

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ**

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уральский государственный университет им. А.М. Горького»

ИОНЦ « Физика в биологии и медицине »

физический факультет

общая и молекулярная физика кафедра

**МЕДИЦИНСКАЯ БИОХИМИЯ**

---

Программа дисциплины

Подпись руководителя ИОНЦ  
Дата

Бабушкин А.Н.

Екатеринбург  
2007

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ИОНЦ « \_\_\_\_\_ »

\_\_\_\_\_ Бабушкин А.Н.  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(дата)

Программа дисциплины « Медицинская биохимия » составлена в соответствии с требованиями федерального/национально-регионального (вузовского) компонента к обязательному минимуму содержания и уровню подготовки:

Дипломированного специалиста по специальности Медицинская физика, 014000 (название, шифр),

бакалавра, магистра по направлению \_\_\_\_\_  
(название, шифр)

по циклу « СД/ДС\*/ФТФ/ДНМ/СДМ/НИРМ » государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования.

Семестр 9

Общая трудоемкость дисциплины 70, в том числе:

Лекций 32

Семинаров 4

Практических работ \_\_\_\_\_

Контрольные мероприятия:

Рефераты \_\_\_\_\_

Коллоквиумы 4

Контрольные работы \_\_\_\_\_

Другие \_\_\_\_\_

Автор (составитель, разработчик)

Борзенкова Раиса Антоновна, к.б.н., ст.н.с, доцент  
кафедры физиологии и биохимии растений УрГУ  
(ФИО, ученая степень, ученое звание, кафедра, вуз)

Рекомендовано к печати протоколом заседания

Экспертно-конкурсной комиссии ИОНЦ « Физика в биологии и медицине »

от 24.10.07 № 8.  
(дата)

Согласовано:

Зав.кафедрой общей и молекулярной физики  
(название кафедры, реализующей данную дисциплину)

\_\_\_\_\_/ Борисов С.Ф. /  
(подпись) Ф.И.О.

« 30 » октября 2007 г.  
(дата)

© Уральский государственный университет

© Борзенкова Р.А., 2007

# **I. Введение**

## **1. Цель дисциплины**

Биохимия - это наука о молекулярных основах жизни, изучающая общие закономерности строения, содержания и преобразования химических соединений в процессе жизнедеятельности организмов.

Цель “Медицинской биохимии”, являющейся самостоятельным разделом общей биохимии, - изучение особенностей состава, превращения веществ и энергии в организме здорового человека и при патологии.

## **2. Задачи дисциплины**

а) Обучить основам современной биохимии. Дать общие представления о структуре, свойствах и функции биомолекул, обмене веществ и энергии в клетках живых организмов. Рассмотреть основные метаболические пути и циклы, общие закономерности трансформации энергии, механизмы передачи генетической информации и способы их регуляции.

б) Показать особенности разных типов обмена и их взаимосвязь в организме человека; рассмотреть биохимические механизмы основных функций (мышечное сокращение, иммунитет, пищеварение, свертывание крови и др.) в норме и при патологиях.

в) Сформировать научное мировоззрение на базе изучения организации и управления живыми системами на молекулярном уровне. Сформировать у студентов представление о том, что многие процессы обмена веществ и жизнедеятельности организма имеют физико-химическую и молекулярно-физическую основу. Показать необходимость использования физико-химических и физических подходов для понимания биохимических процессов. Рассмотреть теоретические основы традиционных и новых перспективных физических и физико-химических методов для изучения структуры, свойств и функций биомолекул и для диагностики патологий.

г) Показать значение биохимии для успешного развития биомедицинских наук и решения биомедицинских задач.

### **3. Место дисциплины в системе высшего и профессионального образования**

Освоение материала «Медицинской биохимии» базируется на знаниях, полученных студентами при изучении дисциплин “Общая биология”, “Анатомия и физиология человека”, “Биофизика неионизирующих излучений”, разные разделы общей и органической химии, дисциплины общей и теоретической физики.

### **4. Требования к уровню освоения содержания курса**

Студенты должны усвоить основные принципы биохимии, классические представления о центральных метаболических путях и циклах. Четко представлять взаимосвязь и регуляцию биохимических превращений биомолекул в организме человека; к каким патологиям приводит нарушение структуры и свойств основных биополимеров и обмена веществ. Понимать значение физических и физико-химических подходов для расшифровки механизмов биохимических процессов; какие физико-химические свойства биомолекул лежат в основе тех или иных методов, применяемых для изучения их структуры и функций.

## **II. Содержание курса**

### **1. Разделы курса, темы их краткое содержание**

#### **Введение**

**Лекция 1. Биохимия: предмет, цели и задачи. Биохимические особенности живых организмов.**

Краткая история развития. Основные разделы биохимии. Цели и задачи медицинской биохимии. Значение биохимии в биологии, медицине, экологии, промышленности, биотехнологии и других сферах научной и производственной деятельности. Биохимические особенности живых

организмов: химический состав биомолекул, обмен веществ и энергии, саморегуляция, самовоспроизведение (передача наследственной информации), образование надмолекулярных комплексов.

## **Раздел 1. Белки: структура, свойства, функции.**

### **Лекция 2. Аминокислоты.**

Общие структурные особенности протеиногенных аминокислот. Классификация: по химическому строению радикалов; растворимости радикалов в воде; числу amino- и карбоксильных групп. Кислотно-основные и электрохимические свойства аминокислот. Изоэлектрическая точка (ИЭТ) аминокислоты. Стереизомеры. Оптические свойства. Модифицированные аминокислоты. Специфические реакции на аминокислоты. Заменяемые и незаменимые аминокислоты. Биомедицинские аспекты.

### **Лекция 3. Полипептидная теория строения белков.**

Образование и характеристика полипептидной связи. Олиго- и полипептиды. Биомедицинское значение пептидов. Белки, уровни структурной организации: первичная, вторичная ( $\alpha$ -спираль,  $\beta$ -структура, супервторичная), третичная и четвертичная структуры. Природа и типы связей, участвующих в формировании конформации белковой молекулы. Доменная структура белков. Денатурация, денатурирующие агенты.

### **Лекция 4. Свойства, функции, классификация белков.**

Физико-химические свойства белков: суммарный заряд, изоэлектрическая точка, гидрофильность, коллоидные свойства и др. Методы выделения, очистки и этапы определения первичной структуры белков. Подходы и физико-химические методы исследования пространственной организации белков. Классификация белков: по растворимости, соотношению разных типов вторичных структур, функциям, биологическому значению (полноценные и неполноценные). Характеристика отдельных белков крови (альбумины,

глобулины, гемоглобин), мышц (миозин, актин). Биохимические основы мышечного сокращения, иммунитета, свертывания крови. Биомедицинские аспекты изменения белкового состава. Протеинопатии.

## **Раздел 2. Ферменты.**

### **Лекция 5. Общие принципы строения и механизма действия ферментов.**

Отличие ферментов от неорганических катализаторов. Структура ферментов: кофактор, апофермент, активный центр, аллостерический центр. Современные представления о молекулярном механизме ферментативного катализа. Этапы катализа. Кинетика ферментативных реакций: зависимость от температуры, pH среды, количества фермента и субстрата. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Кинетические характеристики эффективности ферментов: константа Михаэлиса, максимальная скорость реакции. Активаторы и ингибиторы ферментов. Обратимое и необратимое ингибирование. Биомедицинские аспекты.

### **Лекция 6. Номенклатура и классификация ферментов.**

Принципы классификации. Классы ферментов и их характеристика. Коферменты: НАД, ФМН, ФАД, КоА. Витамины как коферменты. Характеристика отдельных ферментов: пиридиновые и флавиновые дегидрогеназы, цитохромы, оксидазы, оксигеназы, аминотрансферазы, карбоксилазы и декарбоксилазы и др. Биомедицинское значение ферментов. Энзимопатии, энзимодиагностика.

### **Лекция 7. Ферменты и метаболизм.**

Организация биохимических реакций в метаболические пути. Структура метаболических путей. Пространственная локализация, органоспецифичность, компартментация ферментов. Принципы ферментативной регуляции метаболических путей: аллостерическая

регуляция, белок-белковые взаимодействия, фосфорилирование–дефосфорилирование, частичный протеолиз и др. Изоферменты. Методы выделения и очистки ферментов, исследования активности и механизма действия ферментов.

### **Раздел 3. Нуклеиновые кислоты.**

#### **Лекция 8. Строение и свойства нуклеиновых кислот. ДНК.**

Общая характеристика нуклеиновых кислот. Структура нуклеотидов, пуриновые и пиримидиновые азотистые основания. Связь нуклеотидов в полинуклеотидной цепи. Первичная структура ДНК. Правила Чаргаффа, фактор специфичности. Вторичная структура ДНК - двойная спираль, ее характеристика. Биосинтез ДНК- репликация. Принципы репликации. Суперспирализация ДНК в хромосомах. Физико-химические свойства ДНК. Нарушения структуры ДНК, репарационные системы. Наследственные болезни. ДНК- диагностика заболеваний. Использование ДНК - технологий для получения лекарственных препаратов.

#### **Лекция 9. Строение и функции РНК.**

Типы РНК и их функции. Биосинтез РНК- транскрипция, пути регуляции. Строение т-РНК. Рибосомные РНК, строение рибосом. Матричный синтез белков – трансляция. Посттрансляционная модификация полипептидной цепи. Биомедицинские аспекты: противоопухолевые и антибактериальные препараты как ингибиторы репликации, транскрипции и трансляции.

### **Раздел 4. Биоэнергетика. Метаболизм углеводов, липидов, белков.**

#### **Лекция 10. Основные принципы биоэнергетики клетки. Биологическое окисление.**

Свободная энергия и законы термодинамики. Стандартная свободная энергия. Эндергонические и экзергонические реакции, их сопряжение в

биологических системах. Высокоэнергетические фосфаты, их роль. Система АТФ-АДФ. Окислительно-восстановительный потенциал системы. Стандартный окислительно-восстановительный потенциал редокс-пар. Дыхательная цепь (редокс-цепь). Компоненты дыхательной цепи митохондрий. Окислительное фосфорилирование. Механизм сопряжения окисления и фосфорилирования. Ингибиторы дыхательной цепи и фосфорилирования (антибиотики, яды).

### **Лекция 11. Углеводы, строение и функции.**

Классификация углеводов: моно-, олиго- и полисахариды. Понятия: альдозы, кетозы, пиранозы, фуранозы, мутаротация. Стереизомеры: эпимеры, аномеры. Физико-химические свойства углеводов. Производные моносахаридов: гликозиды, сахароспирты, сахарные кислоты, фосфорные эфиры, аминсахара, их биомедицинское значение. Биологически значимые олиго- и полисахариды. Образование гликозидной связи. Сложные сахара: гликопротеины, глюкозамингликаны, нейраминная кислота и др., их функции.

### **Лекция 12. Обмен углеводов.**

Переваривание и всасывание углеводов в кишечнике. Транспорт глюкозы в клетки. Основные пути метаболизма глюкозы в клетках. Катаболизм: анаэробный гликолиз (брожение), аэробный распад до конечных продуктов. Цитратный цикл. Пентозофосфатный путь превращения глюкозы. Энергетическая эффективность разных путей катаболизма глюкозы. Глюконеогенез. Биосинтез и распад гликогена. Регуляция содержания глюкозы в крови. Заболевания, связанные с нарушениями углеводного обмена.

### **Лекция 13. Липиды, строение и функции.**

Классификация липидов: простые и сложные липиды. Строение и свойства жирных кислот и триацилглицеролов. Фосфолипиды, гликолипиды. Стероиды. Липопротеины. Биомедицинское значение липидов.

### **Лекция 14. Обмен липидов.**

Переваривание и всасывание липидов в пищеварительном тракте. Транспорт жиров хиломикронами. Синтез жирных кислот и простых жиров. Мобилизация жиров из тканей, их распад. Окисление жирных кислот. Энергетический выход и значение  $\beta$ - окисления жирных кислот. Регуляция жирового обмена. Заболевания, связанные с нарушениями обмена липидов.

### **Лекция 15. Обмен аминокислот и белков.**

Переваривание белков. Протеазы. Катаболизм аминокислот в клетках: трансаминирование, дезаминирование, декарбоксилирование. Связывание аммиака. Биосинтез мочевины, орнитинового цикла. Образование амидов. Пути биосинтеза отдельных аминокислот. Образование биогенных аминов, их биомедицинское значение. Диагностическое значение определения аминотрансфераз. Взаимосвязь обмена аминокислот с метаболизмом углеводов и липидов.

### **Лекция 16. Гормоны и обмен веществ.**

Общее понятие о гормонах. Номенклатура и классификация гормонов по химическому строению и биологическим функциям. Механизм действия стероидных и пептидных гормонов, их структура и функции. Характеристика и роль в обмене веществ отдельных гормонов.

## **2. Темы семинарских занятий и коллоквиумов.**

### **Перечень тем для семинаров.**

1. Принцип матричного синтеза биомолекул - ДНК, РНК и белков
2. Основные принципы организации обмена веществ. Общие закономерности трансформации энергии в клетках.
3. Ключевые метаболические пути и циклы биохимических реакций, их роль и регуляция.
4. Физико-химические и физические методы в исследовании структуры и свойств биомолекул. Их использование в медицинской

диагностике

**Перечень тем для коллоквиумов.**

1. Белки, структура, свойства, функции.
2. Нуклеиновые кислоты: строение, свойства, функции.
3. Ферменты. Особенности ферментативного катализа. Пути регуляции активности ферментов. Ферменты в медицине.
4. Обмен аминокислот и белков в организме человека.
5. Обмен углеводов и жиров в организме человека. Их взаимосвязь.

**3. Перечень примерных контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы.**

1. Дайте краткую характеристику физико-химическим методам изучения пространственной структуры белков.
2. Опишите стадии и методы разделения и очистки белков. На каких свойствах белков они основаны?
3. Раскройте особенности первичной структуры гомологичных белков. Приведите примеры.
4. Каковы особенности строения белков актина и миозина в связи с их участием в мышечном сокращении?
5. Покажите на конкретных примерах биомедицинское значение ферментов и их использование в диагностике заболеваний (энзимодиагностика).
6. Каков биологический смысл образования олигомерных белков. Дайте их характеристику на примере гемоглобина.
7. Какие возможны нарушения структуры ДНК и пути их восстановления (репарации).
8. Приведите примеры использования ДНК – технологий в медицине. Раскройте их биохимическую основу.
9. Приведите примеры наследственных заболеваний, связанных с нарушениями белкового, углеводного и жирового обменов. Их биохимические механизмы.

10. Покажите роль гормонов и витаминов в регуляции обмена веществ.

#### **4. Примерная тематика рефератов, курсовых работ.**

Не предусмотрено.

#### **5. Примерный перечень вопросов к зачету.**

1. Аминокислоты, их строение и свойства. Классификация.
2. Полипептидная теория химического строения белков. Физико-химические свойства белков и методы их разделения.
3. Первичная структура и уровни пространственной организации белковой молекулы. Типы внутримолекулярных связей.
4. Особенности ферментативного катализа. Механизм действия ферментов.
5. Кинетика ферментативных реакций. Кинетические характеристики эффективности действия ферментов. Константа Михаэлиса.
6. Классификация ферментов. Характеристика отдельных классов.
7. Активаторы и ингибиторы ферментов. Обратимое и необратимое ингибирование. Биомедицинские аспекты.
8. Регуляция активности ферментов. Аллостерическая регуляция и регуляция по типу обратной связи.
9. Строение и физико-химические свойства ДНК, методы исследования ДНК.
10. Репликация ДНК. Биологическое значение. ДНК – технологии в медицине.
11. Транскрипция. Ферменты транскрипции. Механизмы регуляции. Биологическое значение.
12. Трансляция. Пути регуляции.
13. Принцип матричного синтеза биомолекул (ДНК, РНК, белки).
14. Гликоген: реакции биосинтеза и распада. Роль в регуляции содержания глюкозы в крови.

15. Реакции анаэробного гликолиза. Обратимые и необратимые реакции. Энергетическая эффективность. Биологическая роль.
16. Цитратный цикл (цикл Кребса). Локализация, основные реакции. Энергетический баланс, биологическая роль.
17. Пентозофосфатный путь превращения глюкозы. Биологическая роль.
18. Глюконеогенез.
19. Структура дыхательной цепи, окислительное фосфорилирование. Механизмы сопряжения окисления и фосфорилирования.
20. Нейтральные жиры (триацилглицеролы), строение, свойства, биологическая роль. Ферментативный гидролиз.
21. Реакции синтеза жирных кислот и нейтральных жиров.
22.  $\beta$  - окисление жирных кислот. Локализация, энергетический выход, биологическая роль.
23. Общие реакции синтеза и распада аминокислот: окислительное дезаминирование, трансаминирование, декарбоксилирование.
24. Пути обезвреживания аммиака. Биосинтез мочевины, орнитинный цикл.
25. Взаимосвязь между обменом белков, углеводов и липидов. Амфиболические пути клетки.
26. Основные механизмы регуляции обмена веществ в организме.
27. Химическая природа и классификация гормонов. Механизмы действия. Физиологическая роль важнейших гормонов.

### **III. Распределение часов курса по темам и видам работ**

№ п/п	Наименование разделов и тем	ВСЕГО (часов)	Аудиторные занятия (час)		Самостоятель- ная работа
			в том числе		
			Лекции	Практические (семинары, лабораторные работы)	
1	Биохимия: предмет, цели и задачи	2	1		1
2	<b>Белки, структура, свойства и функции:</b> Аминокислоты	4	2		2
3	Полипептидная теория строения белков	4	2		2
4	Свойства, функции и классификация белков	5	3		2
5	<b>Ферменты:</b> Общие принципы строения и механизма действия ферментов	5	2		3
6	Номенклатура и классификация ферментов	3	1		2
7	Ферменты и метаболизм	8	3	2	3
8	<b>Нуклеиновые кислоты:</b> Строение и свойства нуклеиновых кислот. ДНК	5	2		3
9	Строение и функции РНК	2	2		
	<b>Биоэнергетика и</b>				

10	<b>метаболизм углеводов и липидов:</b> Основные принципы биоэнергетики клетки. Биологическое окисление	7	2	2	3
11	Углеводы, строение и функции	4	2		2
12	Обмен углеводов	4	2		2
13	Липиды, строение и функции	4	2		2
14	Обмен липидов	4	1		3
15	Обмен аминокислот и белков	5	3		2
16	Гормоны и обмен веществ	4	2		2
	<b>ИТОГО:</b>	70	32	4	34

#### **IV. Форма итогового контроля**

Зачет

#### **V. Учебно-методическое обеспечение курса**

##### **Рекомендуемая литература (основная)**

1. Жеребцов Н.А., Попова Т.Н., Артюхов В.Г. Биохимия. Изд-во Воронежского ун-та, 2002.
2. Филлипович Ю.Б. Основы биохимии М.: Высшая школа, 1998.
3. Филлипович Ю.Б., Коничев А.А., Севастьянова Г.А., Кутузова Н.Н. Биохимические основы жизнедеятельности человека. М.: Владос, 2005.
4. Березов Т.Т., Коровкин Б.Ф. Биологическая химия. М.: Медицина, 1998.
5. Биохимия. Учебник для вузов. Под ред. Е.С. Северина. М.: ГЕОТАР-МЕДИА, 2005.

##### **Рекомендуемая литература (дополнительная)**

1. Николаев Н.Я. Биологическая химия. М.: Высшая школа, 2004. (Учебник для медвузов).
2. Мари Р., Греннер Д., Мейес П, Родуэлл В. Биохимия человека. М.: Мир, 2004.

3. Биохимия. Краткий курс с упражнениями и заданиями. (Под редакцией Е.С. Северина, А.Я. Николаева). М.: ГЕОТАР-МЕДИА, 2005.

## **VI. Ресурсное обеспечение**

Мультимедиа- проектор.