

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РА
ГООУ ВПО РОССИЙСКО-АРМЯНСКИЙ (СЛАВЯНСКИЙ)
УНИВЕРСИТЕТ**

**Институт Биомедицины и фармации
Кафедра медицинской биохимии и биотехнологии**

**ВОПРОСЫ КАНДИДАТСКОГО МИНИМУМА ПО
СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

1.5.4. (9.00.04)- «Биохимия»

Утверждено Кафедрой медицинской биохимии и биотехнологии

Протокол № 4 от 04.02.2026

Зав. кафедрой медицинской биохимии
и биотехнологии



Оганесян А.А.

Ереван-2026

Программа для кандидатского экзамена по биологической химии составлена на основании государственной программы по биологической химии. Курс биохимии традиционно составляется из нескольких разделов:

а) статической биохимии, изучающей химический состав организма и строение основных классов органических соединений, входящих в состав живых объектов;

б) динамической биохимии, изучающий превращения основных химических структурных компонентов тканей, раздел регуляции процессов жизнедеятельности;

в) функциональной биохимии, изучающий особенности метаболизма в отдельных органах и тканях и его взаимосвязь с их функциональной активностью.

Цель и задачи биологической химии:

Основной целью курса является изучение:

- основ молекулярной организации клетки, принципов метаболизма основных классов органических соединений и их связь с функциональной активностью организма с учетом онтогенеза;
- молекулярных механизмов развития патологических процессов, в том числе и вызываемых влиянием факторов внешней среды;
- биохимических методов исследования состояния здоровья человека.

Задачами изучения курса биохимии являются:

- 1) формирование знаний об основных принципах молекулярной организации клетки, ткани, организма;
- 2) усвоение основных закономерностей метаболических процессов, регуляции метаболизма и его взаимосвязи с функциональной активностью живой системы;
- 3) формирование знаний о методах биохимических исследований;
- 4) понимание патогенетических механизмов развития патологических процессов.

Специалист должен знать:

а) Молекулярные основы процессов жизнедеятельности: метаболизм белков, липидов, углеводов, минеральных веществ, влияние незаменимых факторов питания на состояние здоровья человека;

б) Основы регуляции процессов жизнедеятельности: молекулярные механизмы действия гормонов, медиаторов и других молекул - регуляторов на уровне химических реакций, катализируемых ферментами, на уровне субклеточных частиц, клеток, органов и целого организма;

в) Молекулярные механизмы обезвреживания ксенобиотиков, действия физических факторов и защиты организма от их действия.

Специалист должен уметь:

- квалифицированно назначать биохимические экспертные санитарно-гигиенические исследования и интерпретировать их результаты
- пользоваться биохимическими экспресс - методами диагностики заболеваний.

Специалист должен иметь навыки:

- биохимического исследования биологического материала (моча, слюна, кровь, желчь, панкреатический сок), пищевых продуктов
- применения лабораторных технологий

ВВЕДЕНИЕ

Клетка как самовоспроизводящийся химический реактор. Потоки вещества, энергии и информации в клетке. Единство химического состава и типов превращений веществ в живых системах. Химический состав клеток. Способы существования организмов: аутотрофия, гетеротрофия. Определение понятий об обмене веществ, энергии и информации: метаболизм, катаболизм, анаболизм, рецепторные системы, хранение и передача генетической информации. Координация метаболизма в клетках, колониях микроорганизмов, тканях и органах. Специализация метаболизма. Биохимическая эволюция.

ХИМИЧЕСКАЯ ПРИРОДА И СВОЙСТВА КОМПОНЕНТОВ КЛЕТОК (СТАТИЧЕСКАЯ БИОХИМИЯ)

Структура и свойства биополимеров.

Белки. Методы разделения и очистки белков. Первичная структура белка и методы ее установления. Природа пептидной связи. Упорядоченные (α -спираль, β -слои) и неупорядоченные структуры полипептидных цепей. Уровни структурной организации белков (первичная, вторичная, третичная, четвертичная и надмолекулярные структуры). Природа межмолекулярных взаимодействий, обеспечивающих структуру белков (ионные взаимодействия, водородные связи, гидрофобные взаимодействия, дисульфидные связи).

Особенности строения мембрано-связанных белков. Структурные белки (коллаген, кератины). Посттрансляционная модификация белков. Конформационная стабильность и подвижность белка. Денатурация белка и проблема ее обратимости. Связь между первичной и высшими степенями структурной организации белков. "Консервированные" и гомологичные последовательности аминокислот в белках. Взаимодействие белков и низкомолекулярных лигандов (миоглобин, гемоглобин). Сравнительная биохимия и эволюция белков. Полисахариды. Химическое строение крахмала, гликогена, целлюлозы, хитина. Гомо- и гетерополисахариды. Протеогликаны. Гликолипиды. Первичная, вторичная и более высокие уровни организации полисахаридов, гликопротеинов, сульфополисахаридов.

Нуклеиновые кислоты. De novo и de jure (salvage) пути азотистых оснований. Распад пуринов и пиримидинов.

Биологические мембраны. Липосомы как модель биологических мембран. Физико-химические свойства двойной фосфолипидной мембраны (проницаемость, подвижность молекул фосфолипидов). Химическая гетерогенность фосфолипидов мембраны. Холестерин. Специфичность фосфолипидного состава биологических мембран. Динамическая модель биологических мембран Сингера-Никольсона. Периферические и интегральные белки мембран. Двумерная диффузия белков в мембранах. Ассиметрия биологических мембран. Топография белков и липидных компонентов мембран. Каналы, поры, переносчики, рецепторы и избирательная проницаемость биологических мембран.

ФЕРМЕНТАТИВНЫЙ КАТАЛИЗ

Общие представления о катализе. Физический смысл константы скорости химической реакции (энергетическая диаграмма реакции, переходное состояние, энергия активации). Классификация каталитических механизмов (общий и специфический кислотно-основной катализ, ковалентный катализ, промежуточные соединения). Белки - биологические катализаторы. Стационарное приближение при рассмотрении ферментативных реакций. Уравнение Михаэлиса-Бриггса-Холдейна. Графические методы анализа ферментативных реакций. Физический смысл константы Михаэлиса. Максимальные скорости ферментативных реакций. Активность и числа оборотов ферментов. Специфичность ферментативного катализа. Ингибиторы и активаторы ферментов. Обратимость ферментативного катализа. Кофакторы. Регулируемость ферментативного катализа. Изо- и аллостерическое связывание лигандов-регуляторов с белком-ферментом. Кооперативные эффекты в ферментативном катализе. Изоферменты. Международная классификация ферментов. Катализ и проницаемость мембран. Химические механизмы ферментативного катализа (сериновые протеазы, пиридоксальный катализ, карбоангидраза и др.). Специфическая локализация ферментов в клетке.

ОСНОВЫ БИОЭНЕРГЕТИКИ

Изменение свободной энергии и равновесие обратимых реакций. Сопряженные реакции. Ферменты-лигазы в качестве устройств, обеспечивающих сопряжение. Соединения с высоким потенциалом переноса групп. Концепция фосфорильного потенциала. АТФ - универсальный источник энергии в биологических системах. Другие "богатые энергией" соединения (пирофосфат, креатинфосфат, фосфоенолпируват, ацилтиоэфир, ацилфосфаты). Регулирование фосфорильного потенциала. Креатинкиназная и аденилаткиназная реакции. Нуклеозид моно-, ди- и трифосфаткиназные реакции. Энергетическая эффективность сопряженных реакций. Тепловые эффекты биохимических превращений и терморегуляция. Активный транспорт веществ через биологические мембраны. Транспортные АТРазы.

МЕТАБОЛИЗМ (ДИНАМИЧЕСКАЯ БИОХИМИЯ)

Аутотрофия, гетеротрофия. Фотосинтез. Полисахариды и нейтральные жиры как запасные вещества клетки. Аэробный и анаэробный обмен веществ. Конечные продукты метаболизма. Биохимия пищеварения. Специфичность пищеварительных протеаз, липаз и гликогидролаз. Энергетическая и пластическая функции обмена веществ.

1. Обмен углеводов Фосфоролиз гликогена. Гидролиз крахмала. Гексокиназная и глюкокиназная реакции. Гликолиз и гликогенолиз. Прямое окисление глюкозы. Включение гексоз и пентоз в гликолитический распад. Молочнокислотное и спиртовое брожение. Стехиометрические уравнения гликолиза и гликогенолиза. Образование АТФ, сопряженное с распадом глюкозо-6-фосфата до молочной кислоты. Гликолитическая оксидоредукция. Характеристика отдельных ферментов гликолиза. Регулирование гликолиза. Регуляторные механизмы фосфоролиза гликогена и фосфофруктокиназной реакции. Обратимость гликолиза и глюконеогенез. Цикл Кори. Синтез гликогена. Стехиометрические уравнения синтеза глюкозы и гликогена из молочной кислоты. Содержание глюкозы, лактата и пирувата в крови как физиологический показатель.

2. Обмен липидов. Жирорастворимые витамины. Транспорт липофильных веществ: желудочно-кишечный тракт — кровь — клетки. Липазы и фосфолипазы. Включение глицерина в гликолитические реакции. Активация жирных кислот. Роль карнитина в транспорте жирных кислот в митохондриях. Окислительный распад жирных кислот (β -окисление). Конечные продукты распада "четных" и "нечетных" жирных кислот. Образование ацетоацетата. Содержание "кетонных" тел (ацетоацетат, ацетон, β -оксибутират) как физиологический показатель. Источники ацетил-СoА для

синтеза жирных кислот. Система синтеза жирных кислот. CoA и ацилпереносящие белки. Синтез фосфолипидов. Синтез нейтрального жира. Стехиометрические уравнения распада жирных кислот до ацетил-CoA. Стехиометрические уравнения синтеза жирных кислот из ацетил-CoA.

3. Обмен аминокислот и других азотистых соединений. Внеклеточный (пищеварительный) протеолиз. Заменяемые и незаменимые аминокислоты. Переаминирование. Декарбоксилирование аминокислот. Окислительное дезаминирование аминокислот. α -Кетокислоты - продукты распада аминокислот. Детоксикация аммиака. Аммиотелия, уреотелия и урикотелия. Синтез мочевины в качестве конечного продукта обмена азотистых соединений. Стехиометрические уравнения образования мочевины. Конечные продукты и схемы распада пуриновых и пиримидиновых оснований. Глутамин как транспортная форма аммиака. Креатин и креатинин. Внутриклеточный протеолиз. Общие представления о синтезе заменимых аминокислот. Активация аминокислот и синтез аминоксил-t-РНК. Общие представления о синтезе белка рибосомами. Водорастворимые витамины.

4. Распад ди-, трикарбоновых кислот Окислительное декарбоксилирование пирувата. Ацетил-CoA универсальный интермедиат распада жиров, углеводов и белков. Пути образования щавелево-уксусной кислоты. Цикл ди-, трикарбоновых кислот (цикл Кребса). Стехиометрическое уравнение распада пирувата до CO₂. Энергетическая и пластическая функции цикла Кребса.

5. Терминальное окисление Коферменты - продукты окислительных реакций (NAD⁺ /NAD H; NADP⁺/NADP H; убихинон/убихинол). Оксидазы и механизмы активации кислорода. Электрон-трансферазные реакции и понятие о дыхательных цепях. Структура митохондрий и локализация компонентов дыхательной цепи млекопитающих. Перенос восстановительных эквивалентов через мембрану митохондрий. Трансгидрогеназная реакция. Компоненты дыхательной цепи. Дыхательная цепь - преобразователь энергии (теория электрохимического сопряжения П. Митчела). Обратимая H⁺-АТРаза- главное Устройство для синтеза АТФ в аэробных клетках. Стехиометрические уравнения окисления NAD H и убихинола кислородом. Эффективность сопряжения окислительного фосфорилирования. Механизмы термогенеза. Дыхательные цепи митохондрий. Цитохром P-450 и окислительная деструкция ксенобиотиков.

РЕГУЛИРОВАНИЕ И ИНТЕГРАЦИЯ МЕТАБОЛИЗМА

Ключевые пары метаболитов (NAD(P)⁺/NAD(P) H; АТФ/АДФ; Ацил-CoA/CoA; лактат/пируват; p-оксибутират/ацетоацетат) и факторы, влияющие на их концентрации. Дивергенция катаболических и анаболических цепей метаболизма. Типы регулирования активности ферментов и переносчиков. Стехиометрическое регулирование (алло- и изостерические ингибиторы и активаторы ферментов). Регулирование активности ферментов их ковалентной модификацией: фосфорилирование, ацилирование, ADP-рибозилирование. Протеинкиназы и протеинфосфатазы. Каскадный принцип регулирования ферментов. Гормоны в качестве первичных управляющих сигналов метаболизма. Рецепторы гормонов и G-белки. Механизмы и результаты действия инсулина, адреналина, глюкагона. Вторичные посредники передачи сигналов: циклические нуклеотиды, ионы Ca²⁺, фосфатидилинозитол. Внутриклеточный протеолиз. Тканевая специфичность метаболизма.

ВОПРОСЫ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА ПО БИОХИМИИ
ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ
К КАНДИДАТСКОМУ ЭКЗАМЕНУ ПО БИОХИМИИ

1. Теоретическая основа и прикладное значение биологической химии для специалистов различного профиля. Основные разделы и направления в биохимии: биоорганическая химия, статическая, динамическая и функциональная биохимия, молекулярная биология, клиническая биохимия и клинико-лабораторная диагностика.
2. Обмен веществ и энергии, иерархическая структурная организация и самовоспроизведение как важнейшие признаки живой материи. Катаболизм и анаболизм.
3. Уровни организации белковой молекулы. Взаимосвязь структуры и функции.
4. Классификация и свойства пептидогенных аминокислот.
5. Ферменты. Классификация и номенклатура ферментов. Свойства ферментов. Специфичность действия ферментов. Зависимость скорости ферментативных реакций от температуры, pH, концентрации фермента и субстрата.
6. Кинетика ферментативных реакций. Уравнение Михаэлиса - Ментен.
7. Виды ингибирования ферментов: конкурентное, неконкурентное, бесконкурентное, субстратное и аллостерическое. Пути регуляции активности ферментов: аллостерические ингибиторы и активаторы; каталитический и регуляторный центры; четвертичная структура аллостерических ферментов и кооперативные изменения конформации протомеров фермента; фосфорилирование-дефосфорилирование.
8. Углеводы: основные положения, закономерности. Stereo и оптические изомеры углеводов, циклические формы.
9. Моносахариды, олигосахариды. Химические свойства.
10. Полисахариды, гетерополисахариды.
11. Липиды: классификация. Жирные кислоты, жиры (ацилглицеролы/ацилглицериды)
12. Основные фосфолипиды и гликолипиды тканей человека: глицерофосфолипиды (фосфатидилхолины, фосфатидилэтаноламины, фосфатидилсерин), сфингофосфолипиды, глицерофосфолипиды, гликофинголипиды. Представление о биосинтезе и катаболизме этих соединений. Функции фосфолипидов и гликолипидов.
13. Простые липиды (неомыляемые), терпены, стероиды.
14. Липопротеины. Липиды как амфифилы: мицеллы и бислои.
15. Строение клеточных мембран. Современные представления о структуре и функции. Липиды мембран: представители, полифункциональность, роль в обеспечении физико-химических характеристик (текучесть, асимметричность, фиксация белкового материала).
16. Белки мембран. Понятие о периферических и интегральных белках. Белки-насосы, белки-каналы. Гликопротеины, рецепторная функция.
17. Витамины. Классификация, номенклатура витаминов. Понятие о гипо- и авитаминозах. Экзогенные и эндогенные причины гиповитаминозов. Гипервитаминозы, причины развития. Кофакторная функция водорастворимых витаминов.
18. Жирорастворимые витамины А (ретинол, витамин роста), D (антирахитический витамин, кальциферол), E (токоферол, витамин плодовитости и размножения), K (витамин свертывания).
19. Водорастворимые витамины В₁ (тиамин, анти-бери-бери), В₂ (рибофлавин), В₃ (пантотеновая кислота и коферменты ацетилирования), В₅ (ниацин, никотинамид, витамин РР), В₆ (пиридоксин, пиридоксаль, пиридоксамин), В₁₂ (кобаламины), С (аскорбиновая кислота), витамин Р, рутин.
20. Регуляция обмена веществ. Классификация гормонов. Основные механизмы регуляции гуморальной регуляции. Аденилатциклязный путь. Циклические нуклеотиды, ионы кальция,
21. Фосфатидилинозитольный цикл, роль посредников между гормонами и внутриклеточными процессами.
22. Гормоны гипоталамуса и гипофиза, влияние на обмен веществ и механизмы действия.
23. Гормоны щитовидной железы. Тироксин. Строение, биосинтез. Изменения обмена веществ при гипертиреозе и гипотиреозе. Гормон роста, строение и функции. Тропные гормоны гипофиза.

24. Гормоны коры и мозговой части надпочечников, влияние на обмен веществ и механизмы действия.
25. Половые гормоны: строение, влияние на обмен веществ и функции половых желез, матки и молочных желез.
26. Гормоны желудочно-кишечного тракта. Инсулин: строение, синтез, главная роль инсулина в процессе обмена углеводов, липидов, белков.
27. Простагландины и их роль в регуляции метаболизма и физиологических функций. Кининовая система и ее функции.
28. Основы биоэнергетики. Превращения энергии в живых системах. Понятие о биологическом окислении. Эндергонические и экзергонические реакции в живой клетке. Общая схема унификации энергетического материала в организме.
29. Строение митохондрий и структурная организация цепи переноса электронов и протонов. Избирательная проницаемость митохондриальной мембраны для субстратов, АДФ и АТФ.
30. Структурная организация цепи переноса электронов и протонов. Коферменты, цитохромы, железо-сера содержащие центры и белки (ферредоксины), убихиноны, цитохромы, цитохромные комплексы.
31. Макроэргические соединения. Формы аккумуляции энергии. Мембранный потенциал. Дегидрирование субстратов и окисление водорода (образование воды) как источник энергии для синтеза АТФ. Дегидрогеназы и первичные акцепторы водорода - НАД и флавопротеины; НАДН-дегидрогеназа. Терминальное окисление, убихинон, цитохромы, цитохромоксидаза.
32. Окислительное фосфорилирование, коэффициент P/O. Разность окислительно-восстановительных потенциалов кислорода как источник энергии окислительного фосфорилирования. Регуляция цепи переноса электронов (дыхательный контроль). Разобщение тканевого дыхания и окислительного фосфорилирования; терморегуляторная функция тканевого дыхания.
33. Окислительное декарбоксилирование пировиноградной кислоты: последовательность реакций, строение пируватдегидрогеназного комплекса.
34. Цикл лимонной кислоты: последовательность реакций и характеристика ферментов. Связь между общими путями катаболизма и цепью переноса электронов и протонов. Аллостерические механизмы регуляции цитратного цикла. Образование углекислого газа при тканевом дыхании.
35. Обмен и функции углеводов. Основные углеводы животных, их содержание в тканях, биологическая роль. Переваривание углеводов.
36. Глюкоза как важнейший метаболит углеводного обмена: общая схема источников и путей расходования глюкозы в организме. Фосфорилирование глюкозы, глюкокиназы.
37. Обмен гликогена. Распад гликогена (гликогенолиз). Глюкоза крови и регуляция уровня глюкозы. Наследственные нарушения обмена гликогена.
38. Катаболизм глюкозы. Аэробный распад — основной путь катаболизма глюкозы у человека и других аэробных организмов.
39. Последовательность реакций до образования пирувата (аэробный гликолиз) как специфический для глюкозы путь катаболизма. Распространение и физиологическое значение аэробного распада глюкозы. Использование глюкозы для синтеза жиров в печени и в жировой ткани.
40. Анаэробный распад глюкозы (анаэробный гликолиз). Гликолитическая оксидоредукция, пируват как акцептор водорода; субстратное фосфорилирование. Распределение и физиологическое значение анаэробного распада глюкозы.
41. Биосинтез глюкозы (глюконеогенез) из молочной кислоты. Аллостерические механизмы регуляции аэробного и анаэробного путей распада глюкозы и глюконеогенеза.
42. Представление о пентозофосфатном пути превращений глюкозы. Окислительные реакции (до стадии рибулозо-5-фосфата). Суммарные результаты пентозофосфатного пути. Образование НАДФ·Н и пентоз. Распространение и физиологическое значение.
43. Свойства и распространение гликогена как резервного полисахарида. Биосинтез гликогена. Мобилизация гликогена. Физиологическое значение резервирования и мобилизации гликогена.
44. Роль инсулина, глюкагона, адреналина, аденилатциклазной системы и протеинкиназ в углеводном обмене.

45. Обмен и функции липидов. Важнейшие липиды человека. Резервные липиды (жиры) и липиды мембран (сложные липиды).
46. Пищевые жиры и их переваривание. Всасывание продуктов переваривания. Нарушения переваривания и всасывания. Ресинтез триацилглицеринов в стенке кишечника. Образование хиломикронов и транспорт жиров.
47. Биосинтез жиров из углеводов в печени, упаковка в липопротеины очень низкой плотности и транспорт.
48. Состав и строение транспортных липопротеинов крови. Липопротеины крови как транспортная форма высших жирных кислот.
49. Использование жиров, включенных в транспортные липопротеины; липопротеинлипаза. Гиперлипидемия: алиментарная при диабете, неврозах, употреблении алкоголя. Врожденная гиперлипидемия.
50. Резервирование и мобилизация жиров в жировой ткани; регуляция мобилизации адреналином: каскадный механизм активации липазы. Транспорт жирных кислот альбумином крови. Физиологическая роль резервирования и мобилизации жиров в жировой ткани. Нарушение этих процессов при ожирении.
51. Обмен жирных кислот. β -Окисление как специфический для жирных кислот путь катаболизма; внутримитохондриальная локализация ферментов окисления жирных кислот. Физиологическое значение катаболизма жирных кислот.
52. Биосинтез жирных кислот. Пальмитиновая кислота как основной продукт действия синтазы жирных кислот. Представление о путях образования жирных кислот с более длинной углеродной цепью и ненасыщенных жирных кислот. Линолевая кислота - незаменимый пищевой фактор.
53. Биосинтез и использование ацетоуксусной кислоты, физиологическое значение этого процесса.
54. Обмен стероидов. Холестерин как предшественник ряда других стероидов. Представление о биосинтезе холестерина. Восстановление оксиметилглутарил-КоА в мевалоновую кислоту. Регуляция синтеза оксиметилглутарил-КоА-редуктазы холестерином.
55. Включение холестерина в печени в липопротеины очень низкой плотности и транспорт кровью; превращения липопротеинов очень низкой плотности в липопротеины низкой плотности; липопротеины высокой плотности.
56. Превращение холестерина в желчные кислоты. Выведение желчных кислот и холестерина из организма. Гиперхолестеринемия и ее причины. Гиперхолестеринемия как фактор риска, другие факторы риска атеросклероза.
57. Обмен и функции аминокислот. Общая схема источников и путей расходования аминокислот в тканях. Динамическое состояние белков в организме. Катапепсины.
58. Пищевые белки как источник аминокислот. Переваривание белков. Протеиназы - пепсин, трипсин, химотрипсин; проферменты протеиназ и механизмы их превращения в ферменты; субстратная специфичность протеиназ (избирательность гидролиза пептидных связей).
59. Экзопептидазы: карбоксипептидазы, аминопептидазы, дипептидазы. Всасывание аминокислот. Биохимические механизмы регуляции пищеварения: гормоны желудочно-кишечного тракта.
60. Бактериальное расщепление аминокислот в кишечнике. Конечные продукты, механизм их обезвреживания.
61. Трансаминирование: аминотрансферазы, коферментная функция витамина В₆. Специфичность аминотрансфераз. Аминокислоты, участвующие в трансаминировании: особая роль глутаминовой кислоты. Биологическое значение реакций трансаминирования. Диагностическая ценность определения активности аминотрансфераз.
62. Окислительное дезаминирование аминокислот. Непрямое дезаминирование аминокислот, глутаматдегидрогеназа. Биологическое значение дезаминирования аминокислот.
63. Конечные продукты азотистого обмена. Основные источники аммиака в организме. Пути обезвреживания аммиака: синтез мочевины, образование амидов, реаминирование, образование аммонийных солей. Глутамин как донор амидной группы при синтезе ряда соединений. Глутаминаза почек; образование и выведение солей аммония. Активация глутаминазы почек при ацидозе. Биосинтез мочевины.

64. Декарбоксилирование аминокислот. Биогенные амины: гистамин, серотонин, γ -аминомасляная кислота, катехоламины. Происхождение, функции, окисление биогенных аминов (аминоксидазы).
65. Строение гемоглобина и миоглобина. Свойства гемоглобина. Синтез гема. Порфирины. Распад гема и метаболизм.
66. Синтез гемоглобина при развитии эритроцитов. Значение изучения дифференцировки и онтогенеза для медицины.
67. Обмен пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов. Синтез, регуляция и распад пуринов и пиримидинов.

ЛИТЕРАТУРА

основная:

1. *Lehninger A. Principles of Biochemistry, [David L. Nelson](#), [Michael M. Cox](#)*
2. «Биологическая химия» Под редакцией чл-корр РАН, проф. Северина С.Е., М., 2011 год, издательство «ГЭОТАР-Медиа». – 779 с.
3. Д. Нельсон М. Кокс. ОСНОВЫ БИОХИМИИ ЛЕНИНДЖЕРА Москва БИНОМ. Лаборатория знаний 2015 Д. Нельсон М. Кокс В трех томах.
4. А. Ленинджер. Основы биохимии. В 3-х томах. "Мир", М., 1985.
5. Л. Страйер. Биохимия. В 3-х томах. "Мир", М., 1984.
6. Р. Марри, Д. Греннер, П. Мейес, В. Родуэлл. Биохимия человека. В 2-х томах. "Мир", М., 1993.
7. Лим В. И., Аглямова Г. В. Принципы формирования пространственной структуры белков и нуклеиновых кислот. Стереохимическое моделирование// Молекулярная биология. 1999. т. 33, N 6, с. 1027-1034.