического анализа для исследования содержания биологически активных веществ в лекарственном растительном сырье и биологических объектах».

#### **Лабораторное занятие.**

Контрольный срез. Тестирование по теме «Биохимия биологических активных веществ: витаминов, гормонов. Биологические мембраны. Механизмы передачи гормонального сигнала. Применение методов биохимического анализа для исследования содержания биологически активных веществ в лекарственном растительном сырье и биологических объектах».

#### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Выучить конспекты лекций.
2. Подготовиться к лабораторным работам «Качественное определение витаминов», «Качественное определение гормонов».
4. Подготовиться к устному опросу, тестированию.
5. Составить таблицу по биохимическим функциям витаминов.
6. Подготовить конспект по гуанилатциклазной мессенджерной системе, инозитолфосфатной мессенджерной системе.

### **Тема 3. Введение в метаболизм. Понятие о катаболизме и анаболизме. Общий путь катаболизма. Биоэнергетика. Митохондриальная цепь переноса электронов. Использование биохимических методов анализа для оценки энергетического статуса организма. (ОПК-1)**

#### **Лекция.**

Лекция-визуализация.

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 и ацетил-КоА).

Концентрация метаболитов - пределы изменений в норме и при патологии. Основные конечные продукты метаболизма у человека: углекислый газ, мочевины. Другие продукты выделения. Связь между анаболизмом и катаболизмом.

Эндергонические и экзергонические реакции в живой клетке. Макроэргические со-единения. Субстратное фосфорилирование, окислительное фосфорилирование. Дегидрирование субстратов и окисление водорода (образование воды) как источник энергии для синтеза АТФ. НАД-зависимые и флавиновые дегидрогеназы, НАДН-дегидрогеназа, убихинол-дегидрогеназа (цитохром с редуктаза). Цитохромс оксидаза. Окислительное фосфорилирование, коэффициент Р/О. Строение митохондрий и структурная организация дыхательной цепи. Трансмембранный электрохимический потенциал как промежуточная форма энергии при окислительном фосфорилировании. Регуляция цепи переноса электронов (дыхательный контроль). Разобщение тканевого дыхания и окислительного фосфорилирования. Терморегуляторная функция тканевого дыхания. Цепь переноса электронов как часть системы дыхания, начинающейся с вдыхания воздуха и связывания кислорода гемоглобином. Нарушения энергетического обмена: гипозенергетические состояния как результат гипоксии, гиповитаминозов и др. причин. Термогенная функция энергетического обмена в бурой жировой ткани. Возрастная характеристика энергетического обеспечения организма питательными веществами. Образование токсических форм кислорода, механизм их повреждающего действия на клетки. Образование супероксидного аниона, пероксидного аниона, синглетного кислорода. Синглетный кислород при старении, воспалении, канцерогенезе, атеросклерозе, инфаркте, катаракте. Повреждение мембран в результате перекисного окисления липидов. Защита от токсического действия кислорода: ферментативные - супероксиддисмутаза, каталаза, глутатионпероксидаза.

Лекция-визуализация.

Окислительное декарбоксилирование пировиноградной кислоты: последовательность реакций, строение пируватдегидрогеназного комплекса. Цикл лимонной кислоты: последовательность реакций и характеристика ферментов. Связь между общим путем катаболизма и цепью переноса электронов и протонов. Механизмы регуляции цитратного цикла. Анаболические функции цикла лимонной кислоты. Реакции, пополняющие цитратный цикл.

### **Лабораторные работы.**

#### **Лабораторное занятие.**

Лабораторная работа «Оксидоредуктазы».

Содержание лабораторной работы

Опыт 1. Открытие пероксидазы в хрене.

Опыт 2. Сопоставление редокс-потенциалов рибовлавина и метиленового синего.

Опыт 3. Определение каталазы по А.Н. Баху и А.И. Опарину.

Контрольные вопросы

1. Какие реакции катализируют ферменты класса оксидоредуктаз?
2. Какие коферменты входят в состав оксидоредуктаз? Какие витамины необходимы для их образования?
3. В чем различие между дегидрогеназами и оксидазами?
4. Рассмотрите роль дегидрогеназ в процессах биологического окисления.
5. Где локализована электронотранспортная цепь? Какие соединения являются донорами протонов и электронов для дыхательной цепи?
6. Рассмотрите механизм функционирования дыхательной цепи. Что является движущей силой для перемещения электронов?
7. Какова роль каталазы в биохимических процессах?
8. Что характеризует активность фермента 1 Е?

#### **Лабораторное занятие.**

Лабораторная работа «Количественное определение пировиноградной кислоты в моче».

Содержание лабораторной работы

Количественное определение пировиноградной кислоты в моче фотоколориметрическим методом.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятиям «метаболизм», «катаболизм», «анаболизм».
2. Перечислите органоиды катаболической и анаболической систем.
3. Какие основные этапы включает катаболизм?

4. Какие соединения называются ключевыми метаболитами и почему? Каковы пути их превращения в организме?
5. Какие витамины участвуют в окислительном декарбоксилировании пировиноградной кислоты?
6. Почему при дефиците витамина В1 развивается лактат-ацидоз?
7. Какова роль и энергетическая ценность цикла Кребса?

#### **Лабораторное занятие.**

Семинар по теме «Введение в метаболизм. Понятие о катаболизме и анаболизме. Общий путь катаболизма. Биоэнергетика. Митохондриальная цепь переноса электронов. Использование биохимических методов анализа для оценки энергетического статуса организма».

1. Сущность понятий: метаболизм, анаболизм, катаболизм. Три фазы катаболизма (переваривание, специфические и общие пути катаболизма), их назначение, энергетическая ценность. Понятие о ключевых метаболитах организма человека (ацетил-КоА, ПВК).
2. Сущность процесса биологического окисления. Локализация процесса в клетке. Роль кислорода воздуха в дегидрировании (окислении) субстратов.
3. Макроэргические соединения, их классификация, химическое строение, образование и функции. Универсальная энергетическая "валюта" организма - АТФ, ее строение, функции, биологическая роль.
4. Окислительное и субстратное фосфорилирование. Современные представления о механизме окислительного фосфорилирования.
5. Современные представления о механизме тканевого дыхания. Строение электронотранспортной цепи: 4 звена электронотранспортной цепи, их характеристики.
6. Очаги высвобождения энергии в биологическом окислении. Причины каскадообразного выделения энергии в электронотранспортной цепи. Коэффициент фосфорилирования.
7. Энергетический заряд клетки. Регуляция биологического окисления.
8. Разобщение дыхания и фосфорилирования. Теплопродукция. Бурый жир.
9. Патология биологического окисления и биоэнергетических процессов. Влияние разобщающих агентов, ингибиторов и активаторов.
10. Токсичность кислорода, его активные формы.
11. Механизм свободнорадикальных процессов в клетке, их значение для организма.
12. Ферменты каталаза, пероксидаза, супероксиддисмутаза – значение в обезвреживании активных форм кислорода.
13. Механизмы защиты от свободнорадикального окисления при участии низкомолекулярных антиоксидантов.
14. Микросомальное окисление. Компоненты системы микросомального окисления. Значение для организма.
15. Сущность понятий: метаболизм, анаболизм, катаболизм. Три фазы катаболизма (переваривание, специфические и общие пути катаболизма), их назначение, энергетическая ценность. Понятие о ключевых метаболитах организма человека (ацетил-КоА, ПВК).
16. Общая схема окислительного декарбоксилирования пировиноградной кислоты (ПВК), локализация процесса. Строение пируватдегидрогеназного комплекса.
17. Механизм окислительного декарбоксилирования пировиноградной кислоты. Регуляция процесса окислительного декарбоксилирования ПВК.
18. Строение субстратов, последовательность реакций, ферменты цикла трикарбоновых кислот (цикл Кребса).
19. Роль реакций дегидрирования в цикле Кребса. Взаимосвязь ЦТК, биологического окисления и энерговысвобождающих процессов. Энергетическая ценность реакций цикла.
20. Регуляция цикла Кребса.
21. Анаболические функции цикла Кребса. Анаплеротические реакции.

#### **Лабораторное занятие.**

Решение ситуационных задач по теме «Введение в метаболизм. Понятие о катаболизме и анаболизме. Общий путь катаболизма. Биоэнергетика. Митохондриальная цепь переноса электронов. Использование биохимических методов анализа для оценки энергетического статуса организма».

#### **Лабораторное занятие.**

Контрольный срез. Тестирование по теме «Введение в метаболизм. Понятие о катаболизме и анаболизме. Общий путь катаболизма. Биоэнергетика. Митохондриальная цепь переноса электронов. Использование биохимических методов анализа для оценки энергетического статуса организма».

#### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Выучить конспекты лекций.
2. Подготовиться к лабораторным работам «Оксидоредуктазы», «Количественное определение пировиноградной кислоты в моче».
3. Изучить самостоятельно тему «Макроэргические соединения». Составить конспект. Привести примеры макроэргов, записать уравнения реакций их расщепления.

### **Тема 4. Обмен и функции углеводов. Применение методов биохимического анализа для исследования углеводного обмена в биологических объектах. (ОПК-1)**

#### **Лекция.**

Лекция-визуализация.

Основные углеводы животных, их содержание в тканях, биологическая роль. Основные углеводы пищи. Переваривание углеводов.

Глюкоза как важнейший метаболит углеводного обмена: общая схема источников и путей расходования глюкозы в организме. Катаболизм глюкозы. Аэробный распад - основной путь катаболизма глюкозы у человека и других аэробных организмов. Последовательность реакций до образования пирувата (аэробный гликолиз) как специфический для глюкозы путь катаболизма. Распространение и физиологическое значение аэробного распада глюкозы. Использование глюкозы для синтеза жиров в печени и в жировой ткани.

Анаэробный распад глюкозы (анаэробный гликолиз). Гликолитическая оксидоредукция, пируват как акцептор водорода; субстратное фосфорилирование. Распределение и физиологическое значение анаэробного распада глюкозы.

Биосинтез глюкозы (глюконеогенез) из аминокислот, глицерина и молочной кислоты. Взаимосвязь гликолиза в мышцах и глюконеогенеза в печени (цикл Кори). Аллостерические механизмы регуляции аэробного и анаэробного путей распада глюкозы и глюконеогенеза. Биотин. Метаболические функции и проявления авитаминоза.

Лекция-визуализация.

Представление о пентозофосфатном пути превращений глюкозы. Окислительные реакции (до стадии рибулозо-5-фосфата). Суммарные результаты пентозофосфатного пути: образование НАДФН и пентоз. Распространение и физиологическое значение.

Свойства и распространение гликогена как резервного полисахарида. Биосинтез гликогена. Мобилизация гликогена.

Особенности обмена глюкозы в разных органах и клетках: эритроциты, мозг, мышцы, жировая ткань, печень.

Изменения обмена глюкозы в печени (синтез и распад гликогена, гликолиз) при смене периода пищеварения на постабсорбтивный период и состояния покоя на мышечную работу. Роль инсулина, глюкагона, адреналина, протеинкиназ, аденилатциклазной и инозитолфос-фатной систем.

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

Наследственные нарушения обмена моносахаридов и дисахаридов: галактоземия, непереносимость фруктозы, непереносимость дисахаридов. Гликогенозы и агликогенозы.

Применение методов биохимического анализа для исследования углеводного обмена в биологических объектах.

#### **Лабораторные работы.**

**Лабораторное занятие.**



Лабораторная работа «Определение активности амилазы в сыворотке крови».

Содержание лабораторной работы

Количественное определение активности амилазы в сыворотке крови по скорости гидролиза крахмала фотоколориметрическим методом.

Контрольные вопросы

1. Каковы оптимальные условия функционирования панкреатической амилазы?
2. Какие продукты будут образоваться из крахмала в присутствии поджелудочного сока (*in vitro*)? Напишите уравнение реакции гидролиза крахмала.
3. Как можно определить наличие продуктов гидролиза крахмала в пробе?
4. К каким классам относятся ферменты, расщепляющие гликоген до глюкозы?
5. В чем целесообразность многочисленных ответвлений в гликогене?
6. Охарактеризуйте процесс переваривания и всасывания углеводов в пищеварительном тракте.
7. Каковы оптимальные условия функционирования панкреатической амилазы?
8. Какие продукты будут образоваться из крахмала в присутствии поджелудочного сока (*invitro*)?
9. Как можно определить наличие продуктов гидролиза крахмала в пробе?
10. Какой фермент участвует в фосфоролитическом расщеплении гликогена? Какова роль гликогена в поддержании гомеостаза глюкозы?
11. Какие соединения являются продуктами аэробного и анаэробного гликолиза?
12. Почему в организме сохраняется энергетически невыгодный анаэробный гликолиз?
13. Каков энергетический выход анаэробного окисления глюкозы? Укажите реакции субстратного и окислительного фосфорилирования в этом процессе.
14. Каков энергетический выход полного аэробного окисления глюкозы?
15. Всеядное животное содержится на диете, лишенной углеводов. Количество белков и липидов в рационе достаточно. Концентрация глюкозы в крови нормальная. За счет какого процесса поддерживается уровень сахара в крови?

**Лабораторное занятие.**

Лабораторная работа «Экспресс-диагностика патологий углеводного обмена».

Содержание лабораторной работы

Опыт 1. Анализ мочи на присутствие глюкозы реакцией Троммера с гидроксидом меди.

Опыт 2. Выявление фруктозурии пробой Селиванова.

Опыт 3. Энзиматический метод качественного и полуколичественного определения глюкозы в моче с помощью тест-полоски "GLUCOPHAN".

Контрольные вопросы

1. Что может быть причиной гипергликемии?
2. Какая функциональная группа молекулы глюкозы обуславливает положительную пробу Троммера?
3. При каких заболеваниях наблюдается глюкозурия?
4. При каких физиологических состояниях наблюдается глюкозурия?
5. Укажите причины развития фруктозурии.
6. Перечислите известные Вам нарушения обмена углеводов на стадии переваривания и всасывания. Могут ли эти нарушения иметь наследственный характер?
7. Что является причиной галактоземии?
8. Что является причиной сахарного диабета?
9. Как изменяются биохимические параметры углеводного обмена у больного сахарным диабетом?

**Лабораторное занятие.**

Семинар по теме «Обмен и функции углеводов. Применение методов биохимического анализа для исследования углеводного обмена в биологических объектах».

1. Общая характеристика, классификация и функции углеводов.
2. Моносахариды: структура, свойства, проекционные формулы. Биологически важные производные моносахаридов. Дисахариды пищи.

3. Запасные полисахариды. Основные и вспомогательные структурные полисахариды. Гликозаминогликаны.
4. Переваривание и всасывание углеводов в желудочно-кишечном тракте.
5. Гликолиз. Аэробный путь расщепления углеводов. Энергетика процесса.
6. Анаэробный гликолиз. Энергетика процесса.
7. Челночные механизмы транспорта водорода из цитоплазмы в митохондрии. Глицеролфосфатная челночная система.
8. Челночные механизмы транспорта водорода из цитоплазмы в митохондрии. Малат-аспартатная челночная система.
9. Пути обмена лактата в печени и мышцах.
10. Пентозофосфатный путь превращения глюкозы.
11. Обмен лактозы и галактозы. Включение галактозы в процесс гликолиза.
12. Включение фруктозы в процесс гликолиза.
13. Различия и сходство спиртового брожения и гликолиза.
14. Пути метаболизма этанола в организме человека.
15. Глюконеогенез, источники, механизм и регуляция процесса.

#### **Лабораторное занятие.**

Семинар по теме «Обмен и функции углеводов. Обмен гликогена. Патологии углеводного обмена».

1. Синтез гликогена в печени и в мышцах, механизм, регуляция.
2. Распад гликогена в печени и в мышцах, механизм, регуляция.
3. Нарушения обмена углеводов. Гликогенозы.
4. Нарушения обмена углеводов. Сахарный диабет.
5. Нарушения обмена углеводов. Фруктозурия, галактоземия, непереносимость лактозы.

#### **Лабораторное занятие.**

Решение ситуационных задач по теме «Обмен и функции углеводов. Применение методов биохимического анализа для исследования углеводного обмена в биологических объектах».

#### **Лабораторное занятие.**

Контрольный срез. Тестирование по теме «Обмен и функции углеводов. Применение методов биохимического анализа для исследования углеводного обмена в биологических объектах».

#### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Выучить конспекты лекций.
2. Подготовиться к лабораторным работам «Определение активности амилазы в сыворотке крови», «Экспресс-диагностика нарушений углеводного обмена».
3. Самостоятельно изучить тему «Гетерополисахариды», подготовить конспект.

### **Тема 5. Обмен и функции липидов. Применение методов биохимического анализа для исследования липидного обмена в биологических объектах. (ОПК-1)**

#### **Лекция.**

Лекция-визуализация.

Важнейшие липиды тканей человека. Резервные липиды (жиры) и липиды мембран (сложные липиды). Жирные кислоты липидов тканей человека. Эссенциальные жирные кислоты: -3 и -6 кислоты как предшественники синтеза эйкозаноидов. Незаменимые факторы питания липидной природы.

Пищевые жиры и их переваривание. Всасывание продуктов переваривания. Нарушения переваривания и всасывания. Ресинтез триацилглицеринов в стенке кишечника. Образование хиломикронов и транспорт жиров. Роль аполипопротеинов в составе хиломикронов. Липопротеинлипаза. Биосинтез жиров из углеводов в печени, упаковка в ЛОНП и транспорт Состав и строение транспортных липопротеинов крови. Гиперхиломикронемия, гипертриглицеридемия.

Депонирование и мобилизация жиров в жировой ткани, регуляция синтеза и мобилизации жиров. Роль инсулина, глюкагона и адреналина. Биосинтез жирных кислот,  $\beta$ -окисление жирных кислот. Транспорт жирных кислот альбумином крови. Регуляция метаболизма жирных кислот. Биосинтез и использование кетонных тел в качестве источников энергии.

Обмен и функции углеводов. Применение методов биохимического анализа для исследования углеводного обмена в биологических объектах.

Лекция-визуализация.

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

Строение, номенклатура, биологические функции эйкозаноидов. Биосинтез про-стагландинов, лейкотриенов.

Обмен стероидов. Холестерин как предшественник ряда других стероидов. Представление о биосинтезе холестерина. Восстановление гидроксиметилглутарил-КоА (ГМГ) в мевалоновую кислоту. Регуляция синтеза и активности ГМГ-редуктазы. Синтез желчных кислот из холестерина. Конъюгация желчных кислот, первичные и вторичные желчные кислоты. Выведение желчных кислот и холестерина из организма. ЛНП и ЛВП - транспортные формы холестерина в крови, роль в обмене холестерина. Гиперхолестеринемия. Биохимические основы развития атеросклероза. Семейная гиперхолестеринемия. Биохимические основы лечения гиперхолестеринемии и атеросклероза. Роль -кислот в профилактике атеросклероза. Механизм возникновения желчнокаменной болезни (холестериновые камни).

### **Лабораторные работы.**

#### **Лабораторное занятие.**

Лабораторная работа «Переваривание жиров. Влияние желчных кислот на активность панкреатической липазы».

Содержание лабораторной работы:

Изучение влияния желчных кислот на активность панкреатической липазы в отношении гидролиза жиров молока титриметрическим методом.

Контрольные вопросы

1. В чем различие функций фосфолипидов и триацилглицеринов?
2. К какому классу ферментов относится панкреатическая липаза?
3. Какой тип химической связи расщепляется панкреатической липазой?
4. Стеаторея – состояние, характеризующееся присутствием липидов в кале. Стеаторея часто наблюдается у людей с дисфункцией печени и желчного пузыря. Объясните, почему.
5. Почему у пациентов со сниженной секрецией бикарбонатов поджелудочной железой даже при нормальной секреции липазы и колипазы развивается стеаторея?
6. Каков состав лекарственных препаратов, применяемых при дисфункции поджелудочной железы?

#### **Лабораторное занятие.**

Лабораторная работа «Определение общего холестерина в сыворотке крови прямым методом по реакции Златкис – Зака».

Количественное определение общего холестерина в сыворотке крови спектрофотометрическим методом по реакции Златкис – Зака, основанном на реакции холестерина с уксусной и серной кислотами в присутствии хлорида железа.

Контрольные вопросы

1. Перечислите функции холестерина в организме.
2. Охарактеризуйте функции желчных кислот.
3. Укажите, в каких органах происходит синтез холестерина «на экспорт».
4. Почему чаще встречается гиперхолестеринемия, а не гипохолестеринемия?
5. Как изменится синтез холестерина при питании только растительной пищей? Почему?
6. Каким образом большая часть холестерина выводится из организма?

7. Назовите группу лекарственных препаратов, применяемых при гиперхолестеринемии, и объясните механизм их действия.

### **Лабораторное занятие.**

Решение ситуационных задач по теме «Обмен и функции липидов. Применение методов биохимического анализа для исследования липидного обмена в биологических объектах».

### **Лабораторное занятие.**

Контрольный срез. Тестирование по теме «Обмен и функции липидов. Применение методов биохимического анализа для исследования липидного обмена в биологических объектах».

### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Выучить конспекты лекций.
2. Зарисовать схемы «Регуляция активности триглицеридлипазы», «Регуляция синтеза и распада жирных кислот».
3. Подготовиться к лабораторным работам «Переваривание жиров. Влияние желчных кислот на активность панкреатической липазы», «Определение общего холестерина в сыворотке крови прямым методом по реакции Златкис – Зака».
4. Самостоятельно изучить вопрос «Сфинголипидоз», подготовить краткий конспект.

## **Тема 6. Обмен и функции азотсодержащих соединений. Обмен аминокислот и белков. Обмен нуклеиновых кислот. Применение методов биохимического анализа для исследования азотистого обмена в биологических объектах. (ОПК-1)**

### **Лекция.**

Лекция-визуализация.

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, ами-нопептидазы, дипептидазы. Поступление аминокислот в клетки тканей.

Диагностическое значение биохимического анализа желудочного и дуоденального сока. Протеиназы поджелудочной железы и панкреатиты.

Трансаминирование: аминотрансферазы; коферментная функция витамина В6. Специфичность аминотрансфераз. Аминокислоты, участвующие в трансаминировании; особая роль глутаминовой кислоты. Биологическое значение реакций трансаминирования. Определение трансаминаз в сыворотке крови при диагностике инфаркта миокарда, заболеваниях печени. Окислительное дезаминирование аминокислот; глутаматдегидрогеназа. Непрямое дезаминирование аминокислот. Биологическое значение дезаминирования аминокислот.

Декарбоксилирование аминокислот. Биогенные амины: гистамин, серотонин, -аминомасляная кислота, катехоламины. Образование, функции. Дезаминирование и гидрок-силирование биогенных аминов.

Конечные продукты азотистого обмена: соли аммония и мочевины. Основные источники аммиака в организме. Роль глутамина в обезвреживании и транспорте аммиака. Глутамин как донор амидной группы при синтезе ряда соединений. Глутаминаза почек; образование и выведение солей аммония. Активация глутаминазы почек при ацидозе. Биосинтез мочевины. Связь орнитинового цикла с превращениями фумаровой и аспарагиновой кислот, происхождение атомов азота мочевины. Нарушения синтеза и выведения мочевины. Гипераммониемии.

Обмен безазотистого остатка аминокислот. Гликогенные и кетогенные аминокислоты. Синтез глюкозы из аминокислот. Синтез аминокислот из глюкозы.

Трансметилирование. Метионин и S-аденозилметионин. Синтез креатина, адреналина, фосфатидилхолинов; метилирование ДНК. Тетрагидрофолиевая кислота и синтез одно-углеродных групп: использование одноуглеродных групп производных тетрагидрофолиевой кислоты. Метилирование гомоцистеина. Проявления недостаточности фолиевой кислоты. Антивитамины фолиевой кислоты. Механизм действия сульфаниламидных препаратов. Обмен фенилаланина и тирозина в разных тканях. Фенилкетонурия: биохимический дефект, проявления болезни, методы предупреждения (генетическая консультация), диагностика и лечение. Алкаптонурия. Альбинизм. Нарушение синтеза дофамина при паркинсонизме.

Применение методов биохимического анализа для исследования азотистого обмена в биологических объектах.

Лекция-визуализация.

Строение нуклеиновых кислот. Связи, формирующие первичную структуру ДНК и РНК -5'-фосфатный и 3'-гидроксильный концы полинуклеотидных цепей. Вторичная структура ДНК и РНК. Видовые различия первичной структуры нуклеиновых кислот. Типы РНК: рибосомные, транспортные, матричные. Строение хроматина и рибосом.

Биосинтез ДНК (репликация), стехиометрия реакции. Субстраты, источники энергии, матрица, ферменты и белки ДНК-репликативного комплекса. Синтез ДНК и фазы клеточного деления. Идентичность ДНК разных клеток многоклеточного организма. Повреждения и репарация ДНК. Характеристика ферментов ДНК - репарирующего комплекса.

Биосинтез РНК (транскрипция): стехиометрия реакции. ДНК как матрица РНК-полимеразы. Биосинтез рибосомных, транспортных и матричных РНК. Понятие о мозаичной структуре генов, первичных транскриптах и их посттранскрипционном процессинге (созревании РНК).

Биосинтез белков (трансляция). Биологический код. Свойства биологического кода. Белоксинтезирующая система. Последовательность событий при образовании полипептидной цепи на рибосоме: инициация, элонгация и терминация. Пептидилтрансферазная активность рРНК. Функционирование полирибосом.

Посттрансляционный процессинг белков: частичный протеолиз, присоединение небелковых компонентов, модификация аминокислот, формирование пространственной конформации мономерных и олигомерных молекул.

Адаптивная регуляция экспрессии генов у про- и эукариотов. Теория оперона. Функционирование оперонов, регулируемых по механизму индукции и репрессии. Изменение белкового состава клеток при дифференцировке, его роль для медицины.

Распад нуклеиновых кислот. Нуклеазы пищеварительного тракта и тканей. Распад пуриновых нуклеотидов. Представление о биосинтезе пуриновых нуклеотидов; начальные стадии биосинтеза (от рибозо-5-фосфата до 5-фосфорибозиламина). Инозиновая кислота как предшественник адениловой и гуаниловой кислот. Представление о распаде и биосинтезе пиримидиновых нуклеотидов. Регуляция биосинтеза пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов. Нарушения обмена нуклеотидов. Подагра; применение аллопуринола для лечения подагры. Ксантинурия. Оротацидурия.

Биосинтез дезоксирибонуклеотидов. Применение ингибиторов синтеза дезоксирибонуклеотидов для лечения злокачественных опухолей.

Наследственные болезни - результат дефектов в генотипе; многообразие и распространенность. Технология рекомбинантных ДНК, конструирование химерных молекул ДНК и их клонирование. Полимеразная цепная реакция (ПЦР) и полиморфизм длины рестрикционных фрагментов (ПДРФ) как методы изучения генома диагностики болезней. Генная терапия.

### **Лабораторные работы.**

#### **Лабораторное занятие.**

Лабораторная работа «Переваривание белков. Определение кислот желудочного содержимого».

Содержание лабораторной работы:

Титрование кислот желудочного содержимого. Определение общей кислотности, свободной соляной кислоты и связанной соляной кислоты путем кислотно-основного титрования с различными индикаторами.

Контрольные вопросы

1. Какие факторы определяют биологическую ценность пищевых белков?
2. Какие условия необходимы для переваривания белков в желудке?
3. Какой энзим желудочного сока принимает участие в денатурации белков у детей грудного возраста?
4. Как предотвращается действие пептидаз на клетки желудка и кишечника?
5. Как происходит активация протеолитических ферментов желудка и кишечника?

#### **Лабораторное занятие.**

Лабораторная работа «Конечные продукты азотистого обмена».

Содержание лабораторной работы:

Опыт 1. Биуретовая реакция на мочевины.

Опыт 2. Количественное определение креатинина в моче по цветной реакции Яффе (метод Поппера) фотометрическим методом.

Опыт 3. Количественное определение аммиака в моче по Мальфатти титриметрическим методом.

Контрольные вопросы

1. Какое вещество является основным конечным продуктом азотистого обмена в организме человека? Где происходит его синтез?
2. В каком виде аммиак и аминный азот попадают из периферических тканей в печень для образования мочевины?
3. Дефект какого из ферментов орнитинового цикла может быть причиной увеличения суточной экскреция аргининосукцината?
4. Почему при поражениях печени наблюдается аминокацидурия?
5. Каковы причины увеличения и уменьшения экскреции аммонийных солей с мочой?
6. У кого суточное выделение креатинина больше – у мужчин или у женщин? Почему?

#### **Лабораторное занятие.**

Решение ситуационных задач по теме «Обмен и функции азотсодержащих соединений. Обмен аминокислот и белков. Обмен нуклеиновых кислот. Применение методов биохимического анализа для исследования азотистого обмена в биологических объектах».

#### **Лабораторное занятие.**

Контрольный срез. Тестирование по теме «Обмен и функции азотсодержащих соединений. Обмен аминокислот и белков. Обмен нуклеиновых кислот. Применение методов биохимического анализа для исследования азотистого обмена в биологических объектах».

#### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Выучить конспекты лекций.
2. Самостоятельно изучить и законспектировать вопрос «Болезнь кленового сиропа».
3. Подготовиться к лабораторным работам ««Переваривание белков. Определение кислот желудочного содержимого», «Конечные продукты азотистого обмена».
4. Зарисовать схему репликационной вилки при синтезе ДНК. Указать названия ферментов и белковых факторов, участвующих в процессе, направление синтеза новых цепей ДНК (лидирующей и отстающей).
5. Составить таблицу «Лекарственные препараты - ингибиторы синтеза белка и нуклеиновых кислот». Указать название препарата, его химическую природу, механизм действия.

### **Тема 7. Основные принципы регуляции обмена веществ в организме. Применение методов биохимического анализа для оценки гормонального статуса организма. (ОПК-1)**

#### **Лекция.**

Лекция-визуализация.

Гормональная регуляция как средство межклеточной и межорганной координации обмена веществ. Основные системы межклеточной коммуникации: эндокринная, паракринная, аутокринная системы. Классификация гормонов по месту образования, по механизму действия. Роль гормонов в системе регуляции метаболизма. Изменения метаболизма при гипо- и гипертиреозе. Причины и проявления эндемического зоба. Половые гормоны: строение, влияние на обмен веществ и функции половых желез, матки и молочных желез. Гормон роста, строение, функции.

Синтез и секреция пептидных гормонов, производных аминокислот и кортикостероидов. Изменения катаболизма при гипер- и гипокортицизме. Регуляция синтеза и секреции гормонов по механизму обратной связи.

Регуляция энергетического метаболизма, роль инсулина и контринсулярных гормонов в обеспечении гомеостаза. Роль инсулина и глюкагона в регуляции энергетического метаболизма при нормальном питании и при голодании. Изменения гормонального статуса и метаболизма при сахарном диабете.

Лекция-визуализация.

Патогенез основных симптомов сахарного диабета. Диабетическая кома. Патогенез поздних осложнений сахарного диабета (макро- и микроангиопатии, нефропатия, ретинопатия, катаракта).

Роль гормонов в регуляции обмена кальция и фосфатов (паратгормон, кальцитонин и кальцитриол). Строение, биосинтез и механизм действия кальцитриола. Причины и проявления рахита, гипо- и гиперпаратиреоидизма.

Роль почек в обмене веществ. Обмен воды и минеральных солей. Общие свойства мочи. Химический состав: органические и неорганические вещества. Патологические компоненты мочи, механизмы их появления в моче. Клинико-диагностическое значение биохимического анализа мочи. Роль почек в поддержании кислотно-основного равновесия. Роль почек в обезвреживании аммиака. Минеральные вещества тканей человека. Классификация. Пути поступления минеральных веществ в организм, механизмы всасывания. Функции минеральных веществ. Электролитный состав биологических жидкостей. Механизмы регуляции объема, электролитного состава и pH жидкостей организма. Роль почек, желудочно-кишечного тракта, кожи, легких в регуляции водно-солевого обмена. Регуляция водно-солевого обмена. Строение и функции альдостерона и вазопрессина. Система ренин – ангиотензин – альдостерон. Биохимические механизмы возникновения почечной гипертензии, отеков, дегидратации.

Принципы использования гормональных лекарственных препаратов для коррекции метаболических нарушений.

### **Лабораторные работы.**

#### **Лабораторное занятие.**

Лабораторная работа «Минеральный и водно-солевой обмен».

Содержание лабораторной работы

Опыт 1. Определение неорганического фосфора в сыворотке крови по восстановлению фосфорно-молибденовой кислоты спектрофотометрическим методом.

Опыт 2. Определение кальция в сыворотке крови по методу де Ваарда. Осаждение кальция из сыворотки крови оксалатом аммония. Определение содержания кальция методом перманганатометрии.

Контрольные вопросы

1. Каков минеральный состав крови?
2. Какие гормоны регулируют водно-солевой обмен в организме?
3. Какие гормоны участвуют в регуляции фосфорно-кальциевого обмена?
4. В каких случаях развиваются гипокальциемия и гиперкальциемия?
5. В каких случаях развиваются гипокалиемия и гиперкалиемия?
6. Перечислите причины гиперфосфатемии и гипофосфатемии.

#### **Лабораторное занятие.**

Лабораторная работа «Биохимия мочи».

Содержание лабораторной работы

Опыт 1. Выявление фруктозурии пробой Селиванова.

Опыт 2. Полуколичественный метод определения глюкозы и кетоновых тел в моче с помощью тест-полосок.

Опыт 3. Определение белка в моче пробой Геллера.

Опыт 4. Качественное обнаружение аминокислот в моче.

Контрольные вопросы

1. Какие гормоны участвуют в регуляции обмена углеводов, жиров и белков?
2. Что является причиной сахарного диабета 1 и 2 типа?
3. Какие изменения биохимического состава мочи наблюдаются при сахарном диабете?
4. При каких заболеваниях наблюдается глюкозурия?
5. При каких физиологических состояниях наблюдается глюкозурия?
6. Укажите причины развития фруктозурии.
7. При каких заболеваниях в моче присутствует белок?

**Лабораторное занятие.**

Решение ситуационных задач по теме «Основные принципы регуляции обмена веществ в организме. Применение методов биохимического анализа для оценки гормонального статуса организма».

**Лабораторное занятие.**

Контрольный срез. Тестирование по теме «Основные принципы регуляции обмена веществ в организме. Применение методов биохимического анализа для оценки гормонального статуса организма».

**Задания для самостоятельной работы.**

1. Выучить конспекты лекций.
2. Подготовиться к лабораторной работе «Минеральный и водно-солевой обмен», «Биохимия мочи».
3. Составить таблицу «Влияние инсулина на ключевые ферменты метаболизма». Материал сгруппировать по типам влияния (активация, индукция, репрессия).
4. Самостоятельно изучить и законспектировать тему «Биохимия поздних осложнений сахарного диабета».
5. Составить схему «Взаимосвязь ангиотензин-ренин-альдостероновой системы и калликреин-кининовой системы». Обратит внимание на направленность действия этих систем, общее звено и механизм его участия в обеих системах.

## **Тема 8. Биохимия органов и тканей. Применение биохимических методов для исследования обмена веществ и патологических процессов в органах и тканях биологических объектов. (ОПК-1)**

**Лекция.**

Лекция-визуализация.

Особенности развития, строения и метаболизма эритроцитов. Образование и обезвреживание активных форм кислорода в эритроцитах. Транспорт кислорода и диоксида углерода. Особенности насыщения гемоглобина кислородом и угарным газом. Гемоглобин плода (HbF) и его физиологическое значение. Полиморфные формы гемоглобинов человека. Гемоглобинопатии. Анемические гипоксии.

Биосинтез гема и его регуляция. Нарушения синтеза гема: порфирии. Распад гема. Обезвреживание билирубина.

Обмен железа: всасывание, транспорт кровью, депонирование. Нарушения обмена железа: железодефицитная анемия, гемохроматоз.

Основные свойства белковых фракций крови и значение их определения для диагностики заболеваний. Энзимодиагностика.

Свертывающая система крови. Этапы образования фибринового сгустка. Внутренний и внешний пути свертывания. Компоненты, принципы образования и последовательность функционирования ферментных комплексов прокоагулянтного пути. Роль витамина К в свертывании крови. Основные механизмы фибринолиза. Активаторы плазминогена как тромболитические средства.



Основные антикоагулянты крови: антитромбин III, макроглобулин, антиконвертин. Антикоагулянтный путь. Гемофилии. Клиническое значение биохимического анализа крови.

Особенности биохимического состава печени. Реакции обезвреживания веществ в печени. Понятия «токсичность». Метаболизм эндогенных и чужеродных токсических веществ: реакции микросомального окисления и реакции конъюгации с глутатионом, глюкуроновой кислотой, серной кислотой. Реакции обезвреживания продуктов гниения, поступающих из кишечника. Белок множественной лекарственной устойчивости. Обезвреживание ионов тяжелых металлов. Белки теплового шока.

Роль печени в обмене гема. Реакции синтеза гема, субстраты, ферменты. Реакции распада гема, «прямой» и «непрямой» билирубин. Обезвреживание билирубина. «Прямой» и «непрямой» билирубин. Нарушения обмена билирубина. Желтухи: гемолитическая, обтурационная, печеночно-клеточная. Желтуха новорожденных. Наследственные желтухи. Диагностическое значение определения билирубина и других желчных пигментов в крови и моче. Биохимические механизмы развития печеночно-клеточной недостаточности и печеночной комы. Биохимические методы диагностики нарушений функции печени.

Классическая лекция.

Химический состав нервной ткани. Миелиновые мембраны: особенности состава и структуры. Энергетический обмен в нервной ткани; значение аэробного распада глюкозы. Биохимия возникновения и проведения нервного импульса. Молекулярные механизмы синаптической передачи. Медиаторы: ацетилхолин, катехоламины, серотонин, -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.

Важнейшие белки миофибрилл: миозин, актин, актомиозин, тропомиозин, 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. Биохимические изменения при мышечных дистрофиях и денервации мышц. Креатинурия.

Коллаген: особенности аминокислотного состава, первичной и пространственной структуры. Роль аскорбиновой кислоты в гидроксировании пролина и лизина. Проявления недостаточности витамина С. Особенности биосинтеза и созревания коллагена. Полиморфизм коллагена: фибриллообразующие, ассоциированные с фибриллами, «заякоренные», микрофибриллярные типы коллагена. Особенности строения и функций эластина. Белково-углеводные комплексы. Гликозамингликаны и протеогликаны. Строение и функция. Роль глюкуроновой кислоты в организации межклеточного матрикса. Адгезивные белки межклеточного матрикса: фибронектин и ламинин, их строение и функции. Роль этих белков в межклеточных взаимодействиях и развитии опухолей. Структурная организация межклеточного матрикса. Изменения соединительной ткани при старении, коллагенозах. Роль коллагеназы при заживлении ран. Оксипролинурия при коллагенозах. Болезни соединительной ткани.

Клетки костной ткани – остеобласты, остециты, остеокласты. Химический состав костной ткани. Неорганические компоненты. Органический матрикс. Формирование кости. Процесс оссификации. Резорбция костной ткани. Факторы, влияющие на метаболизм костной ткани: гормоны, ферменты, витамины. Основные группы болезней костей.

### **Лабораторные работы.**

#### **Лабораторное занятие.**

Лабораторная работа «Определение билирубина в сыворотке крови по диазореакции в присутствии акселератора (метод Йендрашика, Клетгорна и Грофа)».

Содержание лабораторной работы:

Определение общего, прямого и непрямого билирубина в сыворотке крови по диазореакции в присутствии акселератора (метод Йендрашика, Клетгорна и Грофа) фотоколориметрическим методом.

Контрольные вопросы

1. Какова химическая природа билирубина?
2. Какие процессы происходят с билирубином в печени?
3. На чем основано деление билирубина на «прямой» и «непрямой»?
4. Каково нормальное содержание билирубина в сыворотке крови?
5. При каких обстоятельствах в моче может обнаружиться билирубин?
6. При каких видах желтух происходит обесцвечивание кала? Почему?
7. Как отличить механическую желтуху от гемолитической по анализу крови?

#### **Лабораторное занятие.**

Лабораторная работа «Количественное определение общего белка сыворотки крови по биуретовой реакции».

Содержание лабораторной работы

Количественное определение общего белка сыворотки крови по биуретовой реакции фотоколориметрическим методом

Контрольные вопросы

1. Какие белковые фракции крови можно выделить методом простого электрофореза?
2. В чем отличие сыворотки крови от плазмы?
3. Укажите причины гипо- и гиперпротеинемий.
4. Какой белок отвечает за дыхательную функцию крови?
5. Какие белки входят в систему свертывания крови?
6. Перечислите белки противосвертывающей системы крови.
7. Какие ферменты крови используются как биохимические индикаторы повреждения внутренних органов (при инфаркте миокарда, заболеваниях мышц, опухолях костей, панкреатите)?

#### **Лабораторное занятие.**

Решение ситуационных задач по теме «Биохимия органов и тканей. Применение биохимических методов для исследования обмена веществ и патологических процессов в органах и тканях биологических объектов».

#### **Лабораторное занятие.**

Контрольный срез. Тестирование по теме «Биохимия органов и тканей. Применение биохимических методов для исследования обмена веществ и патологических процессов в органах и тканях биологических объектов».

#### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Выучить конспекты лекций.
2. Подготовиться к лабораторным работам «Определение билирубина в сыворотке крови по диазореакции в присутствии акселератора (метод Йендрашика, Клетгорна и Грофа)», «Количественное определение общего белка сыворотки крови по биуретовой реакции».
3. Составить таблицу «Дифференциальная диагностика желтух (биохимические показатели)». Обратить внимание на изменения в концентрации общего, прямого и непрямого билирубина в крови, моче и кале.
4. Систематизировать знания по заболеваниям соединительной ткани в виде таблицы «Биохимия коллагенозов». Обратить внимание на биохимические причины заболеваний (отсутствие ферментов, нарушение конкретных метаболических процессов).

#### **4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства**

##### **4.1. Распределение баллов:**

##### **4 семестр**

- текущий контроль – 60 баллов
- контрольные срезы – 4 среза по 10 баллов каждый
- премиальные баллы – 5 баллов

## Распределение баллов по заданиям:

№ те мы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Мах. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки
1.	Введение. Строение и свойства белков. Ферменты. Строение, свойства, регуляция активности. Применение методов биохимического анализа для исследования состава лекарственного растительного сырья и биологических объектов.	Защита лабораторных работ	8	Выполняется 2 лабораторные работы, на защиту каждой из которых отводится 4 балла. Защите лабораторной работы предшествует ее выполнение с обязательным соблюдением правил техники безопасности. Баллы за защиту одной лабораторной работы суммируются следующим образом: 1 балл – за выполнение лабораторной работы с соблюдением правил техники безопасности; 1 балл – за правильное оформление лабораторной работы в рабочей тетради; 2 балла – за ответ на контрольный вопрос к лабораторной работе (преподаватель задает один контрольный вопрос из перечня вопросов к лабораторной работе; если студент дает на него полный верный ответ, начисляется 2 балла; если ответ неполный, начисляется 1 балл, если ответ отсутствует – 0 баллов).
		Решение ситуационных задач	7	На решение ситуационных задач отводится 20 минут. На занятии преподаватель задает студенту 2 задачи из выданного заранее перечня. Решение задачи сводится к: - подробному ответу на проблемные вопросы, которых может быть задано несколько для самостоятельного осмысления, - к изложению материала по определенной тематике. Решение задач оценивается в 7 баллов. 7 баллов – студент решил обе задачи без ошибок и недочетов, 6 баллов – студент допустил при решении одной из задач незначительный недочет; 5 баллов – студент допустил при решении одной из задач незначительный недочет; 4 балла – студент решил одну задачу без ошибок и недочетов, попытка решения второй задачи; 3 балла – обе задачи решены с недочетами или ошибками; 2 балла – частичное решение одной задачи; 1 балл – попытка решения одной задачи; 0 баллов – обе задачи решены неправильно или к их решению студент не приступил
		Тестирование(контрольный срез)	10	За тестирование начисляется 10 баллов. Тест состоит из 20 вопросов, на ответы на которые отводится 20 минут: Ответ на каждые 2 вопроса оценивается 1 баллом. Правильный ответ на 1 вопрос баллов не дает.
2.	Биохимия биологических активных веществ: витаминов, гормонов. Биологические мембраны. Механизмы передачи гормонального сигнала. Применение методов био-химическо	Защита лабораторных работ	8	Выполняется 2 лабораторные работы, на защиту каждой из которых отводится 4 балла. Защите лабораторной работы предшествует ее выполнение с обязательным соблюдением правил техники безопасности. Баллы за защиту одной лабораторной работы суммируются следующим образом: 1 балл – за выполнение лабораторной работы с соблюдением правил техники безопасности; 1 балл – за правильное оформление лабораторной работы в рабочей тетради; 2 балла – за ответ на контрольный вопрос к лабораторной работе (преподаватель задает один контрольный вопрос из перечня вопросов к лабораторной работе; если студент дает на него полный верный ответ, начисляется 2 балла; если ответ неполный, начисляется 1 балл, если ответ отсутствует – 0 баллов).

	го анализа для исследования содержания биологически активных веществ в лекарственном растительном сырье и биологических объектах.	Решение ситуационных задач	7	<p>На решение ситуационных задач отводится 20 минут.</p> <p>На занятии преподаватель задает студенту 2 задачи из выданного заранее перечня.</p> <p>Решение задачи сводится к:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- подробному ответу на проблемные вопросы, которых может быть задано несколько для самостоятельного осмысления,</li> <li>- к изложению материала по определенной тематике.</li> </ul> <p>Решение задач оценивается в 7 балла.</p> <p>7 баллов – студент решил обе задачи без ошибок и недочетов,</p> <p>6 баллов - студент допустил при решении одной из задач незначительный недочет;</p> <p>5 баллов – - студент допустил при решении одной из задач незначительный недочет;</p> <p>4 балла - студент решил одну задачу без ошибок и недочетов, попытка решения второй задачи;</p> <p>3 балла – обе задачи решены с недочетами или ошибками;</p> <p>2 балла – частичное решение одной задачи;</p> <p>1 балл – попытка решения одной задачи;</p> <p>0 баллов – обе задачи решены неправильно или к их решению студент не приступил</p>
		Тестирование(контрольный срез)	10	<p>За тестирование начисляется 10 баллов.</p> <p>Тест состоит из 20 вопросов, на ответы на которые отводится 20 минут: Ответ на каждые 2 вопроса оценивается 1 баллом.</p> <p>Правильный ответ на 1 вопрос баллов не дает.</p>
3.	<p>Введение в метаболизм. Понятие о катаболизме и анаболизме. Общий путь катаболизма. Биоэнергетика. Митохондриальная цепь переноса электронов. Использование биохимических методов анализа для оценки энергетического статуса организма.</p>	Защита лабораторных работ	8	<p>Выполняется 2 лабораторные работы, на защиту каждой из которых отводится 4 балла.</p> <p>Защите лабораторной работы предшествует ее выполнение с обязательным соблюдением правил техники безопасности.</p> <p>Баллы за защиту одной лабораторной работы суммируются следующим образом:</p> <p>1 балл – за выполнение лабораторной работы с соблюдением правил техники безопасности;</p> <p>1 балл – за правильное оформление лабораторной работы в рабочей тетради;</p> <p>2 балла – за ответ на контрольный вопрос к лабораторной работе (преподаватель задает один контрольный вопрос из перечня вопросов к лабораторной работе; если студент дает на него полный верный ответ, начисляется 2 балла; если ответ неполный, начисляется 1 балл, если ответ отсутствует – 0 баллов).</p>
		Решение ситуационных задач	7	<p>На решение ситуационных задач отводится 20 минут.</p> <p>На занятии преподаватель задает студенту 2 задачи из выданного заранее перечня.</p> <p>Решение задачи сводится к:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- подробному ответу на проблемные вопросы, которых может быть задано несколько для самостоятельного осмысления,</li> <li>- к изложению материала по определенной тематике.</li> </ul> <p>Решение задач оценивается в 7 балла.</p> <p>7 баллов – студент решил обе задачи без ошибок и недочетов,</p> <p>6 баллов - студент допустил при решении одной из задач незначительный недочет;</p> <p>5 баллов – - студент допустил при решении одной из задач незначительный недочет;</p> <p>4 балла - студент решил одну задачу без ошибок и недочетов, попытка решения второй задачи;</p> <p>3 балла – обе задачи решены с недочетами или ошибками;</p> <p>2 балла – частичное решение одной задачи;</p> <p>1 балл – попытка решения одной задачи;</p> <p>0 баллов – обе задачи решены неправильно или к их решению студент не приступил</p>

		<b>Тестирование(контрольный срез)</b>	10	За тестирование начисляется 10 баллов. Тест состоит из 20 вопросов, на ответы на которые отводится 20 минут: Ответ на каждые 2 вопроса оценивается 1 баллом. Правильный ответ на 1 вопрос баллов не дает.
4.	Обмен и функции углеводов. Применение методов биохимического анализа для исследования углеводного обмена в биологических объектах.	Защита лабораторных работ	8	Выполняется 2 лабораторные работы, на защиту каждой из которых отводится 4 балла. Защите лабораторной работы предшествует ее выполнение с обязательным соблюдением правил техники безопасности. Баллы за защиту одной лабораторной работы суммируются следующим образом: 1 балл – за выполнение лабораторной работы с соблюдением правил техники безопасности; 1 балл – за правильное оформление лабораторной работы в рабочей тетради; 2 балла – за ответ на контрольный вопрос к лабораторной работе (преподаватель задает один контрольный вопрос из перечня вопросов к лабораторной работе; если студент дает на него полный верный ответ, начисляется 2 балла; если ответ неполный, начисляется 1 балл, если ответ отсутствует – 0 баллов).
		Решение ситуационных задач	7	На решение ситуационных задач отводится 20 минут. На занятии преподаватель задает студенту 2 задачи из выданного заранее перечня. Решение задачи сводится к: - подробному ответу на проблемные вопросы, которых может быть задано несколько для самостоятельного осмысления, - к изложению материала по определенной тематике. Решение задач оценивается в 7 балла. 7 баллов – студент решил обе задачи без ошибок и недочетов, 6 баллов - студент допустил при решении одной из задач незначительный недочет; 5 баллов – - студент допустил при решении одной из задач незначительный недочет; 4 балла - студент решил одну задачу без ошибок и недочетов, попытка решения второй задачи; 3 балла – обе задачи решены с недочетами или ошибками; 2 балла – частичное решение одной задачи; 1 балл – попытка решения одной задачи; 0 баллов – обе задачи решены неправильно или к их решению студент не приступил
		<b>Тестирование(контрольный срез)</b>	10	За тестирование начисляется 10 баллов. Тест состоит из 20 вопросов, на ответы на которые отводится 20 минут: Ответ на каждые 2 вопроса оценивается 1 баллом. Правильный ответ на 1 вопрос баллов не дает.
5.	Премиальные баллы		5	Дополнительные премиальные баллы начисляются за постоянную активность во время устного опроса на практических занятиях
6.	Итого за семестр		100	

#### 5 семестр

- текущий контроль – 30 баллов
- контрольные срезы – 4 среза по 10 баллов каждый
- премиальные баллы – 10 баллов
- ответ на экзамене: не более 30 баллов

Распределение баллов по заданиям:

№ те мы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Мах. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки
1.	Обмен и функции липидов. Применение методов биохимического анализа для исследования липидного обмена в биологических объектах.	Защита лабораторных работ	4	Выполняется 2 лабораторные работы, на защиту каждой из которых отводится 2 балла. Защите лабораторной работы предшествует ее выполнение с обязательным соблюдением правил техники безопасности. Баллы за защиту одной лабораторной работы суммируются следующим образом: 1 балл – за выполнение лабораторной работы с соблюдением правил техники безопасности; правильное оформление лабораторной работы в рабочей тетради; 1 балл – за ответ на контрольный вопрос к лабораторной работе (преподаватель задает один контрольный вопрос из перечня вопросов к лабораторной работе; если студент дает на него полный верный ответ, начисляется 1 балла; если ответ неверный, неполный, либо ответ отсутствует – 0 баллов).
		Решение ситуационных задач	4	На решение ситуационных задач отводится 20 минут. На занятии преподаватель задает студенту 2 задачи. Решение задачи сводится к: - подробному ответу на проблемные вопросы, которых может быть задано несколько для самостоятельного осмысления, - к изложению материала по определенной тематике. Решение каждой ситуационной задачи оценивается в 2 балла. 2 балла – студент решил задачу без ошибок и недочетов, 1 балл – студент допустил в решении задачи недочеты или ошибки, ответ неполный; 0 баллов – задача решена неправильно или к ее решению студент не приступил.
		Тестирование(контрольный срез)	10	За тестирование начисляется 10 баллов. Тест состоит из 20 вопросов, на ответы на которые отводится 20 минут: Ответ на каждые 2 вопроса оценивается 1 баллом. Правильный ответ на 1 вопрос баллов не дает.
2.	Обмен и функции азотсодержащих соединений. Обмен аминокислот и белков. Обмен нуклеиновых кислот. Применение методов биохимического анализа для исследования	Защита лабораторных работ	4	Выполняется 2 лабораторные работы, на защиту каждой из которых отводится 2 балла. Защите лабораторной работы предшествует ее выполнение с обязательным соблюдением правил техники безопасности. Баллы за защиту одной лабораторной работы суммируются следующим образом: 1 балл – за выполнение лабораторной работы с соблюдением правил техники безопасности; правильное оформление лабораторной работы в рабочей тетради; 1 балл – за ответ на контрольный вопрос к лабораторной работе (преподаватель задает один контрольный вопрос из перечня вопросов к лабораторной работе; если студент дает на него полный верный ответ, начисляется 1 балла; если ответ неверный, неполный, либо ответ отсутствует – 0 баллов).

	азотистого обмена в биологических объектах.	Решение ситуационных задач	4	На решение ситуационных задач отводится 20 минут. На занятии преподаватель задает студенту 2 задачи. Решение задачи сводится к: - подробному ответу на проблемные вопросы, которых может быть задано несколько для самостоятельного осмысления, - к изложению материала по определенной тематике. Решение каждой ситуационной задачи оценивается в 2 балла. 2 балла – студент решил задачу без ошибок и недочетов, 1 балл – студент допустил в решении задачи недочеты или ошибки, ответ неполный; 0 баллов – задача решена неправильно или к ее решению студент не приступил.
		Тестирование(контрольный срез)	10	За тестирование начисляется 10 баллов. Тест состоит из 20 вопросов, на ответы на которые отводится 20 минут: Ответ на каждые 2 вопроса оценивается 1 баллом. Правильный ответ на 1 вопрос баллов не дает.
3.	Основные принципы регуляции обмена веществ в организме. Применение методов биохимического анализа для оценки гормонального статуса организма.	Защита лабораторных работ	4	Выполняется 2 лабораторные работы, на защиту каждой из которых отводится 2 балла. Защите лабораторной работы предшествует ее выполнение с обязательным соблюдением правил техники безопасности. Баллы за защиту одной лабораторной работы суммируются следующим образом: 1 балл – за выполнение лабораторной работы с соблюдением правил техники безопасности; правильное оформление лабораторной работы в рабочей тетради; 1 балл – за ответ на контрольный вопрос к лабораторной работе (преподаватель задает один контрольный вопрос из перечня вопросов к лабораторной работе; если студент дает на него полный верный ответ, начисляется 1 балла; если ответ неверный, неполный, либо ответ отсутствует – 0 баллов).
		Решение ситуационных задач	3	На решение ситуационных задач отводится 20 минут. На занятии преподаватель задает студенту 2 задачи. Решение задачи сводится к: - подробному ответу на проблемные вопросы, которых может быть задано несколько для самостоятельного осмысления, - к изложению материала по определенной тематике. 3 балла – студент решил задачи без ошибок и недочетов, 2 балла – студент допустил в решении одной задачи недочеты или ошибки, ответ неполный; 1 балл – студент допустил в решении обеих задач недочеты или ошибки, ответ неполный; 0 баллов – задача решена неправильно или к ее решению студент не приступил.
		Тестирование(контрольный срез)	10	За тестирование начисляется 10 баллов. Тест состоит из 20 вопросов, на ответы на которые отводится 20 минут: Ответ на каждые 2 вопроса оценивается 1 баллом. Правильный ответ на 1 вопрос баллов не дает.

4.	Биохимия органов и тканей. Применение биохимических методов для исследования обмена веществ и патологических процессов в органах и тканях биологических объектов.	Защита лабораторных работ	4	Выполняется 2 лабораторные работы, на защиту каждой из которых отводится 2 балла. Защите лабораторной работы предшествует ее выполнение с обязательным соблюдением правил техники безопасности. Баллы за защиту одной лабораторной работы суммируются следующим образом: 1 балл – за выполнение лабораторной работы с соблюдением правил техники безопасности; правильное оформление лабораторной работы в рабочей тетради; 1 балл – за ответ на контрольный вопрос к лабораторной работе (преподаватель задает один контрольный вопрос из перечня вопросов к лабораторной работе; если студент дает на него полный верный ответ, начисляется 1 балла; если ответ неверный, неполный, либо ответ отсутствует – 0 баллов).
		Решение ситуационных задач	3	На решение ситуационных задач отводится 20 минут. На занятии преподаватель задает студенту 2 задачи. Решение задачи сводится к: - подробному ответу на проблемные вопросы, которых может быть задано несколько для самостоятельного осмысления, - к изложению материала по определенной тематике. 3 балла – студент решил задачи без ошибок и недочетов, 2 балла – студент допустил в решении одной задачи недочеты или ошибки, ответ неполный; 1 балл – студент допустил в решении обеих задач недочеты или ошибки, ответ неполный; 0 баллов – задача решена неправильно или к ее решению студент не приступил.
		Тестирование(контрольный срез)	10	За тестирование начисляется 10 баллов. Тест состоит из 20 вопросов, на ответы на которые отводится 20 минут: Ответ на каждые 2 вопроса оценивается 1 баллом. Правильный ответ на 1 вопрос баллов не дает.
5.	Премияльные баллы		10	Дополнительные премиальные баллы начисляются: – за постоянную активность во время устного опроса на практических занятиях – 5 баллов; – за участие с докладом в Международной научно-практической конференции «Державинские чтения» – 3 балла, если доклад занял призовое место – 5 баллов.
6.	Ответ на экзамене		30	15-20 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «удовлетворительно» 21-25 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «хорошо», 26-30 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «отлично».
7.	Индивидуальные задания, с помощью которых можно набрать дополнительные баллы		10	Набор дополнительных баллов разрешен студенту, раскрывшему на экзамене основные вопросы и задания билета на оценку не ниже «удовлетворительно». Ответ на один из вопросов дополнительного экзаменационного билета
8.	Итого за семестр		100	

Итоговая оценка по экзамену выставляется в 100-балльной шкале и в традиционной четырехбалльной шкале. Перевод 100-балльной рейтинговой оценки по дисциплине в традиционную четырехбалльную осуществляется следующим образом:

100-балльная система	Традиционная система
85 - 100 баллов	Отлично
70 - 84 баллов	Хорошо



50 - 69 баллов	Удовлетворительно
Менее 50	Неудовлетворительно

## 4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

### Защита лабораторных работ

Тема 4. Обмен и функции углеводов. Применение методов биохимического анализа для исследования углеводного обмена в биологических объектах.

1. К каким классам относятся ферменты, расщепляющие гликоген до глюкозы?
2. В чем целесообразность многочисленных ответвлений в гликогене?
3. Охарактеризуйте процесс переваривания и всасывания углеводов в пищеварительном тракте.
4. Каковы оптимальные условия функционирования панкреатической амилазы?
5. Какие продукты будут образоваться из крахмала в присутствии поджелудочного сока (invitro)?

### Решение ситуационных задач

Тема 8. Биохимия органов и тканей. Применение биохимических методов для исследования обмена веществ и патологических процессов в органах и тканях биологических объектов.

1. Метанол очень токсичен: прием внутрь всего 30 мл метанола может привести к смерти. Высокая токсичность метанола обусловлена действием не столько метанола, сколько продукта его метаболизма - формальдегида. Метанол быстро окисляется до формальдегида под действием фермента печени алкогольдегидрогеназы. Один из методов лечения при отравлении метанолом состоит в том, что больному назначают этанол либо внутрь, либо внутривенно в количествах, которые у здорового человека вызывают интоксикацию. Объясните, почему такое лечение оказывается эффективным.
2. При передозировке барбитуратов (амитала) значительно снижается скорость реакций цитратного цикла. Используя схему регуляции цитратного цикла и схему ЦПЭ, ответьте на вопросы:
  - а) какие реакции цитратного цикла окажутся заблокированы в этих условиях?
  - б) что является причиной торможения реакций?
3. Аллопуринол (ингибитор ксантиноксидазы) используется для лечения подагры. Какова биохимическая основа такого лечения?

### Тестирование

Тема 8. Биохимия органов и тканей. Применение биохимических методов для исследования обмена веществ и патологических процессов в органах и тканях биологических объектов.

1. Каков механизм действия необратимого ингибитора?
  - а) образование прочного, недиссоциирующего энзим-субстратного комплекса
  - б) образование водородных связей с активным центром фермента
  - в) связывание с аллостерическим центром фермента
  - г) денатурация молекулы фермента
2. Укажите витамины, обладающие высокой токсичностью:
  - а) витамин PP
  - б) витамин B2
  - в) витамин A
  - г) витамин D
  - д) витамин B6
3. При подозрении на сахарный диабет нужно определить:
  - а) глюкозу в крови

- б) глюкозу в моче
  - в) гликозилированный гемоглобин
  - г) триглициды в крови
  - д) все перечисленное
4. Пути регуляции активности ГМГ-КоА:
- а) аллостерическая регуляция
  - б) репрессия синтеза
  - в) фосфорилирование – дефосфорилирование
  - г) индукция синтеза
5. Эффекты инсулина:
- а) изменение активности ферментов
  - б) регуляция экспрессии генов
  - в) транспорт глюкозы в клетку
  - д) транспорт аминокислот в клетку

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета, экзамена

#### **Типовые вопросы зачета (ОПК-1)**

1. Содержание белков в тканях и органах. Размеры белковой молекулы. Методы определения молекулярной массы белка (гель-фильтрация, ультрацентрифугирование, диск-электрофорез).
2. Регуляция активности ферментов. Активаторы и ингибиторы ферментов. Типы ингибирования ферментов: обратимое и необратимое; конкурентное и неконкурентное. Лекарственные препараты – ингибиторы ферментов.
3. Антивитамины, механизм их действия, использование в медицине.

#### **Типовые задания для зачета (ОПК-1)**

Не предусмотрены.

#### **Типовые вопросы экзамена (ОПК-1)**

1. Растворимость белка в воде. Зависимость растворимости от аминокислотного состава белков. Физико-химические свойства водных растворов белков. Понятие об изоэлектрической точке. глобулинов плазмы крови.
2. Лекарственные препараты - ингибиторы синтеза белка и нуклеиновых кислот.
3. Регуляция обмена углеводов, жиров и аминокислот при участии инсулина, глюкагона, адреналина и кортизола.

#### **Типовые задания для экзамена (ОПК-1)**

1. Длительное использование разобщающего агента 2,4-динитрофенола как препарата в борьбе с ожирением имело негативные последствия: развивалось недомогание, повышалась температура тела, в некоторых случаях наблюдался летальный исход. На чем основывалось применение 2,4-динитрофенола в качестве препарата, снижающего массу тела? Объясните причины развивающихся осложнений.
2. Больному в стационаре проводилось лечение преднизолоном по поводу инфекционного полиартрита. Больной почувствовал улучшение и самовольно прекратил приём преднизолона. Вскоре он почувствовал ухудшение. При обследовании определили снижение концентрации глюкозы в крови, снижение артериального давления, в моче снизилось содержание 17-кетостероидов. Почему в результате отмены преднизолона состояние больного ухудшилось? Наступит ли улучшение состояния пациента при назначении кортикотропина?
3. Лечебные препараты варфарин и дикумарол являются структурными аналогами витамина К. Почему дикумарол и варфарин не влияют на свертываемость крови *in vitro*?

#### 4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

##### Зачет

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«зачтено» (50 - 100 баллов)	ОПК-1	По данному индикатору зачет не предусмотрен
		Демонстрирует умение применять основные методы качественного биохимического анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов на уровне не ниже базового.
«не зачтено» (0 - 49 баллов)	ОПК-1	По данному индикатору зачет не предусмотрен
		Не может продемонстрировать умение применять основные методы качественного биохимического анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.

##### Экзамен

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«отлично» (85 - 100 баллов)	ОПК-1	Отлично применяет основные методы количественного биохимического анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.
		По данному индикатору экзамен не предусмотрен
«хорошо» (70 - 84 баллов)	ОПК-1	Хорошо применяет основные методы количественного биохимического анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.
		По данному индикатору экзамен не предусмотрен
«удовлетворительно» (50 - 69 баллов)	ОПК-1	Удовлетворительно применяет основные методы количественного биохимического анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.
		По данному индикатору экзамен не предусмотрен
«неудовлетворительно» (менее 50 баллов)	ОПК-1	Не применяет основные методы количественного биохимического анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.
		По данному индикатору экзамен не предусмотрен

### 5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

#### 5.1 Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся:

Приступая к изучению дисциплины, в первую очередь обучающимся необходимо ознакомиться содержанием рабочей программы дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания учебной дисциплины, ее раздела, части.

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Объем и содержание дисциплины», «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» и «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы».

В разделе «Объем и содержание дисциплины» указываются все разделы и темы изучаемой дисциплины, а также виды занятий и планируемый объем в академических часах.

В разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» указана рекомендуемая основная и дополнительная литература.

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины.

## 5.2 Рекомендации обучающимся по работе с теоретическими материалами по дисциплине

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- просмотреть еще раз презентацию лекции в системе MOODLe, повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники, профессиональные базы данных и информационные справочные системы;
- ответить на вопросы для самостоятельной работы, по теме представленные в пункте 3.2 РПД.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы фонда оценочных средств (ФОС).

## 5.3 Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с основной и дополнительной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает проработку лекционного материала и рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с опорой на размещенные в системе MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть выполнен в рамках распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

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

В процессе работы с основной и дополнительной литературой студент может:

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

## 5.4. Рекомендации по подготовке к отдельным заданиям текущего контроля

Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:

- правильность ответа по содержанию;
- полнота и глубина ответа;
- сознательность ответа;
- логика изложения материала;
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;

- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание.

Устный опрос может сопровождаться презентацией, которая подготавливается по одному из вопросов практического занятия. При выступлении с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:

- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, соответствие заявленной темы содержанию, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содержания и литературы), практическая направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования технических средств учебным задачам, последовательность и логичность презентуемого материала;
- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соответствие графики и анимации, звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), оригинальность оформления, эстетика, использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;
- личностные качества: ораторские способности, соблюдение регламента, эмоциональность, умение ответить на вопросы, систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы;
- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность изложения, эффективность применения средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения задач своей профессиональной или учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения, выводы.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1 Основная литература:

1. Северин Е.С. Биохимия : учебник. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 768 с. - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента вуза и медвуза [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970437629.html>
2. Северин С.Е. Биологическая химия с упражнениями и задачами : учебник. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 624 с. - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента вуза и медвуза [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970430279.html>
3. Гулин А.В., Синютина С.Е., Шубина А.Г. Биохимия : учеб. пособие : в 2 ч. Биохимия : учеб. пособие : в 2 ч. Ч.1: Ч. 1 / Гулин А.В., Синютина С.Е., Шубина А.Г.. - Тамбов: [Издат. дом ТГУ им. Г.Р. Державина], 2016. - 149 с.
4. Гулин А.В., Синютина С.Е., Шубина А.Г. Биохимия : учеб. пособие : в 2 ч. Биохимия : учеб. пособие : в 2 ч. Ч.2: Ч. 2 / Гулин А.В., Синютина С.Е., Шубина А.Г.. - Тамбов: [Издат. дом ТГУ им. Г.Р. Державина], 2016. - 221 с.

### 6.2 Дополнительная литература:

1. Губарева А.Е. Биологическая химия. Ситуационные задачи и тесты : учебное пособие. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 528 с. - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента вуза и медвуза [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970435618.html>
2. Гулин А.В., Синютина С.Е., Шубина А.Г. Биохимия : учеб. пособие : в 2 ч.. - Тамбов: [Издат. дом ТГУ им. Г.Р. Державина], 2016

### 6.3 Иные источники:

1. Научная электронная библиотека Российской академии естествознания - [www.monographies.ru](http://www.monographies.ru)
2. Правовой сайт КонсультантПлюс - <http://www.consultant.ru>
3. Российская национальная библиотека - [www.nlr.ru](http://www.nlr.ru)
4. Российское образование для иностранных граждан - <http://www.russia.edu.ru/>

5. Словари и энциклопедии онлайн - <http://dic.academic.ru/>

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows "Лаборатория Касперского"

Операционная система Microsoft Windows 10

Adobe Flash Player 29 PPAPI Adobe Systems Incorporated 15.06.2018 29.0.0.140

7-Zip 9.20

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. ЭБС «Консультант студента»: коллекции: Медицина. Здравоохранение. Гуманитарные науки . – URL: <https://www.studentlibrary.ru>

2. Электронная библиотека ТГУ. – URL: <https://elibrary.tsutmb.ru/>

3. Цифровой образовательный ресурс IPR SMART. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>

4. Юрайт: образовательная платформа, электронно-библиотечная система. – URL: <https://urait.ru>

5. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ. – URL: <https://www.tsutmb.ru/biblio/elektronnyj-katalog/>

6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru. – URL: <https://elibrary.ru>

7. Российская государственная библиотека: официальный сайт. – URL: <https://www.rsl.ru>

### **Электронная информационно-образовательная среда**

[https://auth.tsutmb.ru/authorize?response\\_type=code&client\\_id=moodle&state=xyz](https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz)

Взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.