

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор Института

Фундаментальной медицины и биологии

_____ А.П. Киясов

« » _____ 2013 г.

ПРОГРАММА

**вступительного экзамена в магистратуру по направлению
«БИОХИМИЯ И МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ»**

Утверждена на заседании Ученого совета

Института Фундаментальной медицины и биологии

_____._____. 2013 г., протокол № _____

**НАПРАВЛЕНИЕ «БИОЛОГИЯ»
МАГИСТЕРСКАЯ ПРОГРАММА
«БИОХИМИЯ И МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ»**

Программа вступительного испытания

Биохимия как наука. Краткая история биохимии. Разделы современной биохимии. Роль и место биохимии в системе естественных наук.

Основные отличия живой материи от неживой. Уровни структурной организации биологических макромолекул. Динамическое состояние постоянства биохимических параметров живых организмов.

Жидкокристаллическое состояние биополимеров. Химия, энергетика и метаболизм. Что определяют возможность протекания химических реакций в организме. Роль необратимых реакций в стратегии метаболизма.

Структура клетки и биохимическая характеристика отдельных субклеточных компонентов.

Вода. Физико-химические свойства и структура воды. Водородные связи. Понятия гидрофобность и гидрофильность. Ионизация воды. рН и буферные системы, рК- константа диссоциации.

Аминокислоты, их биологические функции. Типы аминокислот. Классификации аминокислот. Заменяемые и незаменимые аминокислоты. Основные свойства аминокислот. Свойства их радикалов. Пептиды. Методы разделения и идентификации аминокислот и пептидов.

Белки. Уровни структурной организации белковой молекулы: первичная, вторичная (α -спираль, β -конформация, коллагеновая спираль), третичная и четвертичная структуры. Домены. Типы связей, стабилизирующих уровни структурной организации белка.

Самоорганизация надмолекулярных белковых структур. Внутриклеточное формирование пространственной структуры белков. Гипотеза «расплавленной глобулы». Шапероны, шаперонины. Деградация белков. Убиквитин – белок деградации. Секреция белков.

Свойства белков: растворимость, изоэлектрическая точка, денатурация и ренатурация. Основные методы выделения, фракционирования и изучения размеров и формы белковых молекул.

Принципы классификации белков. Классификация белков по третичной структуре: глобулярные и фибриллярные белки. Простые и сложные белки.

Основные функции белков в клетке.

Ферменты. Их роль в живой природе. Международная классификация и номенклатура ферментов. Специфичность действия ферментов. Изоферменты (изозимы). Мультиферменты. Строение ферментов. Понятия: кофермент, кофактор, простетическая группа. Роль витаминов, металлов и других кофакторов в функционировании ферментов. Активный центр фермента. Аллостерический центр.

Общие представления о катализе. Физический смысл константы скорости химической реакции (энергетическая диаграмма реакции, переходное состояние, энергия активации). Механизм действия ферментов. Особенности ферментативного катализа. Энергия активации. Кинетика ферментативных реакций. Уравнение Михаэлиса-Ментен-Бриггса-Холдейна. Константа Михаэлиса. Начальная и максимальная скорость ферментативной реакции. Графические методы анализа ферментативных реакций.

Основные свойства ферментов, влияние на скорость ферментативных реакций температуры, pH-среды, активаторов, ингибиторов. Ингибирование ферментов. Типы ингибирования. Регуляция активности ферментов в живых организмах и принципы регуляции метаболизма: изменение количества фермента, профермента, химическая модификация, принцип обратной связи, закон действия масс, локализация ферментов в клетке. Активность и число оборотов ферментов. Определение активности ферментов.

Нуклеиновые кислоты. История изучения нуклеиновых кислот. Виды нуклеиновых кислот и их основные функции. Роль нуклеиновых кислот в формировании и свойствах живой материи.

Строение нуклеиновых кислот. Пуриновые и пиримидиновые азотистые основания. Углеводные компоненты: рибоза и дезоксирибоза. Нуклеозиды и нуклеотиды. Циклические нуклеотиды. Нуклеотидные коферменты и переносчики соединений, их основные типы. Олиго- и полинуклеотиды.

Структурная организация ДНК: первичная, вторичная и третичная структуры. Правила Чаргаффа. Комплементарные пары нуклеотидов. Формы ДНК. Палиндромы. Суперспирализация ДНК и её биологическое значение. Гистоны и строение хроматина. Типы связей, стабилизирующих уровни структурной организации ДНК. Физико-химические свойства ДНК: денатурация, ренатурация, вязкость, поглощение в УФ, реакционная способность.

Основные виды РНК, их функции и локализация в клетке. Особенности строения видов РНК. Физико-химические свойства РНК.

Углеводы и их биологическая роль. Химический состав и свойства. Стереохимия углеводов. Реакционная способность углеводов. Классификация углеводов. Альдо- и кетосахара. Моносахариды, их изомерия и конформации. Важнейшие представители моносахаридов, их структура, свойства и распространение в природе. Гликозиды. Олигосахариды, их свойства и биологическая роль. Сахароза, лактоза, мальтоза, стахиоза. Полисахариды: состав, типы связей, ветвление. Классификация полисахаридов. Важнейшие представители: крахмал, гликоген, целлюлоза, хитин, пектиновые вещества. Участия полисахаридов в регуляции клеточного метаболизма.

Липиды, общие свойства и их биологическая роль. Строение и свойства жирных кислот. Насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты. Классификация, изомерия и структура ненасыщенных жирных кислот. Незаменимые жирные кислоты.

Классификация липидов. Структура, свойства и распространение в природе основных представителей ацилглицеринов, восков, фосфолипидов

(глицерофосфолипидов, сфингофосфолипидов), гликофинголипидов (цереброзидов, ганглиозидов), стероидов (стеринов, желчных кислот, стероидных гормонов). Липопротеины. Иодирование, окисление, омыление жиров. Иодное число, кислотное число.

Биологические мембраны, их структура и функции. Роль липидов, белков и углеводсодержащих соединений в их организации. Мицеллы и липосомы. Химическая гетерогенность фосфолипидов мембраны. Холестерин. Модель биологических мембран Сингера-Никольсона. Периферические и интегральные белки мембран. Гликолипиды.

Физико-химические свойства двойной фосфолипидной мембраны (проницаемость, динамичность, асимметричность, замкнутость).

Транспортные процессы через мембраны: пассивный и активный транспорт. Каналы, поры, переносчики, рецепторы и избирательная проницаемость биологических мембран. Виды переноса веществ и сигналов через мембраны. Экзоцитоз и эндоцитоз.

Витамины. Общее понятие о витаминах, классификация, номенклатура, функции. Гиповитаминоз, авитаминоз, гипервитаминоз. Структура, свойства, распространение в природе, биологическая роль важнейших представителей витаминов: А, D, Е (токоферол), К, Q (убихинон), F, В₁ (тиамин), В₂ (рибофлавин), В₃ (пантотеновая кислота), В₅ (PP, никотинамид), В₆, В₁₂ (цианкобаламин), В₁₅ (пангамовая кислота), В_c (В₉, фолиевая кислота), С (аскорбиновая кислота), Р (биофлавоноиды), Н (биотин).

Иммунная система организма. Основная стратегия иммунной защиты. Принципы организации и функционирования иммунной системы. Клетки иммунной системы. Иммуноглобулины. Их строение и функция. Моноклональных антитела. Использование антител в молекулярной биологии и энзимологии. Абзимы – антитела, обладающие ферментативной активностью. Аутоиммунные заболевания.

Химическая сигнализация в организме. Химическая природа и физиологическая роль важнейших гормонов, их роль в регуляции обмена веществ. Механизмы действия стероидных, производных аминокислот, пептидных и белковых гормонов. Факторы роста. Нейромедиаторы. Эйкозаноиды, цитокины. Рецепторы гормонов. Регуляция синтеза гормонов, нейромедиаторов, факторов роста. Функции циклических нуклеотидов, протеинкиназ, G-белков, фосфатидилинозит-4, 5 - дифосфата и Ca²⁺ в регуляторных системах клеток. Удаление сигнальных молекул.

Метаболизм, функции метаболизма. Понятия: анаболизм и катаболизм.

Законы химической термодинамики. Изменение свободной энергии и равновесие химических реакций. Образование и хранение энергии в клетке. Макроэргическая связь. Макроэргические соединения: АТФ, нуклеозидфосфаты, фосфоенолпируват, креатинфосфат. Их роль в метаболизме.

Обмен углеводов. Переваривание углеводов в желудочно-кишечном тракте. Катаболизм глюкозы, функции окислительных превращений глюкозы. Анаэробный и аэробный распад углеводов. Гликолиз. Гликогенолиз.

Регуляция гликолиза и гликогенолиза. Брожение: молочнокислое, спиртовое. Пентозофосфатный путь окисления глюкозы и его биологическое значение.

Аэробное окисление углеводов. Окислительное декарбоксилирование пировиноградной кислоты. Пируватдегидрогеназный комплекс. Цикл трикарбоновых кислот и его значение в процессах катаболизма и анаболизма. Субстратное и окислительное фосфорилирование. Биоэнергетика. Окислительное фосфорилирование. Окислительно-восстановительные процессы. Митохондрии, их структура и функции. Дыхательная цепь. Компоненты дыхательной цепи. Представление о механизмах сопряжения окисления и фосфорилирования в дыхательной цепи. Трансмембранный потенциал ионов водорода как форма запасания энергии. Обратимая H^+ -АТРаза. Регуляция митохондриального окисления.

Свободное окисление. Активные формы кислорода.

Энергетическая характеристика аэробного и анаэробного распада углеводов.

Анаболизм углеводов. Синтез глюкозы в организме - глюконеогенез. Регуляция глюконеогенеза. Цикл Кори. Глиоксилатный цикл. Синтез гликогена – гликонеогенез, его регуляция.

Общие принципы регуляции углеводного обмена.

Фотосинтез. Строение хлоропластов, пигменты фотосинтеза. Световая и темновая стадии, биохимические аспекты фотосинтеза. Фотофосфорилирование. Цикл Кальвина. Фотодыхание. Локализация процессов. Биосинтез полисахаридов.

Обмен липидов. Энергетическая ценность жиров. Транспорт липидов из желудочно-кишечного тракта в клетки. Липазы и фосфолипазы. Катаболизм липидов. Гидролиз триацилглицеринов, регуляция липолиза. Окисление жирных кислот: активация жирных кислот, транспорт ацильной группы в митохондрии (роль карнитина), β -окисление жирных кислот. Энергетика окисления жирных кислот. Окисление ненасыщенных жирных кислот. Локализация процессов распада липидов.

Биосинтез «кетонных» тел (ацетоацетат, ацетон, β -оксибутират) – кетогенез. Биосинтез жирных кислот – липогенез: транспорт внутримитохондриального ацетил-КоА в цитоплазму, образование малонил-КоА, синтез насыщенных жирных кислот. Синтетаза жирных кислот. Основные отличия катаболизма жирных кислот, от анаболизма. Биосинтез ненасыщенных жирных кислот. Синтез триацилглицеринов и фосфолипидов у прокариот и эукариот. Биосинтез стероидов (холестерина).

Регуляция метаболизма липидов.

Обмен белков и аминокислот. Катаболизм аминокислот у животных, растений и бактерий. Ферментативный гидролиз белков в желудочно-кишечном тракте. Протеолитические ферменты, их специфичность, активация. Транспорт аминокислот через клеточные мембраны. Дезаминирование, трансаминирование, трансдезаминирование (непрямое дезаминирование) и декарбоксилирование аминокислот, механизмы, биологическое значение. Детоксикация биогенных аминов. Пути

нейтрализации аммиака. Аммонийотелия, уреотелия и урикоотелия. Транспорт аммиака. Биосинтез мочевины. Стехиометрическое уравнение образования мочевины.

Биосинтез аминокислот. Источники азота и углерода, используемые организмами разных систематических групп для биосинтеза аминокислот. Общие пути биосинтеза аминокислот. Регуляция биосинтеза аминокислот.

Ключевая роль глутаминовой кислоты в метаболизме аминокислот.

Связь между обменом углеводов, липидов и белков. Обмен веществ как единая система биохимических процессов.

Обмен нуклеиновых кислот. Ферментативный гидролиз нуклеиновых кислот в желудочно-кишечном тракте. Катаболизм пуринов и пиримидинов, конечные продукты распада.

Анаболизм нуклеотидов. Биосинтез пиримидиновых и пуриновых рибонуклеотидов. Основные пути. Альтернативный путь синтеза пуриновых нуклеотидов. Биосинтез дезоксирибонуклеотидов. Регуляция биосинтеза нуклеотидов.

Репликативный синтез ДНК у прокариот и эукариот: инициация, элонгация, терминация. Строение репликативной вилки, основные белки репликации. Теломера, теломераза. Репарация ДНК, репарация депуринизированной ДНК, химически модифицированных азотистых оснований, SOS-репарация. Синтез ДНК на РНК. Полимеразная цепная реакция (ПЦР) и её практическая значимость.

Синтез РНК (транскрипция). РНК-полимеразы. Основные этапы биосинтеза РНК: инициация, элонгация, терминация. Промотор. Посттранскрипционный процессинг РНК.

Синтез белка (трансляция). Информационные РНК, генетический код. Основные этапы синтеза белка. Активация, рекогниция аминокислот и синтез аминоацил-t-РНК. Как транслируются кодоны, рибосомы, инициация трансляции, элонгация, терминация. Различия синтеза белка у эукариот и прокариот. Полисомы. Процессинг и транспорт полипептидных цепей. Посттрансляционные модификации белков. Молекулярные шапероны и фолдинг белка. Деградация белков. Регуляция синтеза белка.

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Комов В.П., Шведова В.Н. Биохимия. – М.: Дрофа, 2004. – 640 с.
2. Биохимия человека: [учебник]: в 2 т. / Р. Марри, Д. Греннер, П. Мейес, В. Родуэлл. – М.: Мир, 2004.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Кольман Я., Рём К.-Г. Наглядная биохимия. М.: Мир, 2000. – 469 с.
2. Ленинджер А. Основы биохимии. В 3-х томах. М.: Мир, 1985.
3. Филиппович Ю.Б. Основы биохимии. М.: Агар, 1999. – 512 с.

ВОПРОСЫ К ВСТУПИТЕЛЬНОМУ ЭКЗАМЕНУ
в магистратуру по направлению 020400.68 «Биология»
(программа 020211 «Биохимия и молекулярная биология»)
по курсу «БИОХИМИЯ»

Биохимия как наука.

1. Краткая история биохимии. Разделы современной биохимии. Роль и место биохимии в системе естественных наук.
2. Основные отличия живой материи от неживой. Уровни структурной организации биологических макромолекул. Динамическое состояние постоянства биохимических параметров живых организмов.

Клетка и биохимическая характеристика ее компонентов

3. Структура клетки и биохимическая характеристика отдельных субклеточных компонентов.
4. Вода. Физико-химические свойства воды. Водородные связи. Понятия гидрофобность и гидрофильность. Ионизация воды. Буферные системы, pK – константа диссоциации.

Аминокислоты и белки

5. Аминокислоты. Биологические функции аминокислот. Классификация и строение. Основные свойства аминокислот. Пептиды.
6. Белки. Классификации и основные функции белков в клетке.
7. Белки. Уровни структурной организации белков. Первичная и вторичная структура, типы стабилизирующих связей.
8. Белки. Уровни структурной организации белков. Третичная и четвертичная структуры, типы стабилизирующих связей. Домены. Свойства белков. Основные методы выделения и фракционирования белков.
9. Внутриклеточное формирование пространственной структуры белков. Шапероны, шаперонины. Деградация белков. Убиквитин – белок деградации. Секреция белков.

Ферменты

10. Ферменты. Строение ферментов. Коферменты. Активный и аллостерический центры фермента. Изоферменты. Мультиферменты.
11. Ферменты, биологическая роль. Классификация и номенклатура ферментов. Активность ферментов, единицы активности. Специфичность действия ферментов.
12. Ферменты. Общие представления о катализе. Константа скорости химической реакции, энергия активации. Механизм действия ферментов. Особенности ферментативного катализа, виды катализа.
13. Кинетика ферментативных реакций. Начальная и максимальная скорость ферментативной реакции. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Константа Михаэлиса. Графические методы анализа ферментативных реакций.

14. Ферменты. Активирование и ингибирование ферментов. Типы ингибирования. Графические методы анализа ферментативных реакций.
15. Ферменты, основные свойства ферментов. Влияние на скорость ферментативных реакций температуры, рН-среды, активаторов, ингибиторов. Регуляция активности ферментов.

Нуклеиновые кислоты

16. Нуклеиновые кислоты. Виды нуклеиновых кислот и их основные функции. Первичная структура нуклеиновых кислот. Физико-химические свойства. Правила Чаргаффа.
17. ДНК. Уровни структурной организации. Вторичная структура ДНК. Формы ДНК. Палиндромы. Третичная структура. Суперспирализация ДНК. Типы связей, стабилизирующих уровни структурной организации ДНК.
18. РНК. Виды РНК, их функции и локализация в клетке. Уровни структурной организации. Особенности строения РНК.

Липиды

19. Липиды и их функции. Классификация липидов. Жирные кислоты, нейтральные липиды, воска – строение и свойства.
20. Липиды. Классификация липидов. Структура и функции фосфолипидов и гликолипидов.
21. Липиды. Классификация липидов. Структура и функции стероидов.
22. Функции и состав биомембран. Структура плазматической мембраны. Модель Сингера-Никольсона. Физико-химические свойства биомембран.
23. Транспорт молекул через мембраны. Виды транспорта. Экзоцитоз и эндоцитоз.

Углеводы

24. Углеводы: состав, свойства и биологическая роль. Классификация углеводов, важнейшие представители. Участие углеводов в регуляции метаболизма клеток.

Витамины

25. Витамины. Классификация, номенклатура, функции. Гиповитаминоз, авитаминоз, гипервитаминоз. Структура и функции жирорастворимых витаминов.
26. Витамины. Классификация витаминов. Структура и функции водорастворимых витаминов: В₁, В₂, В₃, В₅, В₆.
27. Витамины. Классификация витаминов. Структура и функции водорастворимых витаминов: В₁₂, В₁₅, В_С, С, Р, Н.

Гормоны

28. Гормоны, химическая природа, свойства, механизмы действия и биологическая роль важнейших представителей в регуляции обмена веществ. Рецепторы гормонов. Регуляция синтеза гормонов, нейромедиаторов, факторов роста.

Иммунная система

29. Иммунная система организма. Принципы организации и функционирования иммунной системы. Клетки иммунной системы. Иммуноглобулины. Их строение и функция. Абзимы. Аутоиммунные заболевания.

Метаболизм

30. Метаболизм, функции метаболизма. Анаболизм и катаболизм. Законы химической термодинамики. Изменение свободной энергии и равновесие химических реакций. Образование и хранение энергии в клетке. Макроэргическая связь. Макроэргические соединения, их роль в метаболизме.

Метаболизм углеводов

31. Гликолиз. Локализация, функции, регуляция.

32. Пентозофосфатный цикл окисления глюкозы. Локализация, функции, регуляция.

33. Гликогенолиз. Гликогеногенез. Функции, регуляция.

34. Брожение, виды. Аэробное окисление углеводов: окислительное декарбоксилирование пирувата. Локализация, функции, регуляция.

35. Цикл трикарбоновых кислот. Функции, его значение в процессах катаболизма и анаболизма, регуляция.

36. АТФ как уникальный аккумулятор и посредник передачи свободной энергии. Окислительное фосфорилирование. Дыхательная цепь, H^+ -АТРаза. Функции, регуляция митохондриального окисления.

37. Глюконеогенез. Локализация, функции, регуляция.

38. Глиоксилатный цикл. Локализация, функции, регуляция.

39. Темновая стадия фотосинтеза – цикл Кальвина.

40. Фотосинтез. Фотодыхание. Локализация процессов. Биосинтез полисахаридов.

Метаболизм липидов

41. Катаболизм триацилглицеринов. Окисление жирных кислот. Локализация, функции, регуляция.

42. Биосинтез жирных кислот – липогенез. Синтетаза жирных кислот. Локализация, функции, регуляция.

43. Биосинтез триацилглицеринов и глицерофосфолипидов у прокариот и эукариот.

44. Биосинтез стероидов (холестрина).

45. Биосинтез «кетонных» тел – кетогенез. Функции, регуляция.

46. Метаболизм белков и аминокислот. Транспорт аминокислот через мембрану.

Метаболизм аминокислот

47. Катаболизм аминокислот. Дезаминирование, трансаминирование, непрямо́е дезаминирование. Превращения углеродного скелета.

48. Катаболизм аминокислот. Декарбоксилирование аминокислот. Биогенные амины. Биологическое значение. Детоксикация биогенных аминов.

49. Биосинтез мочевины. Локализация, функции, регуляция.

50. Биосинтез аминокислот. Источники азота и углерода, используемые для биосинтеза аминокислот. Общие пути биосинтеза аминокислот. Регуляция биосинтеза аминокислот. Роль глутаминовой кислоты.

Метаболизм нуклеотидов

51. Катаболизм нуклеотидов, конечные продукты распада.

52. Анаболизм нуклеотидов. Основные пути биосинтеза рибонуклеотидов и дезоксирибонуклеотидов: особенности и отличия. Регуляция биосинтеза.

Репликация

53. Репликация ДНК у прокариот и эукариот. Репликативная вилка. Теломера. Репарация ДНК, виды репарации.

Транскрипция

54. Синтез РНК – транскрипция. Основные этапы биосинтеза РНК. Посттранскрипционный процессинг РНК.

Трансляция

55. Синтез белка – трансляция. Основные этапы синтеза белка. Различия синтеза белка у эукариот и прокариот. Регуляция синтеза белка.

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ В МАГИСТРАТУРУ

Вступительные испытания для поступающих в магистратуру проводятся в форме собеседования по программе бакалавриата избранного направления подготовки. Вопросы для собеседования составляются на основе Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования бакалавриата и позволяют оценить качество знаний, необходимых для освоения программы подготовки магистра по избранному направлению.

Суммарное количество баллов вступительного испытания состоит из суммы баллов трех разделов. Максимальная оценка вступительного испытания составляет 100 баллов, набравшие менее 30 баллов, выбывают из конкурса. Время, отводимое на вступительное испытание - 20 минут.

Собеседование позволяет проверить: уровень развития научного мышления абитуриента, умение самостоятельно решать профессиональные задачи разного характера и уровня сложности.

Оценка ответа осуществляется по следующим направлениям: содержательная полнота ответа, доказательность и аргументированность ответа, понимание и осознанность излагаемого материала, самостоятельность суждений, речевое оформление ответа.

Оценивание собеседования:

90-100 баллов - в ответе отражены основные концепции и теории по данному вопросу, проведен их критический анализ и сопоставление, описанные теоретические положения иллюстрируются практическими примерами и экспериментальными данными. Абитуриентом формулируется и обосновывается собственная точка зрения на заявленные проблемы, материал излагается профессиональным языком с использованием соответствующей системы понятий и терминов.

70-80 баллов – в ответе описываются и сравниваются основные современные концепции и теории по данному вопросу, описанные теоретические положения иллюстрируются практическими примерами, абитуриентом формулируется собственная точка зрения на заявленные проблемы, однако он испытывает затруднения в ее аргументации. Материал излагается профессиональным языком с использованием соответствующей системы понятий и терминов.

60-50 баллов – в ответе отражены лишь некоторые современные концепции и теории по данному вопросу, анализ и сопоставление этих теорий не проводится. Абитуриент испытывает значительные затруднения при иллюстрации теоретических положений практическими примерами. У абитуриента отсутствует собственная точка зрения на заявленные проблемы. Материал излагается профессиональным языком с использованием соответствующей системы понятий и терминов.

30-40 баллов – ответ не отражает современные концепции и теории по данному вопросу. Абитуриент не может привести практических примеров. Материал излагается «житейским» языком, не используются понятия и термины соответствующей научной области.

20 баллов – ответ отражает систему «житейских» представлений абитуриента на заявленную проблему, абитуриент не может назвать ни одной научной теории, не дает определения базовым понятиям.