

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

/Д.С. Гуц/

«30» октября 2023 года

**ПРОГРАММА**  
**вступительного испытания для поступающих в аспирантуру**

**1.5 Биологические науки**

*шифр и наименование группы научных специальностей*

**1.5.4 Биохимия**

*шифр и наименование научной специальности*

Красноярск 2023

## ПРОГРАММА

вступительного экзамена в аспирантуру по специальности  
1.5.4 Биохимия

*Введение.* Биохимия как наука о строении химических веществ, входящих в состав живой материи, их преобразованиях, лежащих в основе разнообразных проявлений жизни, о связи между молекулярной структурой и биологической функцией химических компонентов живых организмов. Предмет и задачи биохимии. Роль и место биохимии в системе естественных наук. Перспективы биохимических исследований.

Исторический очерк возникновения и развития биохимии. Вычленение из биохимии новых дисциплин: молекулярной биологии, биоорганической и бионеорганической химии, биотехнологии и генетической инженерии и др. Биохимия и молекулярная медицина.

### *Раздел 1. Белки.*

Аминокислотный состав белков. Классификация и номенклатура аминокислот. Общие свойства аминокислот: стереоизомерия, оптическая активность, кислотно-основные свойства, амфотерность, изоэлектрическая точка. Пептиды. Пептидная связь, ее структурные особенности. Конформация пептидной цепи. Конформационные карты (карты Рамачандрана). Номенклатура пептидов и полипептидов. Биологическая роль пептидов. Природные пептиды: глутатион, карнозин, ансерин, грамицидин S, окситоцин, энкефалины, пептидные гормоны (вазопрессин, окситоцин, ангиотензины).

Методы выделения и очистки белков. Хроматография: принцип метода, основные виды, практические подходы. Электрофорез. Диализ. Седиментационные методы. Ультрафильтрация. Иммунохимические подходы к выделению и анализу белков. Практическое применение методов белковой инженерии в медицине и биотехнологии. Использование химической модификации и направленного мутагенеза для изменения специфичности, функциональных, физико-химических свойств и структурно-функциональной стабильности белков. Методы определения гомогенности белков.

Структурная организация белков. Первичная структура белков, методы исследования. Фрагментация полипептидной цепи. Определение аминокислотного состава пептидов. Методы определения последовательности аминокислот в пептидах, роль масс-спектрометрии в анализе аминокислотной последовательности. Химический синтез пептидов. Ферментативный синтез пептидов в бесклеточной системе. Использование пептидов в качестве лекарственных препаратов. Изучение гомологии первичной структуры белков, алгоритмы и компьютерные программы для оценки сходства белков по аминокислотной последовательности. Роль первичной структуры в формировании высших уровней структурной организации белков. Вторичная структура белков. Каноническая  $\alpha$ -спираль, ее основные характеристики.  $\beta$ -Складчатые структуры.  $\beta$ -изгиб. Роль водородных связей в формировании и стабилизации вторичной структуры. Аминокислотные остатки, способствующие и препятствующие формированию вторичной структуры. Вероятность предсказания вторичной структуры белка по его аминокислотной последовательности. Содержание различных типов вторичной структуры в белках. Супервторичная структура белков. Широко распространенные формы супервторичной структуры:  $\beta$ -бочонок ( $\beta$ -баррель), « $\alpha$ -спираль-поворот- $\alpha$ -спираль», цинковые пальцы, лейциновая «застежка-молния» (лейциновый zipper). Третичная структура белков. Типы нековалентных связей, стабилизирующих третичную структуру. Роль гидрофобных взаимодействий в формировании третичной структуры белка. Общие принципы строения глобулярных белков. Форма и компактность белковой глобулы. Гидрофобное ядро глобулы. Понятие о нативной структуре белка, ее формирование *in vivo* и *in vitro*. Фолдинг белков. Фибриллярные белки: особенности строения, суперспирализация, формирование надмолекулярных ансамблей. Три структурных типа фибриллярных

белков. Четвертичная структура белков. Количество и типы субъединиц. Взаимодействия между субъединицами, стабилизирующие четвертичную структуру. Комплементарность межсубъединичных контактов. Функциональное значение четвертичной структуры белков. Кооперативность. Доменная организация белков. Понятие о доменах. Особенности пространственной организации и функционирования доменных белков. Структурная и функциональная автономность доменов. Роль доменной организации в эволюции белков. Методы изучения пространственного строения белков: рентгеноструктурный анализ, нейтронная дифракция, многомерная ЯМР-спектроскопия, метод кругового дихроизма (КД), инфракрасная спектрометрия.

Физико-химические свойства белков. Молекулярная масса, методы определения: гель-хроматография, электрофорез, аминокислотный анализ, седиментационные методы. Оптические, кислотно-основные свойства белков. Растворимость белков. Денатурация белков: обратимая и необратимая. Физические и химические денатурирующие факторы.

Простые белки. Характеристика основных классов сложных белков: гликопротеины и протеогликаны; липопротеины; нуклеопротеины; металлопротеины. Гемопроотеины. Строение гема, связь с белковой частью гемопроотеинов. Цитохромы. Семейство глобинов. Гемоглобин и миоглобин. Кооперативность связывания кислорода гемоглобином. Биологический смысл и физиологические механизмы регуляции сродства гемоглобина к кислороду. Нарушения структуры гема в глобинах как причина ряда патологических состояний. Метгемоглобинемия. Строение глобиновых полипептидных цепей, роль первичной структуры в проявлении свойств гемоглобина. Физиологические формы гемоглобина человека (A1, A2, B, F, эмбриональный). Аномальные и патологические гемоглобины.

## ***Раздел 2. Нуклеиновые кислоты.***

Биологическая роль нуклеиновых кислот. Клеточные, вирусные (фаговые) ДНК и РНК. Химический состав нуклеиновых кислот. Пуриновые и пиримидиновые основания - строение, физико-химические свойства. Углеводный компонент. Нуклеозиды и нуклеотиды, их строение и номенклатура, физико-химические свойства. Анти- и син-конформации нуклеозидов и нуклеотидов. Минорные компоненты нуклеиновых кислот. Первичная структура нуклеиновых кислот. Характеристика фосфодиэфирной связи. Нуклеотидный состав ДНК и РНК. Правила Э. Чаргаффа. Изучение первичной структуры ДНК методом Сенгера, Максама-Гилберта. Вторичная структура ДНК. Модель Уотсона-Крика. Характеристика В-, А-, С-, Z-форм ДНК. Роль водородных связей и гидрофобных взаимодействий в стабилизации биспиральной молекулы ДНК. Третичная структура ДНК. Уровни суперспирализации ДНК в хроматине: нуклеосома, солениды, петли и складки. Роль гистонов в компактизации молекул ДНК. Строение хроматина. Эухроматин и гетерохроматин. Хромосомы. Физико-химические свойства ДНК. Структура и свойства транспортных РНК. Структура и свойства рибосомальных и матричных РНК у эукариот и прокариот. Биологическая роль эспирования и полиаденилирования мРНК. Вторичная и третичная структуры рибонуклеиновых кислот. Малые ядерные РНК, их строение и биологическая роль.

## ***Раздел 3. Ферменты.***

Ферменты - биокатализаторы белковой природы. Международная классификация и номенклатура ферментов. Простые и сложные ферменты (холоферменты). Кофакторы и их роль в работе ферментов. Активные и аллостерические центры ферментов. Сущность явлений катализа. Особенности ферментативного катализа. Образование и превращение фермент-субстратного комплекса. Факторы, влияющие на эффективность ферментативного катализа. Специфичность действия ферментов, виды специфичности. Стационарная кинетика ферментативных реакций. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Субстратная константа, константа Михаэлиса, максимальная скорость реакции. Способы

определения кинетических характеристик ферментов: графические и расчетные с использованием компьютерных программ. Константа  $k_{cat}$  – показатель каталитической эффективности фермента. Единицы ферментов. Ингибиторы ферментов. Необратимое ингибирование на примере ацетилхолинэстеразы и сукцинатдегидрогеназы. Суицидные ингибиторы. Обратимое ингибирование: конкурентные, неконкурентные, бесконкурентные и смешанные ингибиторы, их влияние на кинетические параметры ферментов. Ингибиторы ферментов как лекарственные препараты (салицилаты, пенициллин, аллопуринол). Кинетика аллостерических ферментов. Модель Хилла. Коэффициент Хилла, методы определения. Активаторы ферментов. Роль ионов металлов в функционировании ферментов. Локализация ферментов в клетке. Изоферменты, биологическое значение тканеспецифичного распределения изоферментов в организме человека. Механизмы регуляция активности ферментов: изостерический, аллостерический, ковалентная модификация. Ограниченный протеолиз как механизм регуляции активности ферментов. Контроль количества фермента в клетке (изменение соотношения скоростей синтеза и распада). Ферменты в клинической диагностике (энзимодиагностика). Использование ферментов в качестве лекарственных препаратов. Имобилизованные ферменты.

#### ***Раздел 4. Витамины.***

Общие представления о витаминах и их классификация. Номенклатура витаминов - буквенная, химическая, физиологическая. Жирорастворимые витамины. Витамины группы А: ретинол, ретиналь, ретиноевая кислота. Витамины группы Д : витамин Д<sub>2</sub> и Д<sub>3</sub>. Витамины группы Е (токоферолы). Витамины группы К (филлохиноны, менахиноны). Витамин F (комплекс ненасыщенных жирных кислот). Водорастворимые витамины. Витамин В<sub>1</sub>, тиамин. Витамин В<sub>2</sub>, рибофлавин. Витамин В<sub>3</sub>, пантотеновая кислота. Витамин В<sub>5</sub> (РР), никотиновая кислота, никотинамид. Витамин В<sub>6</sub>, пиридоксин. Витамин В<sub>12</sub>, кобаламин. Витамин В<sub>с</sub>, фолиевая, птероилглутаминовая кислота. Витамин С, аскорбиновая кислота. Витамин Н, биотин. Витамин Р, рутин, биофлавоноиды. Витамин U, S-метилметионил. Витаминоподобные вещества - витамин В<sub>15</sub>, пангамовая кислота, витамин В<sub>т</sub>, карнитин, витамин Q (убихинон), холин, п-аминобензойная кислота,

#### ***Раздел 5. Биоэнергетика.***

Биологическое окисление: классификация, локализация процессов в клетке. Ферменты, участвующие в биологическом окислении: оксидазы, аэробные дегидрогеназы, анаэробные дегидрогеназы, гидроксипероксидазы (пероксидазы, каталаза), диоксигеназы, монооксигеназы (оксидазы со смешанной функцией, гидроксилазы). Свободное окисление и его биологическая роль. Участие цитохрома Р-450 в микросомальном окислении эндогенных органических соединений и ксенобиотиков. Роль высокоэнергетических фосфатов в биоэнергетике. Нуклеозидфосфаты, креатинфосфат, фосфоенолпируват, карбонилфосфат. Биологическая роль АТФ. Окисление, сопряжённое с фосфорилированием АДФ. Субстратное фосфорилирование на примере реакций, катализируемых глицеральдегид-3-фосфатдегидрогеназой и енолазой. Понятие энергетического заряда клетки. Цепь переноса электронов и протонов внутренней мембраны митохондрий. Компоненты дыхательной цепи: флавопротеины, железосерные белки, коэнзим Q, цитохромы в, с<sub>1</sub>, с, аа<sub>3</sub>. Окислительно-восстановительные потенциалы дыхательных переносчиков. Энергетическое значение ступенчатого транспорта электронов от окисляемых субстратов к молекулярному кислороду. Окислительное фосфорилирование в дыхательной цепи. Коэффициент окислительного фосфорилирования Р/О, Р/2е. Локализация пунктов сопряжения окисления и фосфорилирования в дыхательной цепи на основании редокс-потенциалов, действия специфических ингибиторов, выделения белково-липидных комплексов. Организация компонентов дыхательной цепи в виде 4-х комплексов: комплекс I (NADH-дегидрогеназа), комплекс II

(сукцинатдегидрогеназа), комплекс III (цитохромы  $bc_1$ ), комплекс IV (цитохромоксидаза). Коллекторная функция  $NAD^+$  и коэнзима Q в дыхательной цепи. Хемиосмотическая теория Митчелла. Электрохимический протонный градиент как форма запасаения энергии. Строение АТФ-синтазного комплекса. Механизм образования АТФ. Разобщение транспорта электронов и синтеза АТФ, действие 2,4 динитрофенола. Окисление цитоплазматического NADH в дыхательной цепи: глицеролфосфатный и малат-аспаратный челночные механизмы.

### **Раздел 6. Обмен углеводов.**

Углеводы – классификация, номенклатура, биологическая роль. Моносахариды: стереоизомерия, образование циклических форм, конформационные формы моносахаридов. Структура, свойства и распространение в природе основных представителей моносахаридов (D-глюкоза, D-фруктоза, D-манноза, D-галактоза, D-рибоза, D-рибулоза, D-ксилоза, D-ксилулоза, D- и L- арабиноза и др). Простые производные моносахаров: дезоксисахара; аминсахара и их ацетильные производные; уроновые кислоты; сахароспирты; фосфорные эфиры моносахаридов. Олигосахариды. Гликозидная связь. Редуцирующие и нередуцирующие олигосахариды. Линейные и разветвленные олигосахариды. Структура, свойства и распространение в природе основных дисахаридов (сахароза, мальтоза, лактоза, целлобиоза, изомальтоза, трегалоза). Полисахариды (гликаны). Резервные полисахариды - крахмал, гликоген, инулин и др. - структура свойства и биологическая роль. Структурные полисахариды - целлюлоза, хитин, полисахариды водорослей и грибов. Глюкозамингликаны (мукополисахариды). Пространственная структура олиго- и полисахаридов.

Катаболизм углеводов. Расщепление углеводов в пищеварительном тракте. Амилолитические ферменты. Всасывание моносахаридов в тонком кишечнике и их дальнейший транспорт. Анаэробное расщепление глюкозы. Гликолиз. Внутриклеточная локализация процесса. Отдельные реакции гликолиза, их термодинамические характеристики. Окисление D-глицеральдегид-3-фосфата, сопряжённое с фосфорилированием карбоксильной группы, механизм сопряжения. Образование фосфоенолпирувата. Ресинтез АТФ в реакциях, катализируемых фосфоглицераткиназой и пируваткиназой. Энергетический баланс анаэробного гликолиза. Регуляция гликолиза на уровне гексокиназы, фосфофруктокиназы и пируваткиназы. Образование 2,3-дифосфоглицерата в шунте Рапопорта-Люберинга.

Метаболизм гликогена. Строение, механизм действия и регуляция гликогенфосфорилазы. Биосинтез гликогена, роль UDP-глюкозы. Характеристика гликогенсинтазы. Реципрокная регуляция расщепления и синтеза гликогена, роль гормонов в этих процессах. Спиртовое брожение. Глюконеогенез. Реакции, участвующие в преодолении необратимых стадий гликолиза: образование фосфоенолпирувата, фруктозо-6-фосфата, глюкозы. Регуляция глюконеогенеза. Цикл Кори (глюкозолактатный цикл).

Митохондрии – структура и энергетические функции. Аэробный метаболизм пирувата. Строение мультиферментного пируватдегидрогеназного комплекса. Окислительное декарбоксилирование пирувата, химизм процесса. Суммарное уравнение и энергетический баланс окислительного декарбоксилирования пирувата. Регуляция активности пируватдегидрогеназного комплекса: ковалентная модификация, аллостерический механизм.

Цикл лимонной кислоты. Отдельные реакции цикла, их термодинамические характеристики. Суммарное уравнение окисления ацетил-СоА в цикле Кребса. Необходимость анаплеротических путей, пополняющих запас компонентов, участвующих в цикле. Регуляция цикла Кребса на уровне цитратсинтазы, изоцитратдегидрогеназы и  $\alpha$ -кетоглутаратдегидрогеназного комплекса. Пентозофосфатный путь (гексозомонофосфатный шунт) – альтернативный путь окисления глюкозо-6-фосфата.

Внутриклеточная локализация процесса, отдельные реакции, суммарное уравнение процесса. Циклический характер процесса, участки перекреста с гликолизом. Регуляция пентозофосфатного пути на уровне глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы. Биохимическая роль пентозофосфатного пути окисления глюкозы.

### ***Раздел 7. Обмен липидов.***

Общая характеристика и классификация липидов. Жирные кислоты: насыщенные, моноеновые, полиеновые, циклические, оксикислоты. Физико-химические свойства жирных кислот. Воска – сложные эфиры высших спиртов и высших монокарбоновых кислот. Триацилглицеролы – строение, свойства, биологическая роль. Глицерофосфолипиды - строение, физико-химические свойства, участие в построении биологических мембран. Сфингофосфолипиды. Гликолипиды - строение, основные представители, биологическая роль. Стероиды - производные циклапентапергидрофенантрена, классификация. Стероиды (стерины). Зоо-, фито- и микостерины. Холестерин - важнейший зоостерин - строение, свойства, биологическая роль. Желчные кислоты строение, свойства, биологическая роль. Образование конъюгатов желчных кислот с глицином и таурином, значение этого процесса.

Катаболизм липидов. Ступенчатое расщепление липидов пищи в желудочно-кишечном тракте. Липолитические ферменты. Эмульгирование жиров, роль желчных кислот. Всасывание продуктов расщепления липидов в тонком кишечнике. Тканевой липолиз. Активирование жирных кислот, роль в этом процессе ацил-СоА-синтетазы. Транспорт ацил-СоА-производных жирных кислот из цитозоля в митохондрии, участие карнитина. Механизм  $\beta$ -окисления. Особенности окисления жирных кислот с нечетным числом атомов углерода. Окисление моноеновых и полиеновых жирных кислот.

Биосинтез жирных кислот. Строение комплекса синтазы жирных кислот. Роль ацилпереносящего белка в функционировании мультиферментного комплекса. Источник NADPH для биосинтеза жирных кислот. Образование малонил-СоА. Механизм наращивания углеродной цепи жирной кислоты, циклический характер процесса. Энергетические затраты на синтез жирных кислот. Роль митохондрий и ЭПР в удлинении углеродного скелета пальмитиновой кислоты и образовании моноеновых жирных кислот. Элонгазы и десатуразы. Регуляция процессов окисления и биосинтеза жирных кислот. Кетонные тела – ацетоацетат,  $\beta$ -гидроксibuтират, ацетон: образование и превращение. Биосинтез сложных липидов.

Биосинтез холестерина. Образование изопентилдифосфата – активной изопреноидной единицы, участвующей в синтезе холестерина, других биологически активных соединений (каротиноидов, витаминов Е, К и А). Гидроксиметилглутарил-СоА-редуктаза – аллостерический фермент, регулирующий скорость синтеза холестерина. Два пути биосинтеза триацилглицеролов: фосфатидный ( $\alpha$ -глицерофосфатный) и  $\beta$ -моноацилглицерольный. Транспорт синтезированных триацилглицеролов из кишечника в кровь. Образование хиломикронов.

### ***Раздел 8. Обмен белков.***

Общая суточная потребность в белках взрослого человека. Полноценные и неполноценные белки. Расщепление белков в желудочно-кишечном тракте. Протеолитические ферменты: механизм активации зимогенов. Всасывание продуктов гидролиза белков. Транспорт аминокислот через мембрану кишечного эпителия и других клеток.  $\gamma$ -Глутамильный цикл. Расщепление тканевых белков, биологическое значение тканевого протеолиза. Лизосомальный и убиквитин-протеосомный пути деградации клеточных белков.

Катаболизм аминокислот. Переаминирование. Роль витамина В<sub>6</sub> в этом процессе. Деаминация аминокислот и его типы. Окислительное деаминация глутаминовой кислоты, характеристика L-глутаматдегидрогеназы. Окислительное

дезаминирование при участии оксидаз аминокислот. Трансдезаминирование. Декарбоксилирование аминокислот. Образование и транспорт аммиака. Пути обезвреживания аммиака. Биосинтез мочевины (орнитиновый цикл Кребса): внутриклеточная локализация процесса, характеристика отдельных реакций, суммарное уравнение.

Катаболизм углеродного скелета аминокислот. Аминокислоты, превращающиеся в ацетил-СоА через пируват: аланин, цистеин, триптофан, серин, треонин, глицин. Аминокислоты, превращающиеся в ацетил-СоА через ацетоацетил-СоА: фенилаланин, тирозин, лизин, триптофан, лейцин. Аминокислоты, превращающиеся в  $\alpha$ -кетоглутарат: аргинин, гистидин, глутаминовая кислота, глутамин, пролин. Аминокислоты, превращающиеся в оксалоацетат: аспарагиновая кислота, аспарагин. Аминокислоты, превращающиеся в фумарат: фенилаланин, тирозин. Образование активного сульфата при катаболизме цистина и цистеина. Образование S-аденозилметионина и реакции, идущие с его участием. Роль тетрагидрофолиевой кислоты в метаболизме аминокислот. Наследственные дефекты метаболизма аминокислот. Превращение аминокислот в специализированные продукты. Биосинтез серотонина и мелатонина, катехоламинов, полиаминов, креатина и креатинина, тиреоидных гормонов, меланинов, гема. Биосинтез заменимых аминокислот.

### ***Раздел 9. Обмен нуклеиновых кислот.***

Катаболизм нуклеиновых кислот. Характеристика нуклеаз – эндо- и экзонуклеазы, ДНКазы, РНКазы, рестриктазы. Обмен нуклеозидфосфатов. Расщепление пуриновых оснований. Мочевая кислота – основной продукт катаболизма пуриновых нуклеотидов у человека. Расщепление пиримидиновых оснований.

Биосинтез пуриновых нуклеотидов. Источники азота и углерода в пуриновом цикле. Последовательность реакций в синтезе пуриновых нуклеотидов. Образование фосфорибозилпирофосфата. Инозинмонофосфат – предшественник АМР и GMP. Превращение АМР и GMP под действием специфических киназ в нуклеозидди- и трифосфаты. Регуляция биосинтеза пуриновых нуклеотидов по принципу обратной связи. Биосинтез пиримидиновых нуклеотидов. Источники азота и углерода в пиримидиновом цикле. Уридинмонофосфат – предшественник других пиримидиновых нуклеотидов. Биосинтез дезоксирибонуклеотидов. Участие в этом процессе тиоредоксина и тиоредоксинредуктазы.

### ***Раздел 10. Воспроизводство и реализация генетической информации.***

Биосинтез ДНК у про- и эукариот. Полуконсервативный механизм репликации ДНК, предложенный Дж. Уотсоном и Ф. Криком. Компоненты реплицирующего аппарата клетки. ДНК-полимеразы I, II, III прокариот. ДНК-лигаза, строение, механизм действия. Хеликазы. Топоизомераза I и II. Эукариотические ДНК-полимеразы:  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ . Отличия от ДНК-полимераз прокариот. Механизм ДНК-полимеразной реакции.

Этапы биосинтеза ДНК. Инициация репликации. Образование репликативного комплекса ферментов и белковых факторов. Формирование репликативной вилки. Праймосома. Праймаза, образование праймера. Ведущая и запаздывающая цепи ДНК. Синтез запаздывающей цепи прерывистым способом. Челночный механизм работы ДНК-полимеразы III. Фрагменты Оказаки в про- и эукариотических клетках. Элонгация репликации. Терминация репликации. Теломеры и теломераза. Биосинтез РНК на ДНК матрице. РНК-зависимая ДНК-полимераза. Точность процесса репликации. Репарация ДНК.

Биосинтез РНК (транскрипция). Строение транскриптонов у про- и эукариот. ДНК-зависимая РНК-полимераза *E.coli*, субъединичная структура. Роль  $\sigma$ -фактора в транскрипции. РНК-полимеразы А, В и С эукариотических клеток, внутриядерная локализация. Асимметричность считывания с цепей ДНК. Особенности структуры

промоторов. Этапы транскрипции – инициация, элонгация и терминация. Зависимая и независимая от р-фактора терминация транскрипции. Особенности транскрипции у эукариот. Процессинг первичных транскриптов в про- и эукариотических клетках. Процессинг мРНК: кэппинг, удаление лишних нуклеотидных последовательностей, присоединение поли(А)-фрагмента, сплайсинг. Строение сплайсосомы. Роль малых ядерных РНК в вырезании интронов из первичных транскриптов. Альтернативный сплайсинг. Транспорт мРНК из ядра в цитоплазму. Генетическая инженерия.

Синтез белка (трансляция). Генетический код, основные характеристики. Белоксинтезирующий аппарат клетки. Активирование аминокислот. Характеристика аминоацил-тРНК-синтетаз. Строение рибосом, формирование функциональных центров. Инициация трансляции. Белковые факторы инициации. Образование функционально активной 70S- и 80S-рибосом. Элонгация трансляции. Белковые факторы элонгации. Последовательность событий в процессе элонгации. Элонгация – циклический процесс. Терминация трансляции. Белковые факторы терминации. Точность процесса трансляции. Энергетические затраты на синтез белка. Посттрансляционное сворачивание (фолдинг) белковой молекулы. Шапероны и шаперонины. Посттрансляционная модификация белков. Транспорт белков в различные компартменты клетки.

### ***Раздел 11. Молекулярные основы гормональной регуляции.***

Гормоны – определение. Классификация гормонов по химическому строению, растворимости, типу рецепторов, биологическим функциям. Биосинтез и секреция гормонов, регуляция по принципу обратной связи. Период полужизни гидрофильных и липофильных гормонов. Транспорт гормонов кровью.

Гормоны гипоталамуса – либерины (кортиколиберин, тиролиберин, люлиберин, фоллилиберин, пролактолиберин, меланолиберин, соматолиберин) и статины (соматостатин, меланостатин). Гормоны аденогипофиза (кортикотропин, гормон роста, фоллитропин, лютропин, пролактин, тиротропин, липотропины, меланотропин). Гормоны задней доли гипофиза (окситоцин, вазопрессин). Гормоны щитовидной железы – тиреоидные гормоны – Т3 (трийодтиронин) и Т4 (тетрайодтиронин, тироксин) – йодированные производные аминокислоты тирозина. Гормоны, регулирующие концентрацию кальция в крови: паратгормон (паратирин), кальцитонин и кальцитриол. Гормоны поджелудочной железы (инсулин, глюкагон, соматостатин). Гормоны надпочечников. Гормоны коры надпочечников – глюкокортикоиды (кортизол, кортизон, кортикостерон), минералокортикоиды (альдостерон, 11-дезоксикортикостерон и др.). Гормоны мозгового вещества надпочечников – катехоламины (адреналин, норадреналин). Половые гормоны. Мужские половые гормоны (тестостерон). Женские половые гормоны (Эстрадиол, эстрон, эстриол). Прогестерон – гормон желтого тела. Эйкозаноиды – биорегуляторы липидной природы.

Гормоны – первичные посредники в передаче информации. Клетки-мишени и клеточные рецепторы гормонов. Рецепторы цитоплазматической мембраны: связанные с G-белками; с собственной тирозинкиназной активностью. Цитозольные и ядерные рецепторы. Вторичные месенджеры: циклические АМР и GMP, инозитолтрифосфат, диацилглицерол,  $Ca^{2+}$  и др. Механизмы трансдукции сигналов гидрофильных гормонов. Аденилатциклазная мессенджерная система. Характеристика G-белков. Протеинкиназы, их активация циклическими нуклеотидами, фосфорилирование различных белков. Протеинфосфатазы – ферменты, отменяющие клеточные эффекты фосфорилированных белков. Фосфатидилинозитольная трансдуцирующая система. Инозитол 1,4,5-трифосфат, и диацилглицерол – вторичные посредники передачи сигнала.  $Ca^{2+}$  – важнейший месенджер, регулирующий уровень кальция в цитоплазме клетки. Роль кальмодулина, кальциевых каналов. Трансдукция сигналов липофильных гормонов через ядерные и мембранные рецепторы. Механизм действия стероидных гормонов.



## **Раздел 12. Регуляция и интеграция обменных процессов.**

Взаимосвязь обменов белков, липидов и углеводов – общее энергетическое обеспечение, общие предшественники и промежуточные продукты обмена веществ. Центральные и специальные метаболические пути. Катаболические, анаболические и амфиболические пути. Основные аспекты регуляции метаболизма. Регуляция метаболических путей доступностью субстратов, изменением концентрации ферментов и их активности. Ключевые ферменты метаболических путей. Направленность и интенсивность обменных процессов. Интеграция основных метаболических путей, общих для большинства клеток и организмов. Роль ключевых промежуточных интермедиатов в интеграции метаболизма. Регуляция метаболизма гормонами. Регуляция энергетического метаболизма при нормальном питании и при голодании: роль инсулина и глюкагона. Изменение гормонального статуса и метаболизма при сахарном диабете.

### **Основная литература**

1. Биохимия [Текст] : учебник для студентов медицинских вузов / под ред. Е. С. Северин. – 5-е изд., испр. и доп. – Москва : Гэотар-Медиа, 2014. – 759 с.
2. Биохимия [Электронный ресурс] : учебник /под ред Е.С. Северина. – 5-е изд., испр. и доп. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015. – Книга из ЭБС “Консультант студента”, *Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970433126.html>*
3. Биологическая химия с упражнениями и задачами [Текст] : учебник по дисциплине "Биологическая химия" для студентов вузов по специальностям 060101.65 "Лечебное дело", 060.104.65 "Медико-профилактическое дело", 060108.65 "Фармация" / под ред. С. Е. Северин. – Москва : Гэотар-Медиа, 2011. – 622 с.
4. Браун, Т.А. Геномы /Т.А. Браун. – Пер. с англ. – М. – Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2011. – 944 с.
5. Клетки [учебник] / ред. Б. Льюин [и др.]; пер. с англ. И. В. Филиппович ; ред. пер. с англ. Ю. С. Ченцов. – Москва : БИНОМ, Лаборатория знаний, 2011. – 951 с. : цв. ил. – (Лучший зарубежный учебник).
6. Кнорре, Д.Г. Биологическая химия : [учебник] / Д. Г. Кнорре, С. Д. Мызина ; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т хим. биол. и фонд. медицины, Новосиб. гос. ун-т. – 4-е изд., перераб. и доп. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2012. – 455 с.
7. Коничев, А.С. Молекулярная биология [Текст] : учебник для студ. вузов по напр. подг. "Педагогическое образование" профиль "Биология" /А.С. Коничев, Г.А. Севастьянова. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Академия, 2012. – 400 с

### **Дополнительная литература**

1. Биохимия человека: в 2-х т. : пер. с англ.: [учебник] / Р. Марри [и др.]. – Москва : Мир : БИНОМ, Лаборатория знаний, 2009. – Т. 1 / пер. с англ.: В. В. Борисов, Е. В. Дайниченко ; ред. Л. М. Гиодман. – 2009. – 382 с.
2. Биохимия человека: в 2-х т. : пер. с англ.: [учебник] / Р. Марри [и др.]. - Москва : Мир : БИНОМ, Лаборатория знаний, 2009. – Т. 2 / пер. с англ. М. Д. Гроздова [и др.] ; ред.: Л. М. Гиодман, В. И. Кандор. – 2009. – 414 с.
3. Кольман, Я. Наглядная биохимия /Я. Кольман, К.-Г. Рем. - М.: Мир, 2004. - 469 с.
4. Льюин, Б. Гены [Текст] /Б. Льюин; пер. с англ. И.А. Кофиади [и др.]; ред. Д.В.Ребриков. – Москва : БИНОМ, Лаборатория знаний, 2011. – 896 с.
5. Молекулярная биология клетки [Текст] = Molecular Biology of the Cell ^ с задачами Джона Уилсона и Тима Ханта : [в 3 томах] /Б. Альбертс [и др.]. – Москва : Регулярная и хаотическая динамика; Ижевск: Институт компьютерных технологий, 2013. – 2766 с.
6. Нельсон, Д. Основы биохимии Ленинджера: в 3 т. Т. 1: Основы биохимии, строение и катализ [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Д. Нельсон, М. Кокс ; под ред. А. А. Богданова и С. Н. Кочеткова ; пер. с англ. канд. хим. наук Т. П. Мосоловой, канд.

хим. наук Е. М. Молочкиной, канд. биол. наук В. В. Белова. – Электрон. дан. – Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2017. – 749 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/103034>.

7. Нельсон, Д. Основы биохимии Ленинджера: в 3 т. Т. 2: Биоэнергетика и метаболизм [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Д. Нельсон, М. Кокс ; под ред. А. А. Богданова и С. Н. Кочеткова ; пер. с англ. канд. хим. наук Т. П. Мосоловой, канд. хим. наук Е. М. Молочкиной, канд. биол. наук В. В. Белова, канд. хим. наук Н. Л. Арюткиной и канд. биол. наук О. М. Алексеевой. – Электрон. дан. – Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2017. – 691 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/103033>.

8. Нельсон, Д. Основы биохимии Ленинджера: в 3 т. Т. 3: Пути передачи информации [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Д. Нельсон, М. Кокс ; под ред. А. А. Богданова и С. Н. Кочеткова ; пер. с англ. канд. хим. наук Т. П. Мосоловой и канд. биол. наук О. В. Ефременковой. – Электрон. дан. – Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2017. – 451 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/103035>

9. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии [Текст] / ред. К. Уилсон, Дж. Уолкер ; пер. с англ.: Т.П. Мосолова, Е.Ю. Бозелек-Решетняк ; ред. пер.: А. В. Левашов, В.И. Тишков. – Москва : БИНОМ, Лаборатория знаний, 2012. – 848 с.

10. Смирнов А.Н. Эндокринная регуляция. Биохимические и физиологические аспекты: учеб. пособие /под ред. В.А.Ткачука. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. – 368 с.

11. Спирин А.С. Молекулярная биология. Рибосомы и биосинтез белка. – М.: Академия, 2011. – 512 с.

12. Физиология эндокринной системы /под ред. Дж. Гриффина и С. Охеды; пер. с англ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. (Лучший зарубежный учебник). – 496 с.

13. Krauss G. Biochemistry of Signal Transduction and Regulation/ Second Edition. – Wiley- VCH Verlag GmbH, 2001. – 526 p.

14. Price N., Stevens L. Fundamental,s of enzymology: the cell and molecular biology of catalytic proteins. - 3<sup>rd</sup>.ed. – Oxford University Press, 2001. – 478 p.

Программу составил



канд. биол. наук Н.М. Титова