

Институт клинической медицины

Кафедра биологической химии

**УТВЕРЖДЕНО:**

Проректор по учебно-методической  
работе

Василькова Т.Н.

17 мая 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

## **Б1.О.17 БИОХИМИЯ**

Специальность: 31.05.01 Лечебное дело

Формы обучения: очная

Квалификация (степень) выпускника: Врач-лечебник

Год набора: 2023

Срок получения образования: 6 лет

Объем: в зачетных единицах: 7 з.е.  
в академических часах: 252 ак.ч.

Курс: 2

Семестры: 3, 4

Разделы (модули): 6

Экзамен: 4 семестр (36 ч.)

Лекционные занятия: 42 ч.

Практические занятия: 102 ч.

Самостоятельная работа: 72 ч.

**Разработчики:**

Заведующий кафедрой биологической химии, кандидат биологических наук Калинин Е.П.

Доцент кафедры биологической химии, кандидат биологических наук Орлов О.Л.

Старший преподаватель кафедры биологической химии Буслаева Н.Н.

Доцент кафедры биологической химии, кандидат биологических наук Бояринцев Д.И.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 31.05.01 Лечебное дело, утвержденного приказом Минобрнауки России от 12.08.2020 №988, с учетом трудовых функций профессиональных стандартов: "Врач-лечебник (врач-терапевт участковый)", утвержден приказом Минтруда России от 21.03.2017 № 293н.

**Согласование и утверждение**

№	Подразделение или коллегиальный орган	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	Методический совет по специальности 31.05.01 Лечебное дело	Председатель методического совета	Елфимов Д.А.	Согласовано	26.04.2023, № 4
2	Институт клинической медицины	Директор	Зотов П.Б.	Согласовано	17.05.2023
3	Центральный координационный методический совет	Председатель ЦКМС	Василькова Т.Н.	Согласовано	17.05.2023, № 9

## 1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины - сформировать знания об основных закономерностях протекания метаболических процессов, определяющих состояние здоровья и адаптации человека на молекулярном, клеточном и органном уровне целостного организма и умение применять полученные знания при решении клинических задач, создания теоретической базы для последующего изучения дисциплин по специальности «Лечебное дело» в соответствии с требованиями профессионального стандарта «Врач-лечебник (врач-терапевт участковый)», утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 21 марта 2017 г. № 293н.

Задачи изучения дисциплины:

- изучить и приобрести знания о химической природе веществ, входящих в состав живых организмов, их превращениях, связи этих превращений с деятельностью органов и тканей, регуляции метаболических процессов и последствиях их нарушения;
- сформировать у студентов умения анализировать данные биохимических исследований и использовать полученные знания для объяснения характера возникающих в организме человека изменений и диагностики заболевания;
- сформировать навыки аналитической работы с информацией (учебной, научной, нормативно-справочной литературой и другими источниками), с информационными технологиями, диагностическими методами исследования.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

*Компетенции, индикаторы и результаты обучения*

ОПК-1 Способен реализовывать моральные и правовые нормы, этические и деонтологические принципы в профессиональной деятельности

ОПК-1.1 Соблюдает правовые нормы нравственности и морали, принципы этики деонтологии в сфере профессиональной деятельности.

*Знать:*

ОПК-1.1/Зн1 правовые нормы нравственности и морали, принципы этики деонтологии в сфере профессиональной деятельности

*Уметь:*

ОПК-1.1/Ум1 соблюдать правовые нормы нравственности и морали, принципы этики деонтологии в сфере профессиональной деятельности

*Владеть:*

ОПК-1.1/Нв1 навыками применения правовых норм нравственности и морали, принципов этики деонтологии в сфере профессиональной деятельности

ОПК-1.2 Применяет нормы биоэтики в конкретных ситуациях, выстраивает отношения с членами коллектива для обеспечения продуктивной профессиональной деятельности.

*Знать:*

ОПК-1.2/Зн1 нормы биоэтики для обеспечения продуктивной профессиональной деятельности

*Уметь:*

ОПК-1.2/Ум1 выстраивать отношения с членами коллектива для обеспечения продуктивной профессиональной деятельности

*Владеть:*

ОПК-1.2/Нв1 навыками применения норм биоэтики в конкретных ситуациях, выстраивания отношения с членами коллектива для обеспечения продуктивной профессиональной деятельности

ОПК-1.2/Нв2 принципами биомедицинской этики, знание основных международных и национальных нормативных документов в области биомедицинской этики

ОПК-5 Способен оценивать морфофункциональные, физиологические состояния и патологические процессы в организме человека для решения профессиональных задач

ОПК-5.1 Имеет представление о строении организма человека на всех его уровнях организации, понимает и интерпретирует процессы, протекающие в организме как в норме, так и при развитии патологических состояний

*Знать:*

ОПК-5.1/Зн1 строение организма человека на всех его уровнях организации

*Уметь:*

ОПК-5.1/Ум1 интерпретировать процессы, протекающие в организме как в норме, так и при развитии патологических состояний

*Владеть:*

ОПК-5.1/Нв1 представлением о строении организма человека на всех его уровнях организации, процессах, протекающих в организме как в норме, так и при развитии патологических состояний

ОПК-5.2 Оценивает морфофункциональные, физиологические состояния и патологические процессы в организме человека для интерпретации результатов клинико-лабораторной, инструментальной и функциональной диагностики при решении профессиональных задач

*Знать:*

ОПК-5.2/Зн1 морфофункциональные, физиологические состояния и патологические процессы в организме человека для интерпретации результатов клинико-лабораторной, инструментальной и функциональной диагностики при решении профессиональных задач

*Уметь:*

ОПК-5.2/Ум1 интерпретировать результаты клинико-лабораторной, инструментальной и функциональной диагностики при решении профессиональных задач

*Владеть:*

ОПК-5.2/Нв1 оценкой морфофункциональных, физиологических состояний и патологических процессов в организме человека для интерпретации результатов клинико-лабораторной, инструментальной и функциональной диагностики при решении профессиональных задач

ОПК-5.3 Применяет алгоритмы клинико-лабораторной, инструментальной и функциональной диагностики, методы оценки морфофункциональных, физиологических состояний и патологических процессов в организме человека для решения профессиональных задач

*Знать:*

ОПК-5.3/Зн1 алгоритмы клинико-лабораторной, инструментальной и функциональной диагностики, методы оценки морфофункциональных, физиологических состояний и патологических процессов в организме человека для решения профессиональных задач

*Уметь:*

ОПК-5.3/Ум1 применять алгоритмы клиничко-лабораторной, инструментальной и функциональной диагностики, методы оценки морфофункциональных, физиологических состояний и патологических процессов в организме человека для решения профессиональных задач

*Владеть:*

ОПК-5.3/Нв1 навыками применения алгоритмов клиничко-лабораторной, инструментальной и функциональной диагностики, методов оценки морфофункциональных, физиологических состояний и патологических процессов в организме человека для решения профессиональных задач

### 3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.О.17 «Биохимия» относится к обязательной части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 3, 4.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к видам профессиональной деятельности и решению профессиональных задач, предусмотренных ФГОС ВО и образовательной программой.

### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Период обучения	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Контактная работа (часы, всего)	Лекционные занятия (часы)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
Третий семестр	108	3	72	21	51	36	
Четвертый семестр	144	4	72	21	51	36	Экзамен (36)
Всего	252	7	144	42	102	72	36

### 5. Содержание дисциплины

#### 5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

Наименование раздела, темы	Всего	Лекционные занятия	в.т.ч. Аудиторная контактная работа	в.т.ч. Внеаудиторная контактная работа	Практические занятия	в.т.ч. Аудиторная контактная работа	Самостоятельная работа	Планируемые результаты обучения, соотношенные с результатами освоения программы

<b>Раздел 1. Модульная единица</b> <b>1.1. Введение в биохимию.</b> <b>Строение, свойства и биологическое значение белков. Природа и свойства ферментов.</b>	<b>31</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		<b>15</b>	<b>15</b>	<b>12</b>	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2 ОПК-5.3
Тема 1.1. Техника безопасности при работе в биохимической лаборатории. Физико-химические свойства, строение аминокислот.	5	2	2		3	3		
Тема 1.2. Химические свойства простых белков и связь свойств с аминокислотным составом. Обнаружение белков. Биологическое значение белков.	8				3	3	5	
Тема 1.3. Сложные белки: классификация, строение, биологическое значение.	3				3	3		
Тема 1.4. Ферменты как частный случай белковых молекул. Природа и свойства ферментов. Классификация и номенклатура ферментов (примеры реакций, катализируемых ферментами разных классов). Основные типы химических реакций в организме.	7	2	2		3	3	2	
Тема 1.5. Итоговое занятие по модульной единице 1.1. "Введение в биохимию. Строение, свойства и биологическое значение белков. Природа и свойства ферментов"	8				3	3	5	
<b>Раздел 2. Модульная единица</b> <b>1.2. Ферментативные системы как основа протекания метаболических реакций.</b> <b>Регуляция активности ферментативных систем.</b>	<b>38</b>	<b>8</b>	<b>8</b>		<b>18</b>	<b>18</b>	<b>12</b>	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2 ОПК-5.3
Тема 2.1. Кинетика ферментативных реакций. Факторы, влияющие на скорость ферментативных реакций. Константа Михаэлиса.	5	2	2		3	3		
Тема 2.2. Регуляция работы ферментов, ее принципы и механизмы. Сигнальные молекулы: природа, классификация, механизмы действия. Каскадные системы.	9	2	2		3	3	4	

Тема 2.3. Коферменты. Кофакторы. Водорастворимые витамины как основной источник коферментов.	9	2	2		3	3	4	
Тема 2.4. Жирорастворимые витамины. Природа, механизмы активации и усвоения организмом. Биохимические функции.	3				3	3		
Тема 2.5. Пищеварение как процесс, обеспечивающий поступление субстратов метаболических процессов. Биохимия пищеварения.	5	2	2		3	3		
Тема 2.6. Итоговое занятие по модульной единице 1.2. "Ферментативные системы как основа протекания метаболических реакций. Регуляция активности ферментативных систем"	7				3	3	4	
<b>Раздел 3. Модульная единица 1.3. Биохимия углеводов. Биологическое окисление.</b>	<b>39</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>12</b>	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2 ОПК-5.3
Тема 3.1. Транспорт глюкозы через мембраны. Пути использования глюкозы в клетке. Анаэробный и аэробный гликолиз, глюконеогенез. Глюкозо-лактатный и глюкозо-аланиновый циклы. Регуляция процессов. Точки приложения сигнальных молекул.	5	2	2		3	3		
Тема 3.2. Синтез и распад гликогена. Пентозофосфатный путь. Обмен галактозы и фруктозы. Регуляция процессов. Точки приложения сигнальных молекул.	10	3	2	1	3	3	4	
Тема 3.3. Биохимия старения. Гликозаминогликаны, гликопротеины соединительной ткани. Модифицированные углеводы.	5	2	2		3	3		

Тема 3.4. ОВР, протекающие в клетках. Оксидоредуктазы Основные типы химических реакций в организме. Оксидазный путь использования кислорода – дыхание и его этапы. Аэробное окисление пирувата и цикл трикарбоновых кислот. Окислительное фосфорилирование: строение электронтранспортной цепи митохондриального окисления; сопряжение и разобщение и их биологическое значение.	9	2	2		3	3	4	
Тема 3.5. Микросомальное окисление. Моно- и диоксигеназный пути использования кислорода, их механизм, примеры реакций и биологическое значение. Цепи микросомального окисления. Свободно-радикальное окисление. Активные формы кислорода. Проксиданты и антиоксиданты. Антиоксидантная защита и ее компоненты.	7				3	3	4	
Тема 3.6. Итоговое занятие по модульной единице 1.3. "Биохимия углеводов. Биологическое окисление"	3				3	3		
<b>Раздел 4. Модульная единица 2.1. Биохимия липидов.</b>	<b>33</b>	<b>6</b>	<b>6</b>		<b>15</b>	<b>15</b>	<b>12</b>	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2 ОПК-5.3
Тема 4.1. Классификация, характеристика липидов. Транспорт липидов через мембраны. Обмен липопротеинов.	9	2	2		3	3	4	
Тема 4.2. Тканевой липолиз. Окисление жирных кислот. Кетогенез. Регуляция процессов. Точки приложения сигнальных молекул.	9	2	2		3	3	4	
Тема 4.3. Липогенез: синтез жирных кислот, триглицеридов, фосфолипидов. Регуляция процессов. Точки приложения сигнальных молекул.	5	2	2		3	3		
Тема 4.4. Обмен холестерина. Регуляция липидного обмена. Роль витаминов в липидном обмене.	7				3	3	4	



Тема 4.5. Итоговое занятие по модульной единице 2.1. "Биохимия липидов"	3				3	3		
<b>Раздел 5. Модульная единица 2.2. Биохимия азотсодержащих соединений.</b>	<b>26</b>	<b>6</b>	<b>6</b>		<b>12</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2 ОПК-5.3
Тема 5.1. Транспорт аминокислот через мембраны. Общие пути обмена аминокислот. Детоксикация аммиака. Синтез мочевины. Биогенные амины.	5	2	2		3	3		
Тема 5.2. Специфические пути обмена аминокислот.	9	2	2		3	3	4	
Тема 5.3. Роль аминокислот в образовании азотистых гетероциклических соединений. Обмен нуклеотидов.	9	2	2		3	3	4	
Тема 5.4. Итоговое занятие по модульной единице 2.2. "Биохимия азотсодержащих соединений"	3				3	3		
<b>Раздел 6. Модульная единица 2.3. Частные вопросы биохимии органов и тканей организма человека.</b>	<b>49</b>	<b>9</b>	<b>9</b>		<b>24</b>	<b>24</b>	<b>16</b>	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2 ОПК-5.3
Тема 6.1. Биохимия крови. Кровь как коллоидный и кристаллоидный раствор. Регуляция водно-солевого обмена. Минеральный обмен. Буферные системы крови.	13	2	2		3	3	8	
Тема 6.2. Биохимия крови. Ферменты, белки крови. Их содержание и функции.	9	2	2		3	3	4	
Тема 6.3. Биохимия крови. Защитные системы крови. Биохимические основы иммунитета.	3				3	3		
Тема 6.4. Биохимия крови. Гемостаз.	5	2	2		3	3		
Тема 6.5. Биохимия печени. Пигментный обмен печени. Желтухи. Синтез гема.	4	1	1		3	3		
Тема 6.6. Биохимия печени. Биотрансформация ксенобиотиков.	4	1	1		3	3		
Тема 6.7. Биохимия тканей опорно-двигательного аппарата: мышечная, соединительная, костная ткань.	8	1	1		3	3	4	

Тема 6.8. Итоговое занятие по модульной единице 2.3. "Частные вопросы биохимии органов и тканей организма человека"	3				3	3	
<b>Итого</b>	<b>216</b>	<b>42</b>	<b>41</b>	<b>1</b>	<b>102</b>	<b>102</b>	<b>72</b>

## 5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

**Раздел 1. Модульная единица 1.1. Введение в биохимию. Строение, свойства и биологическое значение белков. Природа и свойства ферментов.**

*(Лекционные занятия - 4ч.; Практические занятия - 15ч.; Самостоятельная работа - 12ч.)*

*Тема 1.1. Техника безопасности при работе в биохимической лаборатории. Физико-химические свойства, строение аминокислот.*

*(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 3ч.)*

1. Техника безопасности при работе в биохимической лаборатории.
2. Важнейшие признаки живой материи. Элементарный состав живой материи, роль углерода. Распространение белка в объектах живой природы.
3. Биологические функции белка.
4. Аминокислоты: определение, строение, классификации.
5. Физико-химические свойства аминокислот.
6. Качественные реакции на аминокислоты.
7. Пептиды. Строение пептидов и механизм образования пептидной связи.
8. Качественные реакции на пептиды и белки.

Виды самостоятельной работы студентов (обучающихся)

Вид работы	Содержание	Часы
Поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной теме	Идентификация белковой молекулы	3
Решение ситуационных задач, решение тестовых заданий	Идентификация белковой молекулы	2

*Тема 1.2. Химические свойства простых белков и связь свойств с аминокислотным составом. Обнаружение белков. Биологическое значение белков.*

*(Практические занятия - 3ч.; Самостоятельная работа - 5ч.)*

1. Классификации белков (по функциям, по составу, по форме молекулы).
2. Уровни организации белковой молекулы.
3. Первичная структура белка. Пептидная связь, её особенности. Механизм образования пептидной связи между аминокислотами. Дисульфидные связи в составе секреторных белков и пептидов.
4. Вторичная структура белка. Типы регулярных вторичных структур белковой молекулы. Связи, стабилизирующие вторичную структуру. Водородная связь, механизм её образования.
5. Условия для формирования регулярных вторичных структур белковых молекул (альфа-спираль; бета-структура). Нерегулярные вторичные структуры.
6. Третичная структура белка. Типы связей, обеспечивающих формирование третичной структуры. Механизм их образования.
7. Четвертичная структура белка. Биологическое значение. Типы связей в структуре. Принципиальное отличие от третичной структуры.
8. Этапы биосинтеза белковой молекулы. Фолдинг белковой молекулы. Функции, физико-химические свойства шаперонов. Пострибосомальная достройка белковой молекулы. Биологическое значение процесса.
9. Физико-химические свойства белковой молекулы.
10. Формирование биполярного иона аминокислоты в полярных растворителях. Функциональные группы, обеспечивающие заряд аминокислоты. Изменение величины заряда при смене рН.
11. Формирование заряда у белковой молекулы. Механизм образования заряда на функциональных группах. Механизм изменения заряда белка при смене реакции среды (рН).
12. Понятия «изоэлектрическая точка» и «изоэлектрическое состояние».
13. Факторы, влияющие на растворимость белковой молекулы.
14. Механизмы осаждения белков органическими растворителями, тяжёлыми металлами, кислотами, основаниями и насыщенными растворами солей.
15. Теоретические основы методов фракционирования белков (электрофорез, хроматография, высаливание). Значение данных методов для диагностики заболеваний.
16. Биологические функции белков. Понятие о полифункциональных белках.
17. Простые белки. Классификации. Особенности структуры, биологические функции альбуминов, глобулинов, гистонов, протаминов.

Виды самостоятельной работы студентов (обучающихся)

Вид работы	Содержание	Часы
Поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной теме	Идентификация белковой молекулы	3
Решение ситуационных задач, решение тестовых заданий	Идентификация белковой молекулы	2

*Тема 1.3. Сложные белки: классификация, строение, биологическое значение.  
(Практические занятия - 3ч.)*

1. Виды простетических групп и классы сложных белков.
2. Виды нуклеиновых кислот. Строение ДНК и РНК. Строение мономеров нуклеиновых кислот. Структура азотистых оснований, нуклеозидов и нуклеотидов. Межнуклеотидные связи в ДНК и РНК. Понятие о комплементарности азотистых оснований и полинуклеотидных цепей.
3. Нуклеопротеиды, локализация. Типы связей между белковым компонентом и простетической группой. Функции белкового и небелкового компонента.
4. Липопротеиды. Строение. Основные представители, локализация. Биологическое значение. Роль апобелков в функционировании липопротеидов.
5. Важнейшие представители гликопротеидов, фосфо- и металлопротеидов, их строение, локализация, биологическое значение.
6. Важнейшие хромопротеиды, представители класса, структура простетических групп.
7. Строение гемоглобина и миоглобина, функции. Нормальные и патологические формы гемоглобина, механизм образования, значение.

*Тема 1.4. Ферменты как частный случай белковых молекул. Природа и свойства ферментов. Классификация и номенклатура ферментов (примеры реакций, катализируемых ферментами разных классов). Основные типы химических реакций в организме.*

*(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 3ч.; Самостоятельная работа - 2ч.)*

1. Определение понятий «Катализаторы» и «Ферменты».
2. Роль ферментов в процессе жизнедеятельности.
3. Сходство и различия ферментативного и неферментативного катализа.
4. Доказательства белковой природы ферментов.
5. Особенности строения ферментов, уровни организации.
6. Содержание терминов «Профермент», «Апофермент», «Холофермент», «Кофермент», «Изофермент».
7. Строение активного центра фермента, назначение каталитической части и зоны связывания.
10. Механизм действия ферментов (индуцированное соответствие или теория Кошланда).
11. Специфичность ферментов, ее природа и виды.
12. Аллостерические ферменты. Особенности строения и функционирования.
13. Принцип современной номенклатуры ферментов.
14. Тип реакций, катализируемых оксидоредуктазами.
15. Тип реакций, катализируемых трансферазами.
16. Реакции, катализируемые гидролазами.
17. Типы реакций, катализируемых лиазами, изомеразами, лигазами.

Виды самостоятельной работы студентов (обучающихся)

Вид работы	Содержание	Часы
Написание реферата, подготовка презентации, доклада, конспекта	Этические и деонтологические принципы энзимодиагностики заболеваний	1

*Тема 1.5. Итоговое занятие по модульной единице 1.1. "Введение в биохимию. Строение, свойства и биологическое значение белков. Природа и свойства ферментов"*

*(Практические занятия - 3ч.; Самостоятельная работа - 5ч.)*

Систематизация и контроль знаний и навыков, полученных при изучении раздела "Введение в биохимию. Строение, свойства и биологическое значение белков. Природа и свойства ферментов" по следующим вопросам:

1. Аминокислоты. Общая формула, классификации. Структурные формулы протеиногенных аминокислот. Кислотно-основные свойства. Механизм образования пептидной связи. Структурные формулы пептидов и механизм формирования их заряда при смене рН.
2. Уровни организации белковой молекулы. Особенности первичной, вторичной, третичной и четвертичной структуры белка. Виды связей, обеспечивающих образование каждого уровня организации, механизм их образования.
3. Классификации белков (по составу, по форме молекулы, по функциям)
4. Свойства белковой молекулы. Факторы, влияющие на растворимость белковой молекулы. Изоэлектрическая точка белка. Как формируется гидратная оболочка белковой молекулы?
5. Денатурация белка. Типы денатурирующих воздействий. Механизм денатурирующего действия каждого денатурирующего фактора. Методы фракционирования белковых молекул.
6. Простые белки. Классификация. Особенности физико-химических свойств и функции альбуминов, глобулинов, гистонов, шаперонов. Фолдинг белковой молекулы.
7. Гликопротеиды. Представители. Небелковые компоненты. Функции.
8. Липопротеиды. Представители. Типы небелковых компонентов. Функции.
9. Нуклеопротеиды. Особенности строения ДНК и РНК. Функции.
10. Хромопротеиды. Типы простетических групп. Строение и функции гемопротеидов, флавопротеидов, родопсинов.
11. Природа и свойства ферментов. Принципы классификации ферментов. Примеры ферментативных реакций из каждого класса. Простые и сложные ферменты. Кофакторы ферментов.
12. Отличия и сходства ферментов и неферментативных катализаторов. Доказательства белковой природы ферментов.
13. Механизм действия ферментов. Строение активного центра. Кинетика ферментативных реакций. Определение  $K_m$ , её значение в энзимологии.
14. Виды специфичности ферментов. Факторы, определяющие специфичность ферментов.
15. Основные принципы медицинской энзимологии. Энзимодиагностика заболеваний. Энзимопатии. Примеры.
16. Изоферменты. Особенности строения. Примеры изоферментов, их локализация в организме.

#### Виды самостоятельной работы студентов (обучающихся)

Вид работы	Содержание	Часы
Поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной теме	Методы выделения и очистки ферментов	3
Решение ситуационных задач, решение тестовых заданий	Методы выделения и очистки ферментов	2

### **Раздел 2. Модульная единица 1.2. Ферментативные системы как основа протекания метаболических реакций. Регуляция активности ферментативных систем.**

**(Лекционные занятия - 8ч.; Практические занятия - 18ч.; Самостоятельная работа - 12ч.)**

#### **Тема 2.1. Кинетика ферментативных реакций. Факторы, влияющие на скорость ферментативных реакций. Константа Михаэлиса.**

**(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 3ч.)**

1. Факторы, влияющие на скорость ферментативной реакции
2. Графические зависимости скорости ферментативной реакции от: температуры, рН, концентрации субстрата, концентрации фермента.
2. Константа Михаэлиса ( $K_m$ ). Её значение для характеристики ферментативных реакций.
3. Изоферменты и их множественные формы, их применение в медицине.
4. Органоспецифичные ферменты. Примеры.
5. Основные принципы энзимодиагностики заболеваний.
6. Основные принципы энзимотерапии.
7. Энзимопатии. Классификации. Примеры.

*Тема 2.2. Регуляция работы ферментов, ее принципы и механизмы. Сигнальные молекулы: природа, классификация, механизмы действия. Каскадные системы.*

*(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 3ч.; Самостоятельная работа - 4ч.)*

1. Механизмы регуляции активности ферментов. Понятие о ферментативных эффекторах. Их классификация.
2. Механизмы конкурентного, неконкурентного и бесконкурентного ингибирования. Изменения в кинетике ферментативной реакции в присутствии ингибиторов. Примеры ингибиторов ферментов.
3. Аллостерические ферменты. Принцип аллостерической регуляции активности, роль и значение аллостерического центра ферментов. Примеры аллостерических ферментов и их эффекторов. Принцип ретроингибирования. Его биологическое значение.
4. Ковалентная модификация ферментов (частичный протеолиз; фосфорилирование/дефосфорилирование; метилирование, ацилирование). Биологическое значение процессов. Примеры.
5. Белок-белковые взаимодействия, как способ регуляции активности ферментов. Примеры.
6. Активация ферментов путём добавления кофактора или кофермента. Активация путём защиты фермента. Активация субстратом. Примеры.
7. Классификации сигнальных молекул. Механизмы межклеточной коммуникации.
8. Истинные гормоны. Классификации, свойства, отличия от других сигнальных молекул.
9. Строение мембранных и цитозольных рецепторов. Их локализация в органах мишенях. Значение G-белков и вторичных посредников в передаче сигнала.
10. Схема передачи сигнала в клетку через рецепторы, сопряженные с работой аденилатциклазы. Роль цАМФ и фосфодиэстеразы.
11. Схема передачи сигнала в клетку через рецепторы, сопряженные с работой гуанилатциклазы.
12. Схема передачи сигнала в клетку через рецепторы, сопряженные с работой фосфолипазы С. Роль инозитол-3-фосфата, кальмодулина, Са-АТФазы.
13. Схема передачи сигнала в клетку через рецепторы, сопряженные с работой тирозинкиназы. Фосфоинозитол-3-киназный путь, янус-киназный путь, МАП-киназный путь передачи сигнала в клетку.
14. Цитозольный механизм действия сингалных молекул.
15. Мембранный механизм передчи сигнала с помощью нейромедиаторов.

Виды самостоятельной работы студентов (обучающихся)

Вид работы	Содержание	Часы
Написание реферата, подготовка презентации, доклада, конспекта	Сигнальные пути, обусловленные функционированием G-белков, Ras-белков, тирозинкиназ и янус-киназ	2

*Тема 2.3. Коферменты. Кофакторы. Водорастворимые витамины как основной источник коферментов.*

*(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 3ч.; Самостоятельная работа - 4ч.)*

1. Понятие о витаминах, гиповитаминозе, авитаминозе, гипервитаминозе, дефиците витаминов.
2. Свойства витаминов, на основе которых они выделены в самостоятельную группу биологически активных соединений.
3. Принцип номенклатуры и классификации витаминов.
4. Тиамин (витамин В1): химическая природа, источники в питании, суточная потребность, коферментная форма, биохимические функции. Биохимические сдвиги при дефиците тиамина.
3. Рибофлавин (витамин В2): химическая природа, источники, суточная потребность, коферментные формы, биохимические функции.
4. Пантотеновая кислота (витамин В5): химическая природа, источники, суточная потребность, коферментные формы, биохимические функции.
5. Никотиновая кислота (витамин В3 или РР): химическая природа, источники, суточная потребность, коферментные формы, биохимические функции.
6. Пиридоксин (витамин В6): химическая природа, источники, суточная потребность, коферментная форма, биохимические функции. Биохимические сдвиги при недостаточности пиридоксина, его роль в обеспечении баланса аминокислот.
7. Фолиевая кислота (витамин Вс, В9): химическая природа, источники, суточная потребность, коферментные формы, биохимические функции.
8. Цианкобаламин (витамин В12): химическая природа, источники в питании, суточная потребность, особенность всасывания, коферментные формы, биохимические функции, отношение к кроветворению.
9. Аскорбиновая кислота (витамин С): химическая природа, источники, потребность, участие в биохимических процессах, специфические обменные нарушения при С-гиповитаминозе.
10. Биотин (витамин Н): природа, функции в организме, потребность.
11. Холин: суточная потребность, источники, препараты, участие в обменных процессах.
12. Липоевая кислота: биологическое значение..
13. Антивитамины: представители, применение, механизм действия.

Виды самостоятельной работы студентов (обучающихся)

Вид работы	Содержание	Часы
Написание реферата, подготовка презентации, доклада, конспекта	Гипер-, гипо- и авитаминозы	2

*Тема 2.4. Жирорастворимые витамины. Природа, механизмы активации и усвоения организмом. Биохимические функции.  
(Практические занятия - 3ч.)*

1. Химическая природа витамина А. Каротиноиды, специфические признаки недостаточности, биохимические функции витамина А.
2. Источники витамина А, в том числе используемые в медицине и фармации. Суточная потребность. Токсичность при передозировке.
3. Схема процесса светоощущения, роль витамина А.
4. Механизм действия ретиноевой кислоты.
5. Витамин D: химическая природа, суточная потребность, источники, провитамины.
6. Механизм образования активной формы витамина D. Механизм действия кальцитриола.
7. Биохимические сдвиги при гипер- и гиповитаминозе. Рахит.
8. Витамин E: химическая природа, свойства, потребность, биохимические сдвиги при недостаточности, источники, препараты.
9. Антиоксидантные свойства токоферола и селена, их использование в медицине и фармации.
10. Витамин K, его химическая природа, свойства, биологическая роль в организме, биохимические сдвиги при недостаточности.
11. Водорастворимый аналог витамина K, его преимущества.
12. Источники витамина K, потребность, авитамины.
13. Использование витамина F в медицине и фармации. Биологическая роль в организме.
14. Химическая природа витамина P, источники, потребность, биологическая роль. Лекарственные препараты витамина P.
15. Убихинон (витамин Q): химическая природа, свойства, биологическая роль в организме.
16. Возможные причины эндогенных и экзогенных авитаминозов (привести примеры).

*Тема 2.5. Пищеварение как процесс, обеспечивающий поступление субстратов метаболических процессов. Биохимия пищеварения.*

*(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 3ч.)*

1. Строение и функции основных пищевых нутриентов (белков, жиров, углеводов). Суточная потребность в нутриентах.
2. Механизмы переваривания экзогенных полисахаридов. Гликозилазы пищеварительного тракта. Оптимальные условия pH для работы, субстратная специфичность.
3. Механизмы переваривания экзогенных липидов. Используемые ферменты. Место образования, оптимальные условия для работы. Роль желчи в процессе переваривания. Основные компоненты желчи.
4. Критерии пищевой ценности белков. Азотистый баланс и его виды. Коэффициент изнашивания.
5. Схема активации протеолитических ферментов ЖКТ. Механизм частичного протеолиза. Оптимальные условия для работы протеиназ.
6. Механизмы деградации белковых молекул в ЖКТ.
7. Гниение белков в кишечнике. Образующиеся продукты. Механизм обезвреживания.
8. Нарушения переваривания и всасывания нутриентов.

*Тема 2.6. Итоговое занятие по модульной единице 1.2. "Ферментативные системы как основа протекания метаболических реакций. Регуляция активности ферментативных систем"*

*(Практические занятия - 3ч.; Самостоятельная работа - 4ч.)*



Систематизация и контроль знаний и навыков, полученных при изучении раздела "Ферментативные системы как основа протекания метаболических реакций. Регуляция активности ферментативных систем" по следующим вопросам:

1. Аллостерические ферменты. Особенности строения. Аллостерические эффекторы. Примеры аллостерических ферментов и их эффекторов. Факторы, влияющие на скорость ферментативной реакции, катализируемой аллостерическими ферментами.
2. Факторы, влияющие на скорость ферментативной реакции. Графики зависимости скорости ферментативной реакции от: температуры, pH, [S], [E];
3. Регуляция активности ферментов. Активаторы и ингибиторы ферментов. Ковалентная модификация ферментов. Аллостерическая регуляция.
4. Ингибиторы ферментов. Типы ингибирования. Механизмы действия и примеры конкурентных, неконкурентных, бесконкурентных ингибиторов. Кинетика ферментативных реакций в присутствии ингибиторов.
5. Механизмы активации ферментов: протектирование, активация кофактором, ковалентная модификация, аллостерическая активация и др. Механизмы и примеры активации ферментов.
6. Ковалентная модификация ферментов: частичный протеолиз, реакции добавления функциональной группы. Биологический смысл образования проферментов.
7. Определение понятия «Витамины» Классификация витаминов. Отличия витаминов от витаминоподобных веществ. Условия, необходимые для усвоения витаминов организмом. Причины гипо- и гипервитаминозов.
8. Витамин А: принятые названия, активные формы витамина (если имеются); важнейшие источники витамина; процессы, в которых он участвует; биохимические сдвиги при гиповитаминозе. Молекулярный механизм действия витамина А (активных форм). Проявление недостаточности витамина А и его гипервитаминоза.
9. Витамин Д. Источники. Механизм образования активной формы витамина Д. Коферменты и ферменты, необходимые для активации витамина Д. Молекулярный механизм действия активной формы витамина Д. Проявления недостаточности витамина Д и его гипервитаминоза.
10. Витамин К. Источники. Молекулярный механизм действия. Роль в биохимических процессах организма. Проявления недостаточности. Возможные причины гиповитаминоза.
11. Витамин Е. Химическая природа, коферментная форма (если она известна); биохимические процессы, в которых он участвует; возможные причины гиповитаминоза, биохимические сдвиги при гиповитаминозе.
12. Витамин В1. Альтернативные названия. Важнейшие источники. Коферментная форма и процессы, в которых он участвует в составе ферментов (указать катализируемые реакции) Возможные причины гиповитаминоза. Биохимические сдвиги при гиповитаминозе.
13. Витамин В2. Альтернативные названия. Важнейшие источники. Коферментная форма и процессы, в которых он участвует в составе ферментов (указать катализируемые реакции) Возможные причины гиповитаминоза. Биохимические сдвиги при гиповитаминозе.
14. Витамин РР. Альтернативные названия. Важнейшие источники. Коферментная форма и процессы, в которых он участвует в составе ферментов (указать катализируемые реакции) Возможные причины гиповитаминоза. Биохимические сдвиги при гиповитаминозе.
15. Витамин В5. Альтернативные названия. Важнейшие источники. Коферменты. Биохимические процессы, в которых он участвует в составе ферментов (указать катализируемые реакции). Возможные причины гиповитаминоза, биохимические сдвиги при гиповитаминозе.
16. Витамин В6. Альтернативные названия. Важнейшие источники. Коферменты. Биохимические процессы, в которых он участвует в составе ферментов (указать катализируемые реакции). Возможные причины гиповитаминоза, биохимические сдвиги при гиповитаминозе.
17. Витамин В9. Альтернативные названия. Важнейшие источники. Коферменты. Биохимические процессы, в которых он участвует в составе ферментов (указать катализируемые реакции). Возможные причины гиповитаминоза, биохимические сдвиги при гиповитаминозе.
18. Витамин В12. Альтернативные названия. Важнейшие источники. Коферменты. Биохимические процессы, в которых он участвует в составе ферментов (указать катализируемые реакции). Возможные причины гиповитаминоза, биохимические сдвиги при

Виды самостоятельной работы студентов (обучающихся)

Вид работы	Содержание	Часы
Написание реферата, подготовка презентации, доклада, конспекта	Сигнальные пути биогенных аминов и нейромедиаторов	2

**Раздел 3. Модульная единица 1.3. Биохимия углеводов. Биологическое окисление.**  
*(Лекционные занятия - 9ч.; Практические занятия - 18ч.; Самостоятельная работа - 12ч.)*

*Тема 3.1. Транспорт глюкозы через мембраны. Пути использования глюкозы в клетке. Анаэробный и аэробный гликолиз, глюконеогенез. Глюкозо-лактатный и глюкозо-аланиновый циклы. Регуляция процессов. Точки приложения сигнальных молекул.*  
*(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 3ч.)*

1. Химическая характеристика класса «Углеводы». Классификация пищевых углеводов.
2. Функции углеводов в клетке, их роль и биологическое значение. Суточная потребность углеводов для человека.
3. Моносахариды. Важнейшие представители, пищевые источники. Классификация, структура, изомерия.
4. Дисахариды. Классификация, представители, структура.
5. Гомо- и гетерополисахариды. Локализация, химическая структура и функции важнейших представителей полисахаридов. . .
6. Важнейшие пищевые углеводы, их источники, особенности строения.
7. Механизмы транспорта моносахаридов через биологические мембраны. Пассивный и вторично-активный транспорт глюкозы. Всасывание в ЖКТ, транспорт глюкозы в мышечную, жировую и нервную ткань, реабсорбция в канальцах нефрона.
8. Глюкоза-6-фосфат – центральный метаболит углеводного обмена. Пути использования клеткой.
9. Последовательно написать реакции 1 и 2 этапов гликолиза. Энергетический эффект гликолиза. Отличия в использовании кофермента дегидрогеназы НАДН Н<sup>+</sup>, в анаэробном и аэробном гликолизе. Принцип запасаания АТФ при аэробном и анаэробном гликолизе. Аллостерическая и гормональная регуляция гликолиза.
10. Глюконеогенез. Последовательность реакций. Используемые ферменты и коферменты. Биологическое значение, локализация процесса. Метаболиты, включающиеся в процесс. Регуляция глюконеогенеза.
11. Глюкозо-аланиновый цикл. Химизм. Коферменты и ферменты процесса. Биологическое значение. Аллостерическая и гормональная регуляция процесса.
12. Глюкозо-лактатный цикл (цикл Кори). Химизм. Коферменты и ферменты процесса. Биологическое значение. Аллостерическая и гормональная регуляция процесса.

*Тема 3.2. Синтез и распад гликогена. Пентозофосфатный путь. Обмен галактозы и фруктозы. Регуляция процессов. Точки приложения сигнальных молекул.*  
*(Лекционные занятия - 3ч.; Практические занятия - 3ч.; Самостоятельная работа - 4ч.)*

1. Субстрат ПФП, его превращения при вовлечении в этот процесс.
2. Кофермент дегидрогеназы Г-6-Ф.
3. Процессы окислительной ветви ПФП, важнейшие продукты, их значение.
4. Важнейшие реакции неокислительной ветви ПФП, лимитирующие ферменты.
5. Роль тиамина в процессах неокислительной ветви ПФП.
6. Продукты неокислительной ветви ПФП, их биологическая роль.
7. В каких органах и тканях ПФП имеет место особо важное значение?
8. Условия, определяющие интенсивность процессов ПФП.
9. Связь синтетических процессов и ПФП.
10. Сформулировать понятие «Глюконеогенез».
11. Охарактеризовать пути глюконеогенеза, их отношение к основному пути превращения углеводов. Регуляция процесса.
12. Нарушения метаболизма гликогена (гликогенозы). Причины, проявления энзимопатий. Разновидности.
13. Нарушения метаболизма фруктозы и галактозы. Причины, проявления энзимопатий.

#### Внеаудиторная контактная работа

Форма учебной деятельности	Вид работы	Содержание	Часы
Лекционные занятия	Видеолекция/Вебинар	Регуляция углеводного обмена. Точки приложения сигнальных молекул	1

#### Виды самостоятельной работы студентов (обучающихся)

Вид работы	Содержание	Часы
Написание реферата, подготовка презентации, доклада, конспекта	Энзимопатии углеводного обмена	4

*Тема 3.3. Биохимия старения. Гликозаминогликаны, гликопротеины соединительной ткани. Модифицированные углеводы.*

*(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 3ч.)*

1. Строение гетерополисахаридов соединительной ткани.
2. Биологические функции, локализация гиалуроновой кислоты, хондроитинсульфатов, гепарансульфата, дерманатсульфата, кератансульфата.
3. Протеогликановые агрегаты. Строение. Значение белковой части.
4. Биосинтез модифицированных углеводов. Схема синтеза гиалуроновой кислоты из глюкозы.
5. Сульфатирование гетерополисахаридов. Активная форма серной кислоты (ФАФС). Сульфотрансферазы. Использование реакции в биохимических процессах. Синтез хондроитинсульфатов.
7. УДФ-глюкуроновая кислота. Схема синтеза. Реакции глюкуронообразования. Биологическое значение.
8. Гликопротеиды соединительной ткани. Строение. Этапы синтеза. Биологическое значение.

*Тема 3.4. ОВР, протекающие в клетках. Оксидоредуктазы Основные типы химических реакций в организме. Оксидазный путь использования кислорода – дыхание и его этапы. Аэробное окисление пирувата и цикл трикарбоновых кислот. Окислительное фосфорилирование: строение электротранспортной цепи митохондриального окисления; сопряжение и разобщение и их биологическое значение.*

*(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 3ч.; Самостоятельная работа - 4ч.)*

1. Как и с помощью каких систем используется энергия ультрафиолетовой части солнечного спектра растениями? На какие процессы затрачивается растительными организмами энергия квантов ультрафиолетовой части солнечного спектра?
2. Определить понятия «Метаболизм», «Катаболизм», «Анаболизм», «Амфиболизм», отметить связь между ними.
3. Особенности макроэргических соединений. Макроэргические фосфаты, их значение.
4. Значение процесса переваривания в обмене веществ.
5. Определить понятие «Промежуточный обмен».
6. Основные стадии катаболизма высокомолекулярных соединений.
7. Окислительное декарбоксилирование пировиноградной кислоты. Химизм. Регуляция процесса. Строение пируватдегидрогеназного комплекса. Роль коферментов. Энергитический эффект реакции.
8. Общая стадия катаболизма. Цикл Кребса (Цикл трикарбоновых кислот). Схема процесса. Связь с тканевым дыханием. Аллостерическая и гормональная регуляция процесса. Энергитический эффект ЦТК. Дыхательный контроль.
9. Схема аэробного окисления глюкозы в клетке (аэробный гликолиз). Этапы. Энергитический эффект. Ферменты, коферменты процесса. Химизм. Аллостерическая и гормональная регуляция. Валовое уравнение аэробного окисления глюкозы.
9. Основные стадии анаболизма.
10. Роль воды в биологическом окислении. Значение терминов «промежуточный акцептор», «конечный акцептор», «донор водорода», «аэробные условия», «анаэробные условия».
11. Принцип высвобождения энергии при горении и биологическом окислении.
12. Определить понятие «тканевое дыхание».
13. Типы дегидрирования представителей различных классов органических веществ.
14. Основные положения современной теории биологического окисления, его виды.
15. Роль окисляемого субстрата и кислорода в тканевом дыхании
16. Общее название соединений, переносящих протоны и электроны.
17. Особенности строения пиридинзависимых, флавинзависимых дегидрогеназ и цитохромов: природа, особенности строения, локализация в клетке, последовательность работы в цепи дыхательных ансамблей.
18. Механизм переноса протонов и электронов дегидрогеназами.
19. Механизм переноса электронов цитохромами.
20. Понятие «Аутооксидабельный фермент». Назовите аутооксидабельный компонент дыхательной цепи.
21. Конечные продукты функционирования дыхательной цепи.
22. Какой процесс называют окислительным фосфорилированием? Локализация ферментов тканевого дыхания.
23. Хемииосмотическая гипотеза Митчелла, объясняющая механизм сопряжения тканевого дыхания и окислительного фосфорилирования.
24. Коллекторная функция коэнзима Q. Коэффициент P/O.
25. Разобщающие факторы, ограничивающие использование энергии тканевого дыхания для синтеза АТФ. Механизмы разобщения.
26. Лекарственные средства как ингибиторы тканевого дыхания.
27. Лекарственные соединения, выступающие как разобщители процесса тканевого дыхания и окислительного фосфорилирования.

Виды самостоятельной работы студентов (обучающихся)

Вид работы	Содержание	Часы
Написание реферата, подготовка презентации, доклада, конспекта	Сравнительная характеристика пируватдегидрогеназного и альфакетоглутаратдегидрогеназного комплексов	4

*Тема 3.5. Микросомальное окисление. Моно- и диоксигеназные пути использования кислорода, их механизм, примеры реакций и биологическое значение. Цепи микросомального окисления. Свободно-радикальное окисление. Активные формы кислорода. Проксиданты и антиоксиданты. Антиоксидантная защита и ее компоненты.*

*(Практические занятия - 3ч.; Самостоятельная работа - 4ч.)*

1. Локализация, строение микросомальных ферментов. Механизм действия. Цепи микросомального окисления. Биологическое значение.
2. Моноксигеназный путь окисления. Коферменты, используемые в реакциях гидроксирования. Промежуточные и конечные акцепторы электронов. Примеры реакций.
3. Диоксигеназный путь окисления. Отличия от монооксидазного пути. Примеры реакций. Кофакторы и коферменты процесса.
4. Свободно-радикальное окисление. Активные формы кислорода. Механизмы их образования.
5. Механизмы перекисного окисления фосфолипидов клеточных мембран, белков и нуклеиновых кислот. Образование малонового диальдегида и диеновых конъюгатов
6. Проксиданты
7. Антиоксиданты. Механизмы антиоксидантной защиты (АОЗ), их классификация.
8. Ферментативная АОЗ, ее компоненты.
9. Неферментативная АОЗ, ее компоненты.

Виды самостоятельной работы студентов (обучающихся)

Вид работы	Содержание	Часы
Написание реферата, подготовка презентации, доклада, конспекта	Микросомальное окисление. Роль в обмене веществ.	4

*Тема 3.6. Итоговое занятие по модульной единице 1.3. "Биохимия углеводов. Биологическое окисление"*

*(Практические занятия - 3ч.)*

Систематизация и контроль знаний и навыков, полученных при изучении раздела "Биохимия углеводов. Биологическое окисление" по следующим вопросам:

1. Классификации углеводов: по составу, по функциям, по происхождению.
2. Биохимические функции углеводов. Пищевые источники углеводов. Суточная потребность в углеводах.
3. Транспорт моносахаридов через клеточные мембраны: пассивный и активный транспорт моносахаридов. Инсулинозависимый транспорт глюкозы. Типы глюкозных транспортёров. Их специфичность и локализация.
4. Основные источники глюкозы крови. Понятия «нормогликемия»; «гипогликемия»; «гипергликемия»; Причины возникновения данных состояний.
5. Анаэробный гликолиз: локализация, химизм, энергетический эффект процесса, аллостерическая и гормональная регуляция.
6. Аэробное окисление глюкозы (аэробный гликолиз): локализация, химизм,
7. энергетический эффект процесса, аллостерическая и гормональная регуляция. Механизмы челночного транспорта. Переключение аэробного гликолиза на анаэробный.
8. Окислительное декарбоксилирование пирувата: локализация, химизм,
9. энергетический эффект, коферменты и ферменты процесса, аллостерическая и
10. гормональная регуляция.
11. Цикл трикарбоновых кислот: функции, локализация, химизм, энергетический эффект, коферменты и ферменты процесса. Регуляция ЦТК. Связь ЦТК с митохондриальной цепью переноса электронов.
12. Гликогенолиз: локализация, химизм, коферменты и ферменты процесса. Регуляция. Биологическое значение.
13. Гликогеногенез: локализация, химизм, коферменты и ферменты процесса,
14. аллостерическая и гормональная регуляция.
15. Глюконеогенез: локализация, химизм, коферменты и ферменты процесса,
16. аллостерическая и гормональная регуляция. Биологическое значение. Метаболиты, поступающие в глюконеогенез. Механизмы образования глюкозы из данных метаболитов.
17. Цикл Кори. локализация, химизм, коферменты и ферменты процесса, аллостерическая и гормональная регуляция. Биологическое значение. Регуляция процесса.
18. Глюкозо-аланиновый цикл. Локализация, химизм, коферменты и ферменты процесса. Регуляция. Биологическое значение.
19. Пентозофосфатный путь: функции, локализация, химизм, коферменты и ферменты процесса. Окислительная и неокислительная ветвь ПФП. Регуляция ПФП Связь ПФП с биосинтезом липидов, нуклеотидов и белков. Пути использования рибозо-5-фосфата и НАДФН<sub>2</sub>.
20. Аллостерическая регуляция углеводного обмена (основные аллостерические эффекторы и аллостерические ферменты обмена углеводов, регуляция их активности)
21. Регуляция углеводного обмена. Точки приложения гормонов и аллостерических эффекторов.
22. Регуляция обмена углеводов в скелетной мышце, миокарде, печени, жировой ткани и других тканях. Особенности метаболизма углеводов в этих тканях.
23. Нарушения обмена гликогена (гликогенозы). Биохимические причины, проявления. Нарушения в метаболизме. Разновидности
24. Нарушения обмена галактозы (галактоземия) и фруктозы (фруктоземия). Биохимические причины. Проявления. Разновидности.
25. Гликозаминогликаны соединительной ткани. Гиалуроновая кислота. Хондроитинсульфаты. Механизм синтеза. Роль ФАФС, ацетил-КоА, глутамин и витамина А в процессе синтеза.
26. Макроэргические соединения. Представители. Особенности строения. Понятие «макроэргическая связь». Механизмы образования АТФ в клетках и пути использования.
27. Современные представления о биологическом окислении. Его виды. Хемосмотическая гипотеза Митчелла. Строение митохондрий.
28. Доноры протонов и электронов. Типы дегидрирования органических субстратов (насыщенные, ненасыщенные соединения, первичные, вторичные спирты, аминокислоты, альдегиды и кетоны)
29. Промежуточные переносчики протонов и электронов (цепь ферментов тканевого дыхания).

#### **Раздел 4. Модульная единица 2.1. Биохимия липидов.**

**(Лекционные занятия - 6ч.; Практические занятия - 15ч.; Самостоятельная работа - 12ч.)**

*Тема 4.1. Классификация, характеристика липидов. Транспорт липидов через мембраны. Обмен липопротеинов.*

*(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 3ч.; Самостоятельная работа - 4ч.)*

1. Определить понятие «Липиды», их классификация.
2. Структура отдельных групп липидов.
3. Биологическое значение липидов, суточная потребность, источники в питании человека.
4. Оптимальное соотношение в рационе человека жиров животного и растительного происхождения, обоснование.
5. Классификация фосфолипидов, их биологическая роль.
6. Условия, необходимые для переваривания липидов.
7. Роль поверхностно-активных веществ в переваривании липидов.
8. Липазы ЖКТ, их специфичность, место продукции, оптимум рН, активация.
9. Назовите этапы переваривания липидов, в которых необходимо участие желчных кислот. Кругооборот желчных кислот в организме.
10. Ресинтез липидов в стенке кишечника и дальнейшая судьба.
11. Нарушения переваривания и всасывания липидов (стеатореи)
12. Транспортные формы липидов, их строение, функции, место образования. Методы определения липидного спектра плазмы крови человека.
13. Почему нарушения переваривания и всасывания липидов сопровождаются гиповитаминозами?
14. Дислипидемии. Причины. Биохимические проявления.

Виды самостоятельной работы студентов (обучающихся)

Вид работы	Содержание	Часы
Написание реферата, подготовка презентации, доклада, конспекта	Дислипидемии. Причины, проявления и последствия.	4

*Тема 4.2. Тканевой липолиз. Окисление жирных кислот. Кетогенез. Регуляция процессов. Точки приложения сигнальных молекул.*

*(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 3ч.; Самостоятельная работа - 4ч.)*

1. Источники липидов, вовлекающихся в окислительно-восстановительный распад.
2. Механизм мобилизации жировых депо (липолитический каскад).
3. Тканевые липазы, ее виды. Гормон чувствительная липаза.
4. Окисление глицерина до углекислого газа и воды (энергетический эффект, механизм).
5. Процесс  $\beta$ -окисления высших жирных кислот (энергетический эффект, механизм). Роль карнитина.
6. Коферменты дегидрогеназ, участвующих в  $\beta$ -окислении ВЖК, роль витаминов в этом процессе.
7. Связь процесса  $\beta$ -окисления с циклом Кребса, тканевым дыханием.
8. Дать понятие термину «кетоновые тела». Назовите соединения, объединенные под этим термином.
9. Синтез и распад кетоновых тел, регуляция процесса, биологическое значение.
10. Причины увеличения содержания кетоновых тел при инсулиновой недостаточности, голодании, физической нагрузке.

Виды самостоятельной работы студентов (обучающихся)

Вид работы	Содержание	Часы
------------	------------	------

Написание реферата, подготовка презентации, доклада, конспекта	Регуляция липидного обмена при участии лептина и грелина	4
--	--	---

*Тема 4.3. Липогенез: синтез жирных кислот, триглицеридов, фосфолипидов. Регуляция процессов. Точки приложения сигнальных молекул.*

*(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 3ч.)*

1. Синтез высших жирных кислот. Ферменты коферменты процесса. Строение синтазы жирных кислот. Реакции синтеза жирных кислот. Роль ацилпереносящего белка. Аллостерическая, гормональная регуляция процесса.
2. Механизмы транспорта ацетил-КоА для синтеза ВЖК. Взаимосвязь ПФП и гликолиза с синтезом липидов
3. Синтез триацилглицеридов. Химизм, локализация и регуляция процесса. Дальнейший транспорт триацилглицеридов и их мобилизация в организме.
4. Синтез фосфолипидов. Химизм, ферменты, коферменты процесса. Регуляция. Биологическое значение процесса. Возможные нарушения.
5. Липотропные факторы. Разновидности. Роль в обмене веществ.
6. Эйкозаноиды. Схема образования. Роль в обмене веществ.

*Тема 4.4. Обмен холестерина. Регуляция липидного обмена. Роль витаминов в липидном обмене.*

*(Практические занятия - 3ч.; Самостоятельная работа - 4ч.)*

1. Биологическая роль холестерина в организме человека.
2. Схема синтеза холестерина, исходные продукты синтеза, лекарственные средства, ингибирующие синтез холестерина.
3. Назовите первичные и вторичные желчные кислоты.
4. Синтез желчных кислот из холестерина. Регуляция процесса.
5. Транспортные формы холестерина в плазме крови, их роль в обмене холестерина.
6. Регуляция липидного обмена. Точки приложения сигнальных молекул.
7. Связь обмена углеводов и липидов (общие метаболиты, возможность взаимопревращений).
8. Нарушения липидного обмена (атеросклероз, жировая инфильтрация печени, дислипидемии, желче-каменная болезнь, стеатореи)

Виды самостоятельной работы студентов (обучающихся)

Вид работы	Содержание	Часы
Поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной теме	Особенности метаболизма фосфолипидов и сфинголипидов	2
Решение ситуационных задач, решение тестовых заданий	Особенности метаболизма фосфолипидов и сфинголипидов	2

*Тема 4.5. Итоговое занятие по модульной единице 2.1. "Биохимия липидов"*

*(Практические занятия - 3ч.)*



Систематизация и контроль знаний и навыков, полученных при изучении раздела "Биохимия липидов" по следующим вопросам:

1. Классификация липидов. Химические структуры основных липидов организма человека (жирных кислот, триацилглицеридов, фосфолипидов, холестерина). Физико-химические свойства (агрегатное состояние, растворимость).
2. Биологические функции липидов. Физико-химические свойства и основные представители различных классов липидов.
3. Синтез липидов в клетках кишечника. Биологический смысл процесса.
4. Транспортные формы липидов: состав, место образования, биологические функции. Роль апобелков. Метаболизм ХМ, ЛПОНП, ЛПНП, ЛПВП.
5. Тканевой липолиз. Химизм процесса. Механизм активации липолиза. Роль гормонов, G-белков, цАМФ, протеинкиназы А, фосфопроteinфосфатазы, фосфодиэстеразы в регуляции липолиза.
6. Окисление насыщенных жирных кислот (бета-окисление). Химизм процесса. Ферменты, коферменты, локализация процесса. Особенности метаболизма жирных кислот с нечётным числом атомов углерода. Регуляция окисления ЖК.
7. Окисление ненасыщенных жирных кислот. Особенности окисления олеиновой и линолевой кислоты.
8. Синтез высших жирных кислот. Химизм процесса. Ферменты, коферменты, локализация процесса. Аллостерическая и гормональная регуляция. Десатураза жирных кислот.
9. Синтез и распад кетоновых тел. Химизм процесса. Ферменты, коферменты, локализация процесса. Регуляция процесса. Условия для активации кетогенеза в норме и патологии.
10. Синтез триацилглицеридов и фосфолипидов. Химизм процесса. Ферменты, коферменты, локализация процесса. Аллостерическая и гормональная регуляция. Липотропные факторы. Жировое перерождение печени (жировой гепатоз).
11. Синтез холестерина. Химизм процесса. Ферменты, коферменты, локализация процесса. Аллостерическая и гормональная регуляция.
12. Синтез желчных кислот. Химизм процесса. Ферменты, коферменты, локализация процесса. Первичные и вторичные желчные кислоты. Энтеро-гепатическая циркуляция желчных кислот.
13. Регуляция липидного обмена. Взаимосвязь липидного и углеводного обмена. Механизмы действия, точки приложения гормонов
14. Нарушения липидного обмена. Дислипидемии, стеатореи. Жировой гепатоз. Биохимические причины и проявления заболеваний.

### ***Раздел 5. Модульная единица 2.2. Биохимия азотсодержащих соединений.***

***(Лекционные занятия - 6ч.; Практические занятия - 12ч.; Самостоятельная работа - 8ч.)***

*Тема 5.1. Транспорт аминокислот через мембраны. Общие пути обмена аминокислот. Детоксикация аммиака. Синтез мочевины. Биогенные амины.*

*(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 3ч.)*

1. Особенности строения аминокислот. Классификации аминокислот.
2. Строение белковых молекул. Биологические функции белков.
3. Азотистый баланс и его виды. Критерии пищевой ценности белков.
4. Механизмы транспорта аминокислот через клеточные мембраны: гама-глутамил трансферазный цикл, вторично-активный транспорт.
5. Источники аминокислот в организме. Основные пути использования аминокислот.
6. Химические превращения, свойственные всем аминокислотам.
7. Деаминарование, его виды, механизм прямого и непрямого деаминарования. Роль пиридоксальфосфата.
8. Механизм трансаминирования, его биологическое значение.
9. Определение активности трансаминаз для диагностики заболеваний.
10. Связь деаминарования и трансаминирования, биологическое значение системы « $\alpha$ -кетоглутаровая и глутаминовая кислоты».
11. Источники аммиака в организме, механизмы токсического действия, пути его обезвреживания.
12. Орнитиновый цикл. Механизм процесса. Основные ферменты и коферменты. Регуляция. Биологическое значение.
13. Глюкозо-аланиновый цикл. Химизм. Локализация, регуляция процесса. Биологическое значение.
14. Продукты декарбоксилирования аминокислот (ГАМК, гистамин, серотонин, катехоламины, ДОФА), их биологическое значение.
15. Механизмы обезвреживания биогенных аминов. Значение моноаминооксидазы, диаминооксидазы, катехол-ортометилтрансферазы.

*Тема 5.2. Специфические пути обмена аминокислот.*

*(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 3ч.; Самостоятельная работа - 4ч.)*

1. Гликогенные и кетогенные аминокислоты. Ключевые метаболиты через которые включаются аминокислоты в глюконеогенез и кетогенез
2. Общая схема синтеза заменимых аминокислот.
3. Механизмы синтеза гормонов из аминокислоты тирозина (катехоламиновый путь, синтез тироксина) и триптофана.
4. Механизмы деградации ароматических аминокислот в печени. Энзимопатии данных процессов (фенилкетонурия, алкаптонурия, тирозинемия, альбинизм)
5. Особенности метаболизма триптофана (серотонин-мелатониновый путь, кинурениновый путь, индольный путь)
6. Особенности метаболизма глицина и серина.
7. Особенности метаболизма серосодержащих аминокислот (цистеина, метионина) Биологическое значение процессов.
8. Особенности метаболизма аргинина, пролина, глутамин.
9. Особенности метаболизма аминокислот с разветвленным радикалом (валина, лейцина, изолейцина). Энзимопатии.
10. Аминокислоты, использующиеся в синтезе фосфолипидов. Аминокислоты как липотропные факторы.
11. Витамины и коферменты, участвующие в метаболизме аминокислот.

**Виды самостоятельной работы студентов (обучающихся)**

Вид работы	Содержание	Часы
Написание реферата, подготовка презентации, доклада, конспекта	Биосинтез незаменимых для человека аминокислот в живой природе	2
Проведение расчетов, составление схем и моделей	Биосинтез незаменимых для человека аминокислот в живой природе	2

*Тема 5.3. Роль аминокислот в образовании азотистых гетероциклических соединений. Обмен нуклеотидов.*

*(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 3ч.; Самостоятельная работа - 4ч.)*

1. Структура нуклеиновых кислот. Физико-химические свойства ДНК и РНК.
2. Превращение нуклеопротеидов в желудке.
3. Превращение нуклеиновых кислот в тонком кишечнике.
4. Ферменты тонкого кишечника, участвующие в расщеплении нуклеиновых кислот. Продукты превращения нуклеиновых кислот, подвергающиеся всасыванию.
5. Ферменты, осуществляющие распад нуклеиновых кислот в тканях.
6. Распад пуриновых оснований в тканях, продукты распада.
7. Гиперурикемия, причины развития состояния. «Путь спасения»
8. Биохимические изменения при подагре. Аллопуринол.
9. Этапы и продукты распада пиримидиновых оснований.
10. Соединения, используемые для синтеза пуриновых оснований.
11. Синтез пиримидиновых оснований, значение оротовой кислоты.
12. Биосинтез мононуклеотидов.
13. Синтез дезоксирибонуклеотидов. Необходимые компоненты, роль витаминов и доноров метельных групп. Значение ПФП для синтеза.
14. Ингибиторы синтеза нуклеиновых кислот как лекарственные средства.

Виды самостоятельной работы студентов (обучающихся)

Вид работы	Содержание	Часы
Написание реферата, подготовка презентации, доклада, конспекта	Обмен небелковых азотистых соединений	4

*Тема 5.4. Итоговое занятие по модульной единице 2.2. "Биохимия азотсодержащих соединений"*

*(Практические занятия - 3ч.)*

Систематизация и контроль знаний и навыков, полученных при изучении раздела "Биохимия азотсодержащих соединений" по следующим вопросам:

1. Биологические функции белков. Примеры полифункциональных белков.
2. Особенности структуры белковых молекул. Классификации белков и аминокислот.
3. Азотистый баланс и его виды. Суточная потребность в белках. Коэффициент изнашивания. Критерии пищевой ценности белков.
4. Механизмы транспорта аминокислот через клеточные мембраны. Токсические продукты гниения белков в толстом кишечнике. Механизмы их образования и обезвреживания.
5. Источники аминокислот в организме. Пути использования аминокислот клетками.
6. Химические превращения свойственные всем аминокислотам в организме. Примеры реакций. Образующиеся продукты и их дальнейшая судьба в организме.
7. Деаминация аминокислот. Механизм. Основные варианты деаминации в клетке. Необходимые ферменты и коферменты. Химизм и локализация процесса.
8. Основные источники аммиака в организме. Механизм токсического действия аммиака. Пути его обезвреживания в организме.
9. Орнитиновый цикл. Химизм процесса. Ферменты, коферменты, локализация процесса. Аллостерическая и гормональная регуляция. Биологическое значение процесса.
10. Глюкозо-аланиновый цикл. Химизм процесса. Ферменты, коферменты,
11. локализация процесса. Аллостерическая и гормональная регуляция. Биологическое значение процесса.
12. Трансаминирование. Химизм. Ферменты, коферменты, локализация процесса. Биологическое значение процесса.
13. Декарбоксилирование аминокислот. Ферменты, коферменты, локализация процесса. Биологическое значение процесса. Образующиеся продукты. Их функции в организме.
14. Биогенные амины. Механизм образования. Биологические функции основных представителей. Пути метаболизма биогенных аминов.
15. Механизм образования, источник и биологические функции серотонина и катехоламинов. Механизмы их действия на клетку. Ферменты и коферменты
16. необходимые для их синтеза.
17. Механизмы образования ГАМК, гистамина и дофамина. Биологические функции и молекулярные механизмы действия. Ферменты и коферменты необходимые для их синтеза.
18. Незаменимые аминокислоты. Основные представители. Биохимические причины, определяющие ценность незаменимых аминокислот. Участие незаменимых аминокислот в обменных процессах. Источники незаменимых аминокислот. Условия, необходимые для их усвоения организмом.
19. Особенности метаболизма ароматических аминокислот, серина, глицина,
20. метионина, аргинина и алифатических аминокислот.
21. Гликогенные и кетогенные аминокислоты. Схема образования глюкозы
22. (глюконеогенез) из гликогенных аминокислот, кетоновых тел (кетогенез)
23. холестерина и жирных кислот из кетогенных аминокислот. Механизм регуляции данных процессов
24. Катехоламины. Механизм образования. Механизмы действия и биохимические эффекты катехоламинов. Регуляция синтеза и секреции катехоламинов.
25. Механизм синтеза гормонов щитовидной железы. Предшественник тироксина. Роль тироксина в обмене веществ. Механизм действия гормона.
26. Последовательность реакций распада пуриновых нуклеотидов в тканях.
27. Диагностическое значение определения конечного продукта процесса. Ферменты пути спасения. Возможные нарушения процесса регенерации пуриновых нуклеотидов.
28. Синтез пуриновых нуклеотидов в тканях. Локализация, необходимые коферменты и метаболиты для построения пуринового кольца нуклеотидов. Синтез АМФ из ИМФ. Роль ФРДФ в процессе синтеза нуклеотидов. Связь с ПФП. Регуляция ПФП и синтеза нуклеотидов.
29. Синтез пиримидиновых нуклеотидов в тканях. Локализация, необходимые ферменты и коферменты. Последовательность реакций синтеза УМФ, ЦМФ, ТМФ. Аллостерическая регуляция процесса. Механизмы распада пиримидинов в тканях.
30. Синтез дезоксирибонуклеотидов в тканях. Необходимые ферменты и коферменты. Механизмы восстановления рибозы. Регуляция процесса. Пути использования дезоксирибонуклеотидов.

**Раздел 6. Модульная единица 2.3. Частные вопросы биохимии органов и тканей организма человека.**

**(Лекционные занятия - 9ч.; Практические занятия - 24ч.; Самостоятельная работа - 16ч.)**

*Тема 6.1. Биохимия крови. Кровь как коллоидный и кристаллоидный раствор. Регуляция водно-солевого обмена. Минеральный обмен. Буферные системы крови.*

*(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 3ч.; Самостоятельная работа - 8ч.)*

1. Осмолярность плазмы. Компоненты плазмы, обеспечивающие осмолярность.
2. Основные внутриклеточные и внеклеточные катионы.
3. Функции минеральных веществ.
4. Регуляция осмолярности плазмы. Механизмы действия минералокортикоидов, вазопрессина, натрий-уретического пептида. Ренин-ангиотензин альдостероновая система.
5. Нарушения водно-электролитного баланса.
6. Фосфорно-кальциевый обмен. Биологические функции кальция.
7. Регуляция уровня ионизированного кальция в сыворотке крови.
8. Молекулярные механизмы действия и эффекты кальцитонина, паратгормона, половых гормонов, тироксина.
9. Механизмы образования кальцитриола. Механизм действия кальцитриола.
10. Нарушения обмена кальция и фосфатов.
11. Обмен железа в организме. Возможные нарушения.
12. Буферные системы крови. Биологическое значение.

*Тема 6.2. Биохимия крови. Ферменты, белки крови. Их содержание и функции.*

*(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 3ч.; Самостоятельная работа - 4ч.)*

1. Функции крови. Физико-химические свойства, состав крови.
2. Белковый состав крови, их функции.
3. Изменения белкового спектра плазмы крови.
4. Методы определения белкового спектра сыворотки крови.
5. Методы получения плазмы крови и сыворотки крови.
6. Методы определения активности ферментов крови (энзимодиагностика).
7. Методы определения основных биохимических показателей крови.
8. Особенности метаболизма ферментных элементов крови.

**Виды самостоятельной работы студентов (обучающихся)**

Вид работы	Содержание	Часы
Написание реферата, подготовка презентации, доклада, конспекта	Микроэлементы (Fe, Cu, Co, Zn, Se, I, F)	1
Проведение расчетов, составление схем и моделей	Микроэлементы (Fe, Cu, Co, Zn, Se, I, F)	3

*Тема 6.3. Биохимия крови. Защитные системы крови. Биохимические основы иммунитета.*

*(Практические занятия - 3ч.)*

1. Защитные белки крови. Разновидности. Биологическая роль.
2. Общая характеристика иммунной системы.
3. Особенности метаболизма в лейкоцитах. Значение миелопероксидазы.
4. Т-лимфоциты. Принципы клеточного иммунитета.
5. В-лимфоциты. Принципы гуморального иммунитета.
6. Структура и функции антител. Классы иммуноглобулинов. Синтез антител.
7. Неспецифические защитные системы: система комплемента, фагоцитарная система. Компоненты. Особенности функционирования.
8. Белки острой фазы. Классы. Биологическое значение.
9. Протеиназы, нуклеазы крови. Биологическое значение. Механизм действия.

*Тема 6.4. Биохимия крови. Гемостаз.*

*(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 3ч.)*

1. Основные компоненты системы гемостаза.
2. Роль сосудистой стенки в гемостазе. Чем обусловлена тромборезистентность неповрежденного эндотелия?
3. Внутриклеточный состав и функции тромбоцитов.
4. Мембранные рецепторы тромбоцитов (рецепторы к белковым лигандам, эйкозаноидам, пуриновые, адренорецепторы, 5HT-рецепторы, и др.). Основные лиганды тромбоцитарных рецепторов. Мембранно-внутриклеточный механизм действия сигнальных молекул.
5. Природа, механизм образования и основных антиагрегантов (простаглицина, NO, и др.). Каким образом реализуется мембранно-внутриклеточный механизм действия физиологических антиагрегантов?
6. Природа, механизм образования и механизмы действия тромбоксанов.
7. Молекулярные механизмы активации тромбоцитов под влиянием АДФ, адреналина, серотонина, тромбоксанов, коллагена и др. индукторов агрегации. Роль ионов кальция и моторных белков в реализации этого процесса.
8. Молекулярные механизмы адгезии и агрегации тромбоцитов при повреждении эндотелия сосудов. Тромбоцитарные факторы свёртывания.
9. Методы получения тромбоцитарной плазмы. Методы оценки состояния сосудисто-тромбоцитарного гемостаза.
10. Нарушения тромбоцитарного гемостаза.
11. Основные компоненты коагуляционного гемостаза.
12. Место образования и природа факторов свёртывания крови.
13. Роль витамина К в пострибосомальной достройке белковых факторов свертывания. Роль ионов кальция в процессе свёртывания плазмы крови.
14. Основные этапы плазмокоагуляционного каскада свёртывания.
15. Механизмы активации плазмокоагуляционного каскада по внутреннему пути и внешнему пути. Особенности отдельных факторов свёртывания.
16. Механизм частичного протеолиза факторов свёртывания. Биологический смысл образования проферментов.
17. Коагуляционные превращения фибриногена.
18. Антикоагулянты. Природа, их место синтеза и точки приложения.
19. Система фибринолиза. Основные компоненты и механизмы активации процесса.
20. Методика получения плазмы крови для определения показателей коагуляционного гемостаза.
21. Методы определения показателей плазмокоагуляции (АЧТВ, ПТВ, МНО, ТВ, ВР, определение концентрации факторов свёртывания). Методы оценки показателей системы фибринолиза и противосвёртывающей системы.

*Тема 6.5. Биохимия печени. Пигментный обмен печени. Желтухи. Синтез гема.*

*(Лекционные занятия - 1ч.; Практические занятия - 3ч.)*

1. Функции печени.
2. Роль печени в обмене углеводов.
3. Роль печени в обмене липидов.
4. Роль печени в обмене белков
5. Роль печени в процессе свёртывания крови
6. Роль печени в обмене минеральных веществ
7. Барьерная функция печени. Роль печени в обезвреживании конечных продуктов метаболизма
8. Роль печени в метаболизме гормонов и витаминов
9. Роль печени в обмене хромопротеидов.
10. Дифференциальная диагностика желтух.
11. Лабораторная диагностика нарушений функций печени.

*Тема 6.6. Биохимия печени. Биотрансформация ксенобиотиков.*

*(Лекционные занятия - 1ч.; Практические занятия - 3ч.)*

1. Определить понятие «Ксенобиотики», «Естественные фармпрепараты».
2. Классификация метаболических превращений лекарственных веществ в организме.
3. Какие группы метаболических реакций осуществляются микросомальными ферментами?
4. Какие ферменты участвуют в реакциях гидроксильирования?  
Роль НАДФН 2 и цитохрома Р-450 в этом процессе?
5. Особенности функционирования цитохром Р 450 –гидроксилазного цикла.
6. Освобождается ли энергия в ходе процессов микросомального окисления?
7. Механизм и участники немикросомального окисления.
8. Механизм окислительного дезаминирования аминокислот.
9. Роль моноаминоксидазы в дезаминировании биогенных аминов, катехоламинов.
10. Реакции гидролиза сложных эфиров (ферменты и локализация).
11. Привести примеры трансметилирования, ацетилирования и декарбоксилирования ксенобиотиков.
12. Биологический смысл реакций конъюгации. Механизм процесса.
13. Роль коферментов нуклеотидной природы в обезвреживании лекарственных веществ, механизм их действия.
14. Роль глицина в обезвреживании бензойной кислоты.
15. Роль глутатиона в процессах обезвреживания.
17. Факторы, определяющие скорость метаболических превращений.
18. Генетически обусловленные дефекты ферментов, при наличии которых лекарственные вещества могут вызвать токсический эффект.
20. Биотрансформация и факторы окружающей среды.
21. Определить понятия «Синергизм», «Потенцирование», «Лекарственная аллергия», «Иммунологическая сенсibilизация».
22. Значение превращений лекарственных веществ и собственных метаболитов в организме.
23. Особенности метаболизма этанола. Механизмы развития жировой инфильтрации печени при избыточном поступлении этанола в организм.

*Тема 6.7. Биохимия тканей опорно-двигательного аппарата: мышечная, соединительная, костная ткань.*

*(Лекционные занятия - 1ч.; Практические занятия - 3ч.; Самостоятельная работа - 4ч.)*

1. Функции мышц.
2. Строение и типы мышечных волокон. Химический состав мышечной ткани.
3. Белковый состав мышечной ткани. Строение и функции миозина, актина, тропонина и др. мышечных белков.
4. Оптимальное соотношение в рационе человека жиров животного и растительного происхождения, обоснование.
5. Молекулярные механизмы мышечного сокращения.
6. Биохимические изменения при дистрофиях и денервации.
7. Особенности строения и функции гладких мышц, кардиомиоцитов. Особенности регуляции сокращения. Возможные нарушения.
8. Маркеры острой сердечной недостаточности, инфаркта миокарда. Методы их определения.
9. Энергообеспечение мышечной ткани в абсорбтивный период. Регуляция метаболизма углеводов, липидов и белков.
10. Использование макроэргов в мышечной ткани при умеренных нагрузках.
11. Биосинтез креатинфосфата. Его значение в энергообеспечении мышечной ткани. Изоформы креатинкиназы. Креатинурия.
12. Энергообеспечение мышц при утомлении. Регуляция метаболизма углеводов, липидов и белков.
13. Роль ионов кальция в регуляции мышечного сокращения и энергообеспечения мышц.
14. Особенности метаболизма аминокислот и нуклеотидов в мышечной ткани.
15. Миоглобин: строение, функции.
16. Особенности метаболизма в скелетных и гладких мышцах, кардиомиоцитах.
17. Состав и функции соединительной ткани.
18. Строение и свойства белков соединительной ткани (коллагена, эластина, ламинина, фибронектина).
19. Роль витамина С в процессе биосинтеза коллагена. Особенности метаболизма коллагена.
20. Строение и функции гликозаминогликанов, протеогликанов.
21. Нарушения метаболизма в соединительной ткани. Биохимические изменения и диагностика.
22. Биохимические особенности минерализованной соединительной ткани (костной ткани). Состав и механизм минерализации костной ткани. Гормональная регуляция процесса.

*Тема 6.8. Итоговое занятие по модульной единице 2.3. "Частные вопросы биохимии органов и тканей организма человека"*  
*(Практические занятия - 3ч.)*



Систематизация и контроль знаний и навыков, полученных при изучении раздела "Частные вопросы биохимии органов и тканей организма человека" по следующим вопросам:

1. Минералокортикоиды. Представители. Регуляция секреции и синтеза. Система РААС. Молекулярный механизм действия альдостерона
2. Сигнальные молекулы, влияющие на водно-солевой обмен. Вазопрессин, альдостерон, предсердный натрий-уретический пептид, ангиотензины. Молекулярные механизмы действия. Регуляция секреции данных сигнальных молекул.
3. Ренин-ангиотензин альдостероновая система. Роль ангиотензина-II в минеральном обмене. Регуляция синтеза и секреции альдостерона. Механизм действия альдостерона.
4. Антидиуретический гормон (АДГ). Строение. Место синтеза и секреции гормона. Регуляция синтеза АДГ. Молекулярный механизм действия.
5. Биологическое значение кальция, содержание в крови, факторы, контролирующие его содержание.
6. Сигнальные молекулы, регулирующие фосфорно-кальциевый обмен. Их химическая природа, место образования. Регуляция секреции. Органы-мишени. Молекулярные механизмы действия.
7. Катаболизм гемоглобина. Локализация, схема процесса. Конечный продукт распада гема, его дальнейшая судьба. Механизм токсического действия конечного продукта.
8. Схема образования билирубина в тканях. Локализация процесса. Механизм токсического действия билирубина. Пути обезвреживания. Диагностическое значение определения билирубина в биологических жидкостях организма.
9. Методы дифференциальной лабораторной диагностики желтух. Причины и биохимические проявления разных типов желтух.
10. Функции крови. Физико-химические свойства крови. Методы получения плазмы и сыворотки крови для лабораторных исследований. Основные биохимические константы крови.
11. Синтез гема. Субстраты, необходимые ферменты и коферменты. Регуляция процесса
12. Регуляция рН во внеклеточной жидкости. Буферные системы.
13. Защитные системы крови. Биохимические основы иммунного ответа. Иммуноглобулины, строение функции. Белки системы комплемента.
14. Защитные системы крови. Белки острой фазы. Разновидности. Биологическая роль.
15. Защитные белки крови. Представители. Функции. Особенности строения.
16. Основные представители белков сыворотки крови по данным электрофореза (каждой фракции). Их биохимические функции.
17. Сосудисто-тромбоцитарный гемостаз. Основные компоненты. Тромборезистентность эндотелия сосудистой стенки. Механизм активации тромбоцитов и их участие в формировании сгустка (белого тромба).
18. Механизмы адгезии и агрегации тромбоцитов. Индукторы агрегации. Антиагреганты. Механизмы их действия.
19. Коагуляционный гемостаз. Основные компоненты. Их химическая природа и место синтеза. Механизмы активации свёртывания плазмы по внутреннему и по внешнему путям. Роль витамина К процессе свёртывания крови.
20. Противосвёртывающая система. Основные компоненты. Механизмы действия физиологических антикоагулянтов и антиагрегантов. Система фибринолиза.
21. Функции печени. Роль печени в метаболизме углеводов, липидов и белков.
22. Интегрирующая функция печени. Роль печени в метаболизме углеводов, липидов и белков.
23. Обезвреживающая функция печени. Механизмы биотрансформации эндогенных метаболитов: билирубина, аммиака, гормонов, продуктов гниения белков в печени.
24. Биотрансформация ксенобиотиков. Основные этапы процесса. Локализация. Необходимые ферменты и коферменты. Механизмы элиминирования ксенобиотиков.
25. Особенности биотрансформации ксенобиотиков на этапе прекоъюгации (1 этап метаболизма). Микросомальные ферменты печени. Роль цитохрома Р-450. Цитохром Р-450 гидроксиллазный цикл.
26. Особенности биотрансформации ксенобиотиков на этапе коъюгации (2 этап метаболизма). Механизмы коъюгации с глюкуроновой, серной кислотой. Реакции метилирования и ацилирования ксенобиотиков. Механизмы коъюгации с глицином, глутамином и глутатионом.

## 6. Рекомендуемые образовательные технологии

Обучение складывается из аудиторных и внеаудиторных занятий (144 часа) и самостоятельной работы (72 часа.).

В целях реализации компетентностного подхода предусмотрено использование в учебном процессе несколько видов образовательных технологий:

– традиционные формы организации учебного процесса (лекции, практические занятия и т.д.);

– внеаудиторная контактная работа (вебинар);

Исходный уровень знаний студентов определяется устно или тестированием, текущий контроль усвоения дисциплины определяется устным опросом или тестированием в конце занятия. Итоговые занятия по модулям представлены семинарскими занятиями с применением интерактивных форм проведения и частично кейс-технологий.

По каждому разделу разработаны и представлены студентам методические рекомендации, а также методические указания для преподавателей. По окончании курса проводится экзамен, включающий тестирование, собеседование и решение ситуационных задач.

Внеаудиторная контактная работа включает: лекции с использованием дистанционных информационных и телекоммуникационных технологий (видео-лекция) с размещением на образовательных платформах, в том числе в Системе дистанционного обучения на базе системы управления курсами Moodle (Электронная образовательная система Moodle, далее по тексту - ЭОС Moodle). Контроль освоения учебного материала осуществляется преподавателем в виде: тестов, кейс-задач, в том числе с использованием ЭОС Moodle.

Обучающиеся участвуют в научно-практических конференциях с последующим контролем (посещаемость, тестирование, интерактивный опрос) и зачетом трудоемкости дисциплины в часах или зачетных единицах.

Для реализации образовательных программ в рамках метода e-learning открыт доступ к учебно-методическим материалам в системе поддержки дистанционного обучения – ЭОС Moodle. Студенты имеют доступ к учебно-методическим материалам кафедр. Для выполнения контрольных заданий, подготовки к практическим и семинарским занятиям, поиска необходимой информации широко используются возможности глобальной сети Интернет.

Студенты обучаются с использованием электронных репозиторий: преподаватели демонстрируют студентам обучающие и демонстрационные видеофильмы, предоставляют ссылки на информационный материал в сети Интернет, демонстрируют результаты своих научных разработок, научных конференций.

## 7. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 7.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

#### *Основная литература*

1. Северин, Е.С. Биохимия: учебник / Е.С. Северин. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2019. - 768 с. - ISBN 978-5-9704-4881-6. - Текст: электронный. // Geotar: [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970448816.html> (дата обращения: 03.08.2023). - Режим доступа: по подписке

2. Северин, Е.С. Биохимия: учебник / Е.С. Северин. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2019. - 768 с. - ISBN 978-5-9704-4881-6. - Текст: электронный. // Geotar: [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970448816.html> (дата обращения: 05.05.2022). - Режим доступа: по подписке

#### *Дополнительная литература*

1. Биологическая химия: учебник / Е. С. Северин, Т. Л. Алейникова, Е. В. Осипов, С. А. Силаева. - Москва: МИА, 2008. - 368 - 5-89481-458-8. - Текст: непосредственный.

2. Северин, С.Е. Биологическая химия с упражнениями и задачами: учебник / С.Е. Северин. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 624 с. - ISBN 978-5-9704-3971-5. - Текст: электронный. // Geotar: [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970439715.html> (дата обращения: 03.08.2023). - Режим доступа: по подписке

3. Северин, С.Е. Биологическая химия с упражнениями и задачами: учебник / С.Е. Северин. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 624 с. - ISBN 978-5-9704-3971-5. - Текст: электронный. // Geotar: [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970439715.html> (дата обращения: 05.05.2022). - Режим доступа: по подписке

4. Бышевский, А. Ш. Биохимия для врача: учебник / А. Ш. Бышевский, О. А. Терсенов. - Екатеринбург: Уральский рабочий, 1994. - 384с. - 5-83383-048-1. - Текст: непосредственный.

## **7.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся**

### *Профессиональные базы данных*

1. <https://www.rosmedlib.ru/> - ЭБС "Консультант врача"
2. <https://www.studentlibrary.ru/> - ЭБС "КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА"

### *Ресурсы «Интернет»*

1. <https://www.elibrary.ru/> - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU

## **7.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Для реализации образовательных программ открыт доступ к учебно-методическим материалам в системе поддержки дистанционного обучения – ЭОС Moodle. Студенты имеют доступ к учебно-методическим материалам кафедр. Для выполнения контрольных заданий, подготовки к практическим и семинарским занятиям, поиска необходимой информации широко используются возможности глобальной сети Интернет.

Студенты обучаются с использованием электронных репозиторий: преподаватели демонстрируют студентам обучающие и демонстрационные видеофильмы, предоставляют ссылки на информационный материал в сети Интернет, демонстрируют результаты своих научных разработок, научных конференций.

### *Перечень программного обеспечения*

*(обновление производится по мере появления новых версий программы)*

1. Электронная информационно-образовательная среда (построена на основе системы управления обучением Moodle);
2. Антиплагиат;
3. Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security для бизнеса;
4. Программный продукт «1С: Университет ПРОФ»;
5. MS Office Professional Plus, Версия 2010,;
6. MS Office Standard, Версия 2013;
7. MS Windows Professional, Версия XP;
8. MS Windows Professional, Версия 7;
9. MS Windows Professional, Версия 8;
10. MS Windows Professional, Версия 10;
11. Программный продукт «1С: Управление учебным центром»;
12. MS Office Professional Plus, Версия 2013,;
13. MS Windows Remote Desktop Services - Device CAL, Версия 2012;
14. MS Windows Server - Device CAL, Версия 2012;

15. MS Windows Server Standard, Версия 2012;
16. MS Exchange Server Standard, Версия 2013;
17. MS Exchange Server Standard CAL - Device CAL, Версия 2013;
18. Kaspersky Security для виртуальных сред, Server Russian Edition;
19. MS Windows Server Standard - Device CAL, Версия 2013 R2;
20. MS SQL Server Standard Core, Версия 2016;
21. System Center Configuration Manager Client ML, Версия 16.06;
22. Программа для ЭВМ Statistica Ultimate Academic 13 сетевая на 5 пользователей ;
23. СЭД Docsvision 5.5;

*Перечень информационно-справочных систем  
(обновление выполняется еженедельно)*

1. Система «КонсультантПлюс»;

#### **7.4. Специальные помещения, лаборатории и лабораторное оборудование**

Университет располагает на праве собственности и ином законном основании материально-технической базой для обеспечения образовательной деятельности (помещения и оборудование) для реализации ОПОП ВО специалитета/направления подготовки по Блоку 1 «Дисциплины (модули)», Блоку 2 «Практики» (в части учебных практик) и Блоку 3 «Государственная итоговая аттестация» в соответствии с учебным планом.

Материально-техническая база соответствует действующим противопожарным правилам и нормам, обеспечивает проведение всех видов учебных занятий, практической и научно-исследовательской работ обучающихся, предусмотренных рабочим учебным планом.

Учебные аудитории

Учебная аудитория №2 (УчК№3-2-1)

- Доска аудиторная - 1 шт.
- стол лабораторный - 20 шт.
- Стол преподавателя - 2 шт.
- стул лабораторный - 26 шт.
- шкаф вытяжной - 8 шт.

Учебная аудитория №1 (УчК№3-2-20)

- Доска аудиторная - 1 шт.
- Ноутбук - 0 шт.
- стол лабораторный - 15 шт.
- Стол преподавателя - 1 шт.
- Стул ученический - 27 шт.
- шкаф вытяжной - 7 шт.