

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ «БИОХИМИЯ»
ПО НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ
1.5.4. БИОХИМИЯ**

I. Пояснительная записка

Программа составлена на основе федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов).

Уровень знаний поступающего оценивается экзаменационной комиссией по 100-балльной системе. Максимальная оценка соответствует **100** баллам. Минимальное количество баллов для успешного прохождения вступительного испытания составляет **60**.

Цель вступительных экзаменов – оценка базовых знаний соискателя с точки зрения их достаточности для научной работы по направлению «Биохимия» и выявление наличия у него способностей к аналитической, научной работе.

Вступительный экзамен представлен в виде устного ответа на два вопроса экзаменационного билета на основе программы.

Экзаменационный билет содержит два вопроса. По итогам экзамена выставляется дифференцированная оценка, в ней отражается качество ответов на экзаменационные вопросы, содержащиеся в билете, и на дополнительные вопросы к ним.

Критерии оценивания ответа следующие:

0-59 б.:

- тематика вопроса не отражена в ответе;
- в ответе представлены взгляды, не опирающиеся на достижения науки;
- ответ противоречит логике;
- в нем не используется научная терминология;
- выводы либо отсутствуют, либо противоречат современному научному знанию.

60-69 б.:

- ответ не раскрывает содержание вопроса, в нем не отражены необходимые факты, термины и понятия;

- не выявлены условия и факторы, определявшие характер описываемых явлений и процессов;
- не обозначены научные концепции, сложившиеся при осмыслении этих явлений и процессов;
- в ответе обнаружены нарушения логики, не используется научная терминология;
- не сформулированы необходимые выводы.

70-79 б.:

- ответ в основном раскрывает содержание вопроса, в нем отражена часть необходимых фактов, терминов и понятий;
- выявлены некоторые условия и факторы, определявшие характер описываемых явлений и процессов; обозначены некоторые проявившиеся в них тенденции и закономерности; частично названы источники, позволяющие раскрыть содержание этих явлений и процессов;
- обозначены отдельные научные концепции, сложившиеся при осмыслении этих явлений и процессов;
- в ответе обнаружены нарушения логики, научная терминология используется частично, необходимые выводы сформулированы не полностью.

80-89 б.:

- ответ раскрывает содержание вопроса, в нем отражена большая часть необходимых фактов, терминов и понятий;
- выявлены основные условия и факторы, определявшие характер описываемых явлений и процессов;
- обозначены главные проявившиеся в них тенденции и закономерности;
- дана общая характеристика источников, позволяющие раскрыть содержание этих явлений и процессов;
- представлены ключевые научные концепции, сложившиеся при осмыслении этих явлений и процессов;
- ответ в целом логичный, с использованием научной терминологии, содержит необходимые выводы.

90-100 б.:

- ответ в полной мере раскрывает содержание вопроса, в нем отражены все необходимые факты, термины и понятия;
- выявлены все условия и факторы, определявшие характер описываемых явлений и процессов;

- обозначены проявившиеся в науке тенденции и закономерности;
- дана полная характеристика источников, позволяющая раскрыть содержание этих явлений и процессов;
- представлен анализ ключевых научных концепций, сложившихся при осмыслении этих явлений и процессов;
- ответ логичный, с опорой на научную терминологию, содержит необходимые выводы.

II. Основное содержание

Введение.

Биохимия как наука. Краткая история биохимии. Разделы современной биохимии. Роль и место биохимии в системе естественных наук. Живое и неживое: общее и особенное. Уровни структурной организации биологических макромолекул. Динамическое состояние постоянства биохимических параметров живых организмов. Что определяет 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. pH и буферные системы, pK-константа диссоциации.

Аминокислоты и белки.

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 (альфа-спираль, бета-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. 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.

Ферменты.

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. 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. Физикохимические 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.

Углеводы и их биологическая роль. Химический состав и свойства. Стереохимия углеводов. Реакционноспособность 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), гликофосфолипидов (цереброзидов, ганглиозидов), стероидов (стероидов, желчных кислот, стероидных гормонов). Липопротеины. Иодирование, окисление, омыление жиров. Иодное число, кислотное число.

Мембраны.

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. Современные представления о мембранных доменах. Апоикальные и латеральные мембранный домены. 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. Ионифоры: виды и характеристики. Виды переноса веществ и сигналов через мембраны. Экзоцитоз и эндоцитоз. Транспорт высокомолекулярных белковых молекул через мембрану. Внутриклеточный транспорт. Кинезин, динеин.

Витамины.

Общее понятие о витаминах, классификация, номенклатура, функции. Гиповитаминоз, авитаминоз, гипервитаминоз. Структура, свойства, распространение в природе, биологическая роль важнейших представителей витаминов: А, О, Е (токоферол), К, О (убихинон), Е, никотинамид, витамины группы В, 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. Аутоиммунные заболевания. Абзимы — антитела, обладающие ферментативной активностью.

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, С-белков, фосфатидилинозит-4, 5 - дифосфата и Ca^{2+} в регуляторных системах клеток. Удаление сигнальных молекул.

Метаболизм.

Понятие потока энергии. Биосфера: энергетические (трофические) уровни и пищевые цепи. Функции метаболизма. Понятия: анаболизм и катаболизм. Законы химической термодинамики. Значение мембранного потенциала для обмена энергией. Изменение свободной энергии и равновесие химических реакций. Образование, трансформация и хранение энергии в клетке. Понятие и значение амфиболической стадии метаболизма. 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 Н-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. Патологические состояния при нарушении углеводного обмена. Фотосинтез. Строение хлоропластов, пигменты фотосинтеза. Световая и темновая стадии, биохимические аспекты фотосинтеза. Пигменты фотосинтеза. Фотофосфорилирование. Циклическое фотофосфорилирование. Цикл Кальвина. Фотодыхание. С₃, С₄, САМ-пути фиксации углерода, их эффективность.

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), Воокисление жирных кислот. Энергетика окисления жирных кислот. Окисление ненасыщенных жирных кислот. Локализация процессов распада липидов. Биосинтез «кетонных» тел (ацетоацетат, ацетон, В-оксибутират) — кетогенез. Биосинтез жирных кислот — липогенез: транспорт внутримитохондриального ацетил-КоА в цитоплазму, образование малонил-КоА, синтез насыщенных жирных кислот. Синтаза 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 депуризированной ДНК, химически модифицированных азотистых оснований, 303-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. 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 механизмы регуляции и саморегуляции.

Основные уровни регуляции процессов метаболизма. Автономная саморегуляция. Фундаментальные принципы автономной саморегуляции ферментов: кинетические

свойства фермента (характеризуемые величинами K_M и V_{max}); аллостерические эффекты субстрата и/или продукта. Понятие об альтернативных путях метаболизма одного субстрата. Резервные пути метаболизма как способ защиты клетки от нежелательного накопления общего субстрата или одного из продуктов. Роль изоферментов в обеспечении специфичности метаболизма в разных типах клеток. Ключевой фермент метаболического пути; пункты вторичного контроля. Нейрогормональная регуляция.

Медиаторы и гормоны. Эндокринная система. Мембранный и внутриклеточный механизмы действия гормонов. Рецепторы гормонов. Системы трансмембранного преобразования гормонального сигнала. Аденилатциклазная система. Циклические нуклеотиды и другие вторичные посредники между внешним стимулом и внутриклеточными исполнителями. Роль протеинкиназ в обеспечении специфичности клеточного ответа. Стероидные и тиреоидные гормоны как регуляторы экспрессии генов. Низкомолекулярные белки межклеточного общения и их клеточные рецепторы.

Регуляция на генетическом уровне. Биосинтез белков (в том числе ферментов) как процесс реализации наследственной информации. Репликация ДНК. Молекулярные механизмы выявления и устранения дефектов в структуре ДНК. Ферменты и сигналы транскрипции. Биосинтез информационной (матричной) РНК; ее созревание (процессинг). Механизмы трансляции: роль рибосомных и транспортных РНК; генетический код, его свойства. Посттрансляционная модификация белка. Единство механизмов регуляции всех трех уровней.

Методы биохимических исследований.

Способы фракционирования биологических жидкостей и гомогенатов тканей. Методы фракционирования и очистки белков: высаливание; ультрацентрифугирование; ультрафильтрация; электрофорез; изоэлектрофокусирование; разные варианты хроматографии. Диализ и его применение. Методы количественного анализа белковых фракций крови, их информативность. Методы количественного определения суммарных и индивидуальных белков. Определение первичной и высших структур белковых молекул. Теоретические основы хроматографии, спектрофотометрии, рН-метрии, радиоиммунного и иммуноферментного методов анализа. Аппаратура для биохимического анализа. Способы обработки экспериментальных данных. Составление таблиц и графиков, иллюстрирующих экспериментальные данные.

III. Вопросы и экзаменационные задания

1. Белковые молекулы – основа жизни.

2. Строение и классификация протеиногенных аминокислот.
3. Важнейшие физико-химические свойства аминокислот.
4. Типы связей между аминокислотами в молекуле белка.
5. Уровни пространственной организации белка, первичная структура белка.
6. Вторичная структура белка, ее главные варианты.
7. Третичная структура белка. Понятие о доменной организации белковых молекул.
8. Четвертичная структура белка. Конформация белка, роль конформационных переходов в функционировании белковых молекул.
9. Факторы денатурации белка; ее механизмы. Ренатурация белка.
10. Углеводы: определение, классификация.
11. Общее представление о биологической роли и способах построения олигосахаридных структур и гликозаминогликановых цепей.
12. Биологическое значение углеводов.
13. Липиды: определение, строение, классификация.
14. Биологическая роль липидов.
15. Строение и функции биологических мембран.
16. Структурные особенности и роль белковых и углеводных компонентов мембраны.
17. Строение и биологическая функция мононуклеотидов.
18. Биосинтез нуклеотидов.
19. Нуклеопротеины: общая характеристика белковых и полинуклеотидных компонентов.
20. Пространственная организация молекул РНК.
21. Пространственная организация молекул ДНК.
22. Катаболизм нуклеиновых кислот, субстратная специфичность нуклеаз.
23. Распад мононуклеотидов.
24. Природа химического катализа.
25. Энергия активации. Уравнение Аррениуса.
26. Особенности ферментов как биокатализаторов.
27. Классификация ферментов, их номенклатура и индексация.
28. Строение ферментов: активный центр, его адсорбционный и каталитический участки.
29. Строение ферментов: аллостерические центры, их регуляторные функции.
30. Теория индуцированного соответствия активного центра структуре субстрата.
31. Основные этапы ферментативного катализа.

32. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Главные кинетические константы, их физический смысл.
33. График зависимости скорости ферментативной реакции от концентрации субстрата (кривая насыщения).
34. Коферментные функции витаминов.
35. Митохондриальное окисление. Компоненты дыхательной цепи.
36. Субстратное фосфорилирование.
37. Химизм реакций цикла трикарбоновых кислот.
38. Ключевые ферменты цикла трикарбоновых кислот.
39. Немитохондриальное окисление.
40. Микросомальная система окисления ксенобиотиков, ее функциональное значение.
41. Источники образования активных форм кислорода.
42. Роль активных форм кислорода в метаболических процессах.
43. «Дыхательный взрыв» в макрофагах и нейтрофилах. Вклад образуемых активных форм кислорода в механизмы антибактериальной защиты.
44. Перекисное окисление липидов.
45. Пути метаболизма глюкозы.
46. Пентозофосфатный путь метаболизма глюкозы, его локализация в клетке, химизм, лимитирующие и регуляторные звенья, их роль.
47. Аэробный распад глюкозы и гликогена, химизм, регуляция, роль.
48. Синтез и распад гликогена.
49. Глюконеогенез.
50. Гликолиз, его роль.
51. Понятие о гликолитической оксидоредукции.
52. Роль желчи в переваривании липидов и всасывании образующихся продуктов.
53. Катаболизм триацилглицеролов.
54. Активация глицерола и его обмен.
55. Катаболизм жирных кислот.
56. Пути биосинтеза и катаболизма мембранных липидов.
57. Синтез и утилизация кетоновых тел.
58. Декарбоксилазы аминокислот: химизм и роль катализируемой реакции.
59. Окислительное дезаминирование аминокислот.
60. Реакции переаминирования (трансаминирования): механизм реакции; роль витамина В6.
61. Локальный и общий пути обезвреживания аммиака у человека.

62. Роль аминокислот в биосинтезе пуриновых и пиримидиновых мононуклеотидов.
63. Способы фракционирования биологических жидкостей и гомогенатов тканей.
64. Методы фракционирования и очистки белков.
65. Диализ и его применение.
66. Методы количественного определения суммарных и индивидуальных белков.
67. Теоретические основы хроматографии.
68. Теоретические основы спектрофотометрии.
69. Теоретические основы рН-метрии.
70. Теоретические основы радиоиммунного и иммуноферментного методов анализа

IV. Список литературы для подготовки

а) основная литература

1. Ауэрман Т.Л. Основы биохимии: учеб. пособие / Т.Л. Ауэрман, Т.Г. Генералова, Г.М. Сусянок. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 400с.
2. Наглядная медицинская биохимия: [учебное пособие] / Дж. Г. Солвей; пер. с англ. А. П. Вабищевич, О. Г. Терещенко; под ред. Е. С. Северина. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2018. – 159 с.
3. Биологическая химия в вопросах и ответах: учебное пособие для использования в учебном процессе образовательных организаций, реализующих программы высшего образования по специальностям 31.05.03 "Стоматология", 31.05.01 "Лечебное дело" / Т. П. Вавилова, О. Л. Евстафьева. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва : ГЭОТАРМедиа, 2016 . – 119 с.
4. Биохимия: учебное пособие / М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Рос. экон. ун-т им. Г. В. Плеханова", Казан. ин-т (фил.); [авт.-сост.:] Г. Г. Сергеенко. – Казань: [КИ (фил.) РЭУ им. Г. В. Плеханова], 2014. – 82 с.
5. Биохимия растений / Ганс- Вальтер Хелдт; пер. с англ. М. А. Брейгиной [и др.]; под ред. А. М. Носова, В. В. Чуба. – Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 471с.
6. Биологическая химия с упражнениями и задачами: учебник / под ред. С. Е. Северина. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. – 624 с.
7. Зезеров Е. Г. Биохимия (общая, медицинская и фармакологическая). Курс лекций (+ CD-ROM). – М.: Медицинское информационное агентство, 2014. – 456 с.
8. Корженевская М. А., Анисимова Л. Е., Болонина В. П., Розенфельд С. В., Степанов Н. Н., Того Е. Ф. Молекулярная биология и патология клетки: курс лекций для студентов

- медицинских вузов: в 4-х частях: Часть 1. Структура и функция клетки. – СПб: СПбГМУ, 2011. – Ч. 1. – 55 с.
9. Коваленко Л. В. Биохимические основы химии биологически активных веществ: учебное пособие. – М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2012. – 229 с.
 10. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии / под ред. К. Уилсон, Дж. Уолкер; пер. с англ. – 2-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 848 с.
 11. Рубан Э. Д. Генетика человека с основами медицинской генетики: учебник. – 3-е изд., стер. – Ростов н/Д: Феникс, 2013. – 319 с.
 12. Таганович А. Д., Олецкий Э. И., Котович И. Л. Патологическая биохимия. – М.: Бином, 2015. – 448 с.
 13. Комов В. П., Шведова В. Н. Биохимия: учебник для вузов. – 3-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2008. – 638 с.

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Лекции по биохимии <https://biokhimiya.ru/lekcii-po-biohimii.html>
2. Лекции по биохимии МГУ <https://teach-in.ru/course/biochemistry>
3. Биохимия и молекулярная биология. Конспект лекций http://bio.sfu-kras.ru/files/1860_Konspekt_lekcii_Biohimiya.pdf
4. <https://studfile.net/preview/11636223/>
5. <https://mipt.ru/online/khimiya/lektsii-po-biokhimi-kuulikov-e-e-osen-2020.php>