

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Марийский государственный университет»  
Биолого-химический факультет



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе и  
инновационной деятельности

*Леухин* / Леухин А.Н.  
(подпись / Ф.И.О.)

«15» *апреля* 2013 г.

**ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА  
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
03.01.04 – Биохимия**

(Биологические науки)

Настоящая программа составлена в соответствии с программой-минимум к кандидатскому экзамену по специальности научных работников 03.01.04 – Биохимия, утвержденной приказом Минобрнауки РФ от 08.10.2007 № 274; паспорта специальности научных работников 03.01.04 – Биохимия.

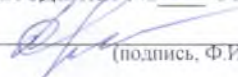
Программа разработана: профессором кафедры биохимии и физиологии Самарцевым В.Н., д.биол.н., проф.; доц. кафедры биохимии и физиологии Поповой О.В., к.биол.н., заведующей каф. биохимии и физиологии Дробот Г.П., к.биол.н.. доц.

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры


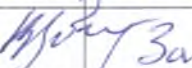
Биохимии и физиологии

(название кафедры)

протокол заседания № 9 от «10» апреля 2013 г.

 Дробот Г.П.  
(подпись, Ф.И.О. зав. кафедрой)

**Сведения о переутверждении программы кандидатского экзамена и регистрация изменений**

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата заседания кафедры, Ф.И.О., подпись зав. кафедрой)	Автор изменения (Ф.И.О., подпись)	Номер изменения
2013-2014	№9 от 24.04.2014.	 Забиткин В.А.	без изменений
2014-2015	№7 от 06.03.2015.	 Забиткин В.А.	изменение №1

## **1. Общие положения**

Настоящая программа предназначена для лиц, сдающих кандидатский экзамен по специальной дисциплине 03.01.04 – Биохимия. В основу данной программы положены следующие разделы: физико-химические основы биохимии; структура и физико-химические свойства низкомолекулярных соединений, входящих в состав биологических объектов; структура и свойства биополимеров; обмен веществ и энергии в живых системах; хранение и реализация генетической информации; взаимосвязь и регуляция процессов обмена веществ в организме.

Цель экзамена – установить глубину профессиональных знаний соискателя ученой степени, уровень подготовленности к самостоятельной научно-исследовательской работе.

Настоящая программа определяет порядок проведения кандидатского экзамена по специальной дисциплине и состоит из типовой программы, вопросов к кандидатскому экзамену и рекомендуемой литературы. Материал типовой программы формирует общую теоретическую базу и обязателен для изучения всеми соискателями ученой степени. Обязательным приложением к настоящей программе является дополнительная программа, разрабатываемая соответствующей кафедрой с учетом профиля диссертационного исследования соискателя. Материал дополнительной программы ориентирован на различные направления подготовки диссертационной работы и изучается в объеме, необходимом для поставленной научной задачи.

## **2. Процедура проведения экзамена**

Кандидатский экзамен проводится по усмотрению экзаменационной комиссии по билетам или без билетов. Для подготовки ответа экзаменуемый использует экзаменационные листы.

На каждого экзаменуемого заполняется протокол приема кандидатского экзамена, в который вносятся вопросы билетов и вопросы, заданные членами комиссии.

Уровень знаний оценивается на "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно".

Экзаменационные билеты должны включать два вопроса в соответствии с разделами типовой программы и один вопрос в соответствии с разделами дополнительной программы.

## **3. Типовая программа**

### **1. Общие вопросы**

Предмет и задачи биологической химии. Биохимия в системе биологических дисциплин. Связь биологической химии с сопредельными дисциплинами — биофизикой, биоорганической химией, цитологией, микробиологией, генетикой, физиологией. Место биохимии в системе наук, связанных с физико-химической биологией. Основные этапы развития биохимии. Молекулярная биология и генетика и их связь с биохимией. Практические приложения биохимии; биохимия как фундаментальная основа биотехнологии. Направления и перспективы развития биохимии.

Жизнь как особая форма движения материи. Проблема возникновения жизни и предбиологической эволюции. Роль структурной организации клетки в явлениях жизни. Компартиментация веществ и процессов в клетке. Значение обмена веществ (катаболизм и анаболизм) в явлениях жизни. Принципы регуляции процессов обмена веществ в клетке. Генетическая информация и ее значение. Эволюционная биохимия.

Академики А.Н. Бах, А.И. Опарин, В.С. Гулевич, А.В. Палладин, А.Н. Белозерский, В.А. Энгельгардт, А.Е. Браунштейн, С.Е. Северин и их роль в создании отечественной школы биохимиков. Развитие биохимии, и ее связи с практикой: агрономией, микробиологией, биотехнологией, медициной и ветеринарией. Важнейшие журналы, справочные и обзорные издания по биохимии. Понятие о биоинформатике. Базы данных о белковых структурах, ДНК-последовательностях, ферментах.

Общая характеристика веществ, входящих в состав организмов, их роль и значение. Роль минеральных элементов, белков, липидов, углеводов, витаминов в обмене веществ и в питании человека и животных. Калорийность и усвояемость пищевых продуктов. Незаменимые факторы питания.

### **2. Физико-химические основы биохимии**

Физико-химическая характеристика воды как универсального растворителя в биологических системах. Вода и ее роль в живых организмах. Основные понятия электрохимии водных растворов. Закон действующих масс, константы диссоциации кислот и оснований, водородный показатель (рН), буферные растворы. Основные физико-химические методы, применяемые в биохимии:

спектрофотометрия, флуорометрия, ЭПР- и ЯМР- спектроскопия, хроматография, калориметрия, электрофорез, вискозиметрия, рентгено- структурный анализ. Основы химической кинетики: молекулярность и порядок реакции; константы скоростей химических реакций и факторы, влияющие на скорости и равновесия реакций. Гомогенный и гетерогенный катализ.

### **3. Структура и физико-химические свойства низкомолекулярных соединений, входящих в состав биологических объектов**

Природные аминокислоты. Различные способы классификации аминокислот. Общие и специфические реакции функциональных групп аминокислот. Ионизация аминокислот. Методы разделения аминокислот и пептидов. Природные олигопептиды. Глютатион и его значение в обмене веществ.

Аминокислоты как составные части белков. Физические и химические свойства протеиногенных аминокислот. Селеноцистеин. Непротеиногенные кислоты. Незаменимые аминокислоты. Полипептиды.

Природные углеводы и их производные. Классификация углеводов. Стереохимия углеводов. Наиболее широко распространенные в природе гексозы и пентозы и их свойства. Конформация моносахаридов. Взаимопревращения моносахаридов. Гликозиды, amino-, фосфо- и сульфосахариды. Дезоксисахара. Методы разделения и идентификация углеводов.

Липофильные соединения и классификация липидов. Жирные кислоты. Изомерия и структура ненасыщенных жирных кислот. Полиненасыщенные жирные кислоты. Нейтральные жиры и их свойства. Фосфолипиды. Гликолипиды и сульфолипиды. Стерины, холестерин, желчные кислоты. Диольные липиды. Полярность молекулы фосфатидов. Участие фосфатидов и других липидов в построении биологических мембран. Воска и стероиды. Изопреноиды. Терпеноиды и каротиноиды.

Пуриновые и пиримидиновые основания. Нуклеозиды и нуклеотиды. Циклические нуклеотиды. Минорные пуриновые и пиримидиновые основания. Комплексообразующие свойства нуклеотидов.

Витамины, коферменты и другие биологически активные соединения. Роль витаминов в питании животных и человека. Витамины как компоненты ферментов. Жирорастворимые витамины. Витамин А. Каротиноиды и их значение как провитаминов А. Витамин Д и его образование. Витамин Е. Витамин К. Нафтохиноны и убихинон. Водорастворимые витамины. Витамин В1. Каталитические функции тиаминпирофосфата. Витамины В2 и РР. Участие витаминов В2 и РР в построении коферментов аэробных и анаэробных дегидрогеназ. Витамин В6 и его каталитические функции. Пантотеновая кислота. Липоевая кислота. Витамин В12. Фолиевая кислота и дигидроптеридин. Другие витамины и витаминоподобные вещества комплекса В. Витамин С. Ферментативное окисление аскорбиновой кислоты. Биофлавоноиды, рутин. Витамины – антиоксиданты. Витамины – прокоферменты. Витамины – прогормоны. Прочие известные в настоящее время витамины. Антивитамины. Динуклеотидные коферменты. Нуклеотиды как коферменты. Простагландины как производные полиненасыщенных жирных кислот. Биогенные амины. Ацетилхолин. Железопорфирины. Хлорофилл и другие растительные пигменты.

Минеральный состав клеток. Микроэлементы. Методы аналитической бионеорганической химии.

### **4. Структура и свойства биополимеров**

Специфическая роль белковых веществ в явлениях жизни. Принципы выделения, очистки и количественного определения белков. Пептидная связь, ее свойства и влияние на конформацию полипептидов. Теория строения белковой молекулы. Ковалентные и нековалентные связи в белках. Работы А.Я. Данилевского, Э. Фишера, Ф. Сенгера, Л. Полинга. Уровни структурной организации белков. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура белков. Методы определения первичной структуры белка. Упорядоченные и неупорядоченные вторичные структуры. Супервторичные структуры. Примеры. Принципы и методы изучения структуры белков. Соотношение между первичной структурой и структурами более высокого порядка в белковой молекуле. Значение третичной структуры белковой молекулы для проявления ее биологической активности. Амфипатия полипептидных цепей. Динамичность структуры белка. Величина и форма белковых молекул. Глобулярные и фибриллярные белки. Структура фибриллярных белков. Изоэлектрическая точка белков. Физические и химические свойства белков. Методы изучения белков. Конформационная динамика белковой молекулы. Денатурация белков и полипептидов. Фолдинг и рефолдинг. Шапероны. Прионы. Комплексы белков с низкомолекулярными соединениями, белок-лигандные взаимоотношения. Сольватация белков. Кристаллические белки. Методы определения

пространственного расположения полипептидных цепей. Олигомерные комплексы белков. Классификация белков. Простые и сложные белки. Альбумины, глобулины, гистоны, протамины, проламины, глутелины. Фосфопротеины, липопротеины, гликопротеины, нуклеопротеины, хромопротеины (гемопроотеины), металлопротеины. Гомологичные белки и гомологичные последовательности аминокислот в полипептидах. Предсказание пространственной организации белка на основании первичной структуры. Семейства и суперсемейства белков. Протеомика. Специфические методы очистки белков (хроматография, электрофорез белков, иммунопреципитация, выявление и картирование эпитопов с помощью моноклональных антител, ультрафильтрация, избирательное осаждение, обратимая денатурация). Реакционная способность боковых цепей аминокислотных остатков в молекулах нативных и денатурированных белков. Взаимодействие белков и малых лигандов. Структура миоглобина, гемоглобина и связывание ими кислорода.

Олиго- и полисахариды. Дисахариды и трисахариды. Крахмал и гликоген, клетчатка и гемицеллюлозы, их структура и свойства. Гетерополисахариды, гликозаминогликаны. Протеогликаны. Методы изучения первичной, вторичной и более высоких уровней структурной организации полисахаридов, гликопротеинов и протеогликанов.

Полиморфизм амфифильных соединений в водных растворах (мицеллы, эмульсии, ламеллы, бислойные структуры). Модели строения биологических мембран. Липосомы; методы их получения и изучения. Фазовые переходы в агрегатах амфифильных соединений. Проницаемость биологических мембран. Электрохимия осмотических явлений. Методы изучения биологических мембран (репортерные метки, микрокалориметрия, флуоресцентное зондирование, светорассеяние).

Типы нуклеиновых кислот. Роль нуклеиновых кислот в живом организме. Полинуклеотиды. Структура ДНК. Принцип комплементарности азотистых оснований. Минорные основания. А-, В-, С-, Т- и Z- формы ДНК. Суперспирализация ДНК. Структура и функционирование хроматина. ДНК хлоропластов и митохондрий. ДНК вирусов и бактерий. Плазмиды. Особенности строения дезоксирибонуклеиновой кислоты. Роль ДНК как носителя наследственной информации в клетке. Структура рибонуклеиновых кислот. Типы РНК: ядерная, рибосомная, транспортная, м-РНК. Взаимодействие белков и нуклеиновых кислот. Методы изучения структуры нуклеиновых кислот. Клонирование ДНК. Банки данных генов. Генная инженерия. Генотерапия. Понятие о геномике.

### **5. Обмен веществ и энергии в живых системах**

Круговорот веществ в биосфере. Биологические объекты как стационарные системы. Сопряжение биохимических реакций. Метаболические цепи, сети и циклы. Обратимость биохимических процессов. Катаболические и анаболические процессы. Единство основных метаболических путей во всех живых системах.

Ферментативный катализ, белки-ферменты. История развития энзимологии. Понятие о ферментах как о белковых веществах, обладающих каталитическими функциями. Методы выделения и очистки ферментов. Основные положения теории ферментативного катализа. Энергия активации ферментативных реакций. Образование промежуточного комплекса «фермент-субстрат», доказательства его образования. Понятие об активном центре фермента и методы его изучения. Теория индуцированного активного центра. Кинетика ферментативного катализа. Обратимость действия ферментов. Стационарное приближение при рассмотрении ферментативных реакций. Начальная скорость ферментативной реакции и метод ее определения. Уравнение Михаэлиса-Бриггса-Холдейна. Константа Михаэлиса и методы ее нахождения. Единицы активности ферментов. Стандартная единица, удельная и молекулярная активность. Активность и числа оборотов фермента. Критерии чистоты ферментных препаратов. Двухкомпонентные и однокомпонентные ферменты. Динамичность структуры и ферментативный катализ. Химические механизмы ферментативного катализа (сериновые протеазы, пиридоксальный катализ, карбогидраза, рибонуклеаза и др.). Кофакторы в ферментативном катализе. Простетические группы и коферменты. Химическая природа коферментов. Коферменты алифатического, ароматического и гетероциклического ряда. Витамины как предшественники коферментов. Значение металлов для действия ферментов. Негеминовые железопротеиды. Влияние физических и химических факторов на активность ферментов. Действие температуры и концентрации водородных ионов. Специфические активаторы и ингибиторы ферментативных процессов. Механизм ингибирования ферментов. Обратимое и необратимое, конкурентное и неконкурентное ингибирование. Изостерические и аллостерические лиганды-регуляторы. Кооперативность в ферментативном катализе. Фермент как молекулярная машина. Модели кооперативного функционирования ферментов. Локализация ферментов в клетке.



Специфичность ферментов. Классификация ферментов и ее принципы. Оксидоредуктазы, важнейшие представители. Трансферазы, важнейшие представители. Гидролазы, распространение в природе, важнейшие представители, значение их в пищевой технологии. Лиазы, важнейшие представители. Изомеразы, важнейшие представители. Лигазы, важнейшие представители. Регуляция активности и синтез ферментов. Аллостерические ферменты. Теория индуцированного синтеза ферментов Жакоба и Моно. Множественные формы ферментов, изоферменты. Мультиферментные системы. Пируватдегидрогеназа. Иммуобилизованные ферменты. Использование ферментов в биотехнологии и медицине. Энзимотерапия. Понятие об абзимах. Рибозимы.

Основные понятия биоэнергетики. АТФ – универсальный источник энергии в биологических системах. Соединения с высоким потенциалом переноса групп - макроэргические соединения (нуклеозид ди- и трифосфаты, пирофосфат, гуанидинфосфаты, ацилтиоэфир). Энергетическое сопряжение. Фосфорильный потенциал клетки. Нуклеозид ди- и трифосфаткиназы. Аденилаткиназная и креатинкиназная реакции.

Терминальное окисление. Механизмы активации кислорода. Оксидазы. Коферменты окислительно-восстановительных реакций (НАД<sup>+</sup>/НАДН, НАДФ<sup>+</sup>/НАДФН, ФМН/ФМН-Н<sub>2</sub>, ФАД/ФАД-Н<sub>2</sub>). Электронтрансферазные реакции. Убихинон, железо-серные белки и цитохромы как компоненты дыхательной цепи. Локализация окислительных процессов в клетке. Митохондрии и их роль как биоэнергетических машин. Локализация электрон- трансфераз в биологических мембранах. Структура дыхательной цепи. Химиосмотическая теория сопряжения окислительного фосфорилирования и тканевого дыхания.  $\square \square \text{H}$  и его значение. Циклический векторный перенос протона. Биологические генераторы разности электрохимических потенциалов ионов. Электрохимическое сопряжение в мембранах и окислительное фосфорилирование, синтез АТФ. Механизмы окислительного и фотофосфорилирования. Разобщители и ионофоры. Механизмы разобщения окислительного фосфорилирования и тканевого дыхания. АТФ-азы их строение и функция. Общность мембранных преобразователей митохондрий, хлоропластов и хромофоров. Эффективность аккумуляции энергии, сопряженной с переносом электронов. Альтернативные функции биологического окисления. Термогенез. Дыхательные цепи микросом. Цитохром Р-450 и окислительная деструкция ксенобиотиков. Активные формы кислорода, их образование и обезвреживание. Значение активных форм кислорода для функционирования клетки.

Свет – источник жизни на Земле. Фотосинтез как основной источник органических веществ на Земле. Работы К.А. Тимирязева. Растительные пигменты, хлорофиллы. Хроматографический метод С. Цвета и его применение в современной биохимии. Структура фотосинтетического аппарата. Строение и состав хлоропластов. Молекулярные механизмы функционирования хлоропластов. Хлорофилл и фотосинтетические антенны. Структура фотосинтетических реакционных центров. Генерация и роль АТФ в процессах фотосинтеза. Фотолиз воды и световые реакции при фотосинтезе. Работы А.П. Виноградова. Темновые реакции при фотосинтезе. Ферредоксины. Цикл Кальвина. Применение меченых атомов при изучении обмена веществ, в частности, химизма фотосинтеза. Роль пигментов в процессе фотосинтеза. Хемосинтез. Исследования С.Н. Виноградского. Химизм хемосинтеза. Генерация и роль АТФ в процессах хемосинтеза.

Биохимия пищеварения. Органная специфичность пищеварительных протеаз, липаз, гликозидаз. Распад белков, липидов и углеводов в процессе пищеварения. Роль желчных кислот в метаболизме липофильных соединений. Пристеночное пищеварение в кишечнике. Транспорт метаболитов через биологические мембраны. Понятие об активном транспорте, секреции, пиноцитозе.

Углеводы и их ферментативные превращения. Фосфорные эфиры сахаров и роль фосфорной кислоты в процессах превращения углеводов в организме. Ферменты, катализирующие взаимопревращения сахаров и образование фосфорных эфиров. Продукты окисления и восстановления моносахаридов. Роль многоатомных спиртов в углеводном обмене. Образование уроновых кислот и биогенез пентоз у растений. Гликозиды и дубильные вещества, их свойства, ферментативные превращения и роль в пищевой промышленности. Ферменты, гидролизующие олигосахариды. Нуклеозиддифосфатсахара и их роль в биосинтезе олигосахаридов и полисахаридов. Гликозилтрансферазы. Амилазы. Распространение в природе и характеристика отдельных амилаз. Роль амилаз в промышленности и пищеварении. Взаимопревращения крахмала и сахарозы в растениях. Биосинтез крахмала и гликогена. Полифруктозиды, клетчатка и гемицеллюлозы, их свойства, ферментативные превращения и роль в пищевой промышленности. Гетерополисахариды, гликозаминогликаны, их синтез и участие в построении соединительной ткани. Углеводы водорослей

(агар, альгиновая кислота, каррагинан). Общая характеристика процессов распада углеводов. Гликолиз и гликогенолиз как метаболическая система. Взаимосвязь процессов гликолиза, брожения и дыхания. Спиртовое, молочнокислое, маслянокислое брожение. Работы Л. Пастера. Значение работы Э. Бухнера. Основные и побочные продукты брожения. Химизм анаэробного и аэробного распада углеводов. Структура и механизм действия отдельных ферментов гликолиза и гликогенолиза. Энергетическая эффективность гликолиза, гликогенолиза и брожения. Аэробный и анаэробный распад углеводов. Механизм окисления пировиноградной кислоты. Цикл дикарбоновых и трикарбоновых кислот. Энергетическая эффективность цикла. Структура и механизм действия отдельных ферментов цикла ди- и трикарбоновых кислот. Прямое окисление углеводов. Пентозофосфатный путь. Глиоксилатный цикл. Образование органических кислот в растениях и при так называемых «окислительных брожениях». Глюконеогенез. Растительное сырье и микробиологические процессы как источник пищевых органических кислот.

Липолиз. Ферментативный гидролиз жиров. Липазы, распространение в природе и характеристика. Липоксигеназы, их свойства, механизм действия и роль в пищевой промышленности. Окислительный распад жирных кислот. Энергетическая эффективность распада жирных кислот. Роль карнитина в метаболических превращениях жирных кислот. Бета-, альфа- и омега-окисление жирных кислот. Коэнзим А и его роль в процессах обмена жирных кислот. 4-фосфоанттетин и его роль в биосинтезе жирных кислот. Биосинтез жирных кислот. Синтаза жирных кислот. Биосинтез триглицеридов. Превращение жиров при созревании и прорастании семян и плодов. Ферментативные превращения фосфатидов. Строение и функции мембран в клетке. Значение фосфатидов в пищевой промышленности. Биосинтез холестерина и его регуляция. Значение холестерина в организме. Синтез желчных кислот. Стероиды как провитамины Д. Эфирные масла и их превращение в растениях. Каучук и гутта. Биосинтез изопреноидов, терпеноидов и каротиноидов.

Пути включения углерода, азота, серы и др. неорганических соединений в органические вещества. Ассимиляция молекулярного азота и нитратов. Нитрогеназа, нитратредуктаза и нитритредуктаза. Первичный синтез аминокислот у растительных организмов и микробов. Заменяемые и незаменимые аминокислоты. Пути повышения пищевой ценности растительных белков. Кетокислоты как предшественники аминокислот. Прямое аминирование. Переаминирование и другие пути превращения аминокислот. Аминотрансферазы. Другие пути биосинтеза аминокислот. Вторичное образование аминокислот при гидролизе белков. Специфический распад и превращения отдельных аминокислот. Протеолитические ферменты — пептидгидролазы, общая характеристика и распространение в природе. Отдельные представители (пепсин, трипсин, химотрипсин, папаин, сычужный фермент, аминок- и карбоксипептидазы, лейцинаминопептидаза). Активирование протеиназ типа папаина сульфгидрильными соединениями. Лизосомы. Использование протеолитических ферментов в промышленности и медицине. Биохимия распада аминокислот. Деаминарование аминокислот. Типы деаминарования. Роль аспарагина, глутамина и мочевины в обмене азота. Орнитиновый цикл. Структура и механизм действия трансаминаз и отдельных ферментов цикла мочевинообразования. Амины и алкалоиды, пути их образования и превращений. Распад нуклеопротеинов. Нуклеазы. Синтез и распад пуриновых нуклеотидов. Уреотелия, урикетелия и аммонителия. Синтез и распад пиримидиновых нуклеотидов. Синтез гема. Распад гема и обезвреживание билирубина.

Молекулярные основы подвижности биологических систем. Структура поперечно-полосатой и гладкой мускулатуры. Сократительные белки. Модели функционирования мышц. Подвижность жгутиков и ресничек у микроорганизмов.

Поддержание ионного гомеостаза клеток. Транспортные АТФазы и ионные каналы.

Биохимические основы передачи нервного импульса. Ионные потоки при возбуждении нерва. Синаптическая передача возбуждения. Медиаторы центральной нервной системы. Ацетилхолин, ацетилхолинэстераза, рецепция ацетилхолина. Рецептор ацетилхолина как пример лиганд-зависимого ионного канала.

## **6. Хранение и реализация генетической информации**

Понятия ген и оперон. Клеточный цикл. Активный и неактивный хроматин. Структура хромосом. Роль нуклеиновых кислот в биосинтезе белков. Биосинтез нуклеиновых кислот и ДНК-полимеразы. Репликация ДНК. Циклическая ДНК и технология включения генов в плазмиды. Мутации и направленный мутагенез. Работы С. Очоа и А. Корнберга. РНК-полимеразы. Информационная РНК как посредник в передаче информации от ДНК к рибосоме. Синтез мРНК,

процесс транскрипции, информосомы. Посттранскрипционный процессинг мРНК. Биосинтез белка. Активирование аминокислот. Транспортные РНК и их роль в процессе биосинтеза белка. Генетический код. Рибосомы: структура, состав и функции. Механизм считывания информации в рибосомах. Процесс трансляции. Инициация трансляции, элонгация и терминация. Полисомы. Регуляция синтеза белка. Посттрансляционные изменения в молекуле белка, процессинг. Транспорт белков, их встраивание в мембраны, и проницаемость биологических мембран для биополимеров. Проблемы клонирования ДНК. Цепные полимеразные реакции нуклеиновых кислот и их применение в биологии и медицине.

#### **7. Взаимосвязь и регуляция процессов обмена веществ в организме**

Единство процессов обмена веществ. Связь процессов катаболизма и анаболизма, энергетических и конструктивных процессов. Энергетика обмена веществ. Взаимосвязь между обменами белков, углеводов, жиров и липидов. Ключевые ферменты. Способы регулирования метаболизма. Регулирование экспрессии генов. Наследственные болезни. Посттрансляционная ковалентная модификация белков (внутриклеточные протеазы, протеинкиназы, протеинфосфатазы), метилирование, гликозилирование, амидирование и дезамидирование и др. модификации. Регулирование активности ферментов субстратом, продуктом и метаболитами. Молекулярные основы гомеостаза клетки.

Кровь, плазма, лимфа. Транспорт кислорода эритроцитами. Кривые диссоциации оксигенированного гемоглобина. Карбоксиангидраза. Буферные системы крови. Система свертывания крови. Белки плазмы крови и функциональная биохимия форменных элементов крови. Биохимические основы иммунитета. Понятие о цитокинах и хемокинах. Рецепторы цитокинов и хемокинов.

Гормоны. Классификация гормонов. Рецепторы гормонов. Тканевая и видовая специфичность рецепторов гормонов. Гормоны с трансмембранным механизмом действия. Мембранные рецепторы и вторичные посредники. Аденилатциклаза и фосфодиэстераза. Ц-АМФ как вторичный месседжер и ковалентная модификация белков-ферментов. G-белки. Рецепторзависимые ионные каналы. Инозитол-трифосфат и  $Ca^{2+}$  как вторичные посредники. Гормонзависимая химическая модификация белков. Протеинкиназы. Простагландины. Внутриклеточные и ядерные рецепторы гормонов, их влияние на экспрессию генов. Стимуляторы роста растений и микроорганизмов; гербициды; антибиотики; фитонциды и их регуляторная роль. Рецепция света живыми системами. Апоптоз, молекулярные механизмы апоптоза и митоптоза.

#### **4. Вопросы к кандидатскому экзамену по типовой программе**

1. Биохимия - наука о молекулярных основах жизни. Цели и задачи биохимии. Статическая и динамическая биохимия.

2. Структурная организация живой клетки. Состав живой материи - биомолекулы. Функциональные группы органических биомолекул, определяющие их химические свойства.

3. Белки. Элементарный состав белков. Классификация белков. Полипептидная теория химического строения белков.

4. Белки. Биологические функции белков.

5. Аминокислоты - строительные блоки белковой молекулы. Краткая характеристика аминокислот. Модифицированные аминокислоты. Незаменимые, полузаменимые и заменимые аминокислоты.

6. Классификация аминокислот на основе их боковой цепи. Физико-химические свойства аминокислот.

7. Нуклеиновые кислоты. Общая характеристика нуклеиновых кислот. Биологическая функция нуклеиновых кислот.

8. Структура нуклеотидов. Биохимические функции нуклеотидов. Основные свойства нуклеотидов.

9. Углеводы. Общая характеристика углеводов. Классификация. Моносахариды. Классификация. Распространение в природе. Физико-химические свойства моносахаридов. Проекционные формулы Хеуорса.

10. Полисахариды. Гомо- и гетерополисахариды. Крахмал, амилоза и аминопектин, физико-химические свойства крахмала.



11. Гликоген - животный крахмал, физико-химические свойства гликогена. Фруктаны: инулин, леван. Гликопротеины.
12. Целлюлоза, строение, физико-химические свойства целлюлозы. Декстраны. Пектиновые вещества.
13. Липиды. Классификация. Основные биологические функции липидов. Простые липиды: нейтральные ацилглицеролы и воски.
14. Жирные кислоты: классификация и номенклатура жирных кислот. Физико-химические свойства жирных кислот. Триацилглицеролы.
15. Липиды - основные компоненты биологических мембран. Фосфоглицериды.
16. Сфинголипиды. Ганглеозиды. Стероиды.
17. Липидный бислой - структурная основа биологических мембран. Структура и свойства биологических мембран.
18. Ферменты. Общая характеристика. Мультиферментные комплексы. Структура ферментов. Однокомпонентные и двухкомпонентные ферменты.
19. Активный центр ферментов и его функциональные группы. Общие представления о механизме ферментативного катализа, энергия активации.
20. Субстратная специфичность действия ферментов, теория индуцированного соответствия фермента и субстрата.
21. Общие представления о кинетике ферментативных реакций, влияние концентрации субстрата на скорость реакции, уравнение Михаэлиса-Ментен.
22. Влияние температуры на активность ферментов. Влияние pH среды на активность ферментов. Активаторы и ингибиторы ферментов.
23. Номенклатура ферментов, рабочее и систематическое названия ферментов. Классификация ферментов.
24. Общая характеристика метаболизма веществ и энергии. Катаболизм и анаболизм.
25. Общая характеристика катаболизма углеводов. Гликолиз. Брожение: спиртовое, молочнокислое. Биоэнергетика анаэробного разложения углеводов.
26. Гликолиз. Стадии гликолиза. Ферменты гликолиза.
27. Гликолиз. Синтез АТФ в процессе гликолиза. Регуляция гликолиза.
28. Окислительное декарбоксилирование пирувата. Пируватдегидрогеназный комплекс.
29. Цикл трикарбоновых кислот, общая характеристика. Реакции цикла трикарбоновых кислот.
30. Регуляция цикла трикарбоновых кислот.
31. Общая характеристика биологического окисления (тканевого дыхания). Источники восстановительных эквивалентов.
32. Дыхательная цепь. Комплексы дыхательной цепи. Транспорт электронов по дыхательной цепи.
33. Окислительное фосфорилирование. Разобщение окислительного фосфорилирования.
34. Биосинтез углеводов. Глюконеогенез. Регуляция глюконеогенеза.
35. Биосинтез гликогена.
36. Общая характеристика метаболизма липидов. Гидролиз триацилглицеролов. Окисление глицерина.
37. Катаболизм жирных кислот. Активация и транспорт жирных кислот.
38.  $\beta$ -окисление жирных кислот в митохондриях. Энергетика окисления жирных кислот.
39. Катаболизм фосфолипидов.
40. Биосинтез жирных кислот. Образование малонил-СoА. Цикл элонгации в синтезе жирных кислот.
41. Витамины. Общая характеристика. Номенклатура витаминов.
42. Жирорастворимые витамины.
43. Водорастворимые витамины.

## 5. Рекомендуемая литература

### 5.1. Литература, рекомендуемая экспертным советом Высшей аттестационной комиссии по биологическим наукам

1. Белки и пептиды. /Ред. Иванов В.Т., Липкин В.М. М.: Наука, 1995 г.
2. Биохимия мозга: Уч. пособие. Под ред. Ашмарина И.П., Стукалова П.Д., Ещенко С.Д. СПб.: изд-во СПбГУ, 1999 г.
3. Геннис Р. Биомембраны: Молекулярная структура и функции: Пер. с англ. - М.: Мир, 1997 г.
4. Калоус В., Павличек З. Биофизическая химия: Пер. с чешек. М.: Мир, 1985 г. Дюга Г., Пенни К. Биоорганическая химия: Пер. с англ. М.: Мир, 1983 г.
5. Кольман Я., Рем К.-Г. Наглядная биохимия: Пер. с нем. М.: Мир, 2000г.
6. Ленинджер А. Биохимия: Молекулярные основы структуры и функций клетки: Пер. с англ. М.: Мир, 1974 г., 1976 г.
7. Ленинджер А. Основы биохимии: В 3-х т.: Пер. с англ. М.: Мир, 1985 г.
8. Льюин Б. Гены: Пер. с англ. М.: Мир, 1987 г.
9. Мецлер Д. Биохимия: В 3-х т.: Пер. с англ. М.: Мир, 1980 г.
10. Молекулярная биология клетки. /Албертс Б., Брей Д., Льюис Дж. и др.: Пер. с англ. М.: Мир, 1993 г.
11. Мусил Я., Новакова О., Кунц К. Современная биохимия в схемах: Пер. с англ. М.: Мир, 1981 г., 1984 г.
12. Нейрохимия. /Ашмарин И.П., Антипенко А.Е. и др., ред. Ашмарин И.П., Стукалова П.В. М., 1996 г.
13. Овчинников Ю.А. Биоорганическая химия. М.: Просвещение, 1987 г.
14. Основы биохимии. /Уайт А., Хендлер Ф., Смит Э. и др.: В 3-х т.: Пер. с англ. М.: Мир, 1981г.
15. Плакунов В.К. Основы энзимологии. М., 2001 г.
16. Практическая химия белка: Пер. с англ. /Под ред. Дарбре А. М.: Мир, 1989 г. Авдонин П.В., Ткачук В.А. Рецепторы и внутриклеточный кальций. М.: Наука, 1994 г.
17. Проблема белка: Пространственное строение белка. /Попов Е.М., Демин В.В. и др., отв. ред. Иванов В.Т., ред. Соркина Т.И. М.: Наука, 1996 г.
18. Проблема белка: Структура и функция белка. /Попов Е.М., отв. ред. Иванов В.Т., ред. Соркина Т.И. М.: Наука, 2000 г.
19. Проблема белка: Структурная организация белка. /Попов Е.М., отв. ред. Иванов В.Т., ред. Соркина Т.И. М.: Наука, 1997 г.
20. Проблемы белка: Химическое строение белка. /Попов Е.М., Решетов П.Д., Липкин В.М. и др. М.: Наука, 1995 г.
21. Ролан Ж.-К., Селоши А., Селоши Д. Атлас по биологии клетки: Пер. с франц. М.: Мир, 1978 г.
22. Справочник биохимика. /Досон Р., Эллиот Д., Эллиот У., Джонс К.: Пер. с англ. М.: Мир, 1991 г.
23. Филиппович Ю.Б. Основы биохимии. М., 1999 г.
24. Эллиот В., Эллиот Д. Биохимия и молекулярная биология: Пер. с англ. М., 1999 г.
25. Nelson D., Cox M. Lehninger Principles of Biochemistry. 3rd ed. W.P., 2000.
26. Stryer L. Biochemistry. 4th ed. New York, 2000 г.

## 5.2. Дополнительная литература

1. Биологическая химия Березов Т.Т. М.: Медицина. – 2007 г. 710 стр.
2. Биохимия : Учебник / Под ред . Е. С. Северина. – 3-е изд., испр. – М.: Гэотар-Медиа, 2005. – 784 с.
3. Биохимия человека (комплект из 2 книг): Р. Марри, Д. Греннер, П. Мейес, В. Родуэлл — Санкт-Петербург, Мир, Бином. Лаборатория знаний, 2009 г.- 800 с.
4. Мохова Е.Н. Участие анионных переносчиков внутренней мембраны митохондрий в разобщающем действии жирных кислот / Мохова Е.Н., Хайлова Л.С. // Биохимия.- 2005.- Т.70, вып. 2.- С.197-202
5. Самарцев В.Н. Избранные главы биоэнергетики. Разобщение окислительного фосфорилирования: Учеб. пособие / Самарцев В.Н.- Йошкар-Ола, 2006.- 40с.
6. Самарцев В.Н. Методы изучения митохондрий: Метод. указания / Самарцев В.Н.- Йошкар-Ола, 2004.- 19с.

7. Скулачев В.П. Старение как атавистическая программа, которую можно попытаться отменить / Скулачев В.П. // Вестник РАН.- 2005
8. Скулачев В.П., Богачев А.В., Каспаринский Ф.О. Мембранная биоэнергетика: Учебное пособие. - М.: Издательство Московского университета, 2010. 368 с.
9. Чиркин А.А., Данченко Е.О. Биохимия. Медицинская Литература, 2010 624 стр
10. Alfadda A.A., Sallam R.M. Reactive oxygen species in health and disease // J Biomed Biotechnol. 2012. doi: 10.1155/2012/936486
11. Azzolin L., Stockum S., Basso E., Petronilli V., Forte M., Bernardi P. The mitochondrial permeability transition from yeast to mammals // FEBS Lett. 2010. V. 584 (12). P. 2504–2509.
12. Bernardi P., von Stockum S. The permeability transition pore as a Ca(2+) release channel: new answers to an old question // Cell Calcium. 2012. 22-7.
13. Divakaruni A.S., Brand M.D. The regulation and physiology of mitochondrial proton leak // Physiology (Bethesda). 2011. 192-205
14. Jastroch M., Divakaruni A.S., Mookerjee S., Treberg J.R., Brand M.D. Mitochondrial proton and electron leaks // Essays Biochem. 2010. 53-67.
15. Malhi H., Guicciardi M.E., Gores G.L. Hepatocyte death: a clear and present danger // Physiol. Rev. 2010. V. 90. P. 1165–1194.
16. Mookerjee S.A., Divakaruni A.S., Jastroch M., Brand M.D. Mitochondrial uncoupling and lifespan // Mech Ageing Dev. 2010. 463-72.
17. Rasola A., Bernardi P. Mitochondrial permeability transition in Ca(2+)-dependent apoptosis and necrosis // Cell. Calcium. 2011. V. 50. P. 222–233.
18. Sanders R.J., Ofman R., Valianpou F., Kemp S., Wanders R.J. Evidence for two enzymatic pathways for omega-oxidation of docosanoic acid in rat liver microsomes // J. Lipid. Res. 2005. V. 46. P. 1001–1008.

## Пункт 5.2 «Дополнительная литература» изложить в следующей редакции

## 5.2. Дополнительная литература

1. Биологическая химия Березов Т.Т. М.: Медицина. – 2007 г. 710 стр.
2. Биохимия: Учебник / Под ред . Е. С. Северина. – 3-е изд., испр. – М.: Гэотар-Медиа, 2005. – 784 с.
3. Биохимия человека (комплект из 2 книг): Р. Марри, Д. Греннер, П. Мейес, В. Родуэлл — Санкт-Петербург, Мир, Бином. Лаборатория знаний, 2009 г.- 800 с.
4. Мохова Е.Н. Участие анионных переносчиков внутренней мембраны митохондрий в разобщающем действии жирных кислот / Мохова Е.Н., Хайлова Л.С. // Биохимия.- 2005.- Т.70, вып. 2.- С.197-202
5. Самарцев В.Н. Избранные главы биоэнергетики. Разобщение окислительного фосфорилирования: Учеб. пособие / Самарцев В.Н.- Йошкар-Ола, 2006.- 40с.
6. Скулачев В.П. Старение как атавистическая программа, которую можно попытаться отменить / Скулачев В.П. // Вестник РАН.- 2005
7. Скулачев В.П., Богачев А.В., Каспаринский Ф.О. Мембранная биоэнергетика: Учебное пособие. - М.: Издательство Московского университета, 2010.- 368 с.
8. Чиркин А.А., Данченко Е.О. Биохимия. Медицинская Литература, 2010.- 624 с.
9. Alfadda A.A., Sallam R.M. Reactive oxygen species in health and disease // J Biomed Biotechnol., 2012. doi: 10.1155/2012/936486
10. Azzolin L., Stockum S., Basso E., Petronilli V., Forte M., Bernardi P. The mitochondrial permeability transition from yeast to mammals // FEBS Lett., 2010. V. 584 (12).- P. 2504–2509.
11. Bernardi P., von Stockum S. The permeability transition pore as a Ca<sup>2+</sup> release channel: new answers to an old question // Cell Calcium, 2012.- P.22-7
12. Divakaruni A.S., Brand M.D. The regulation and physiology of mitochondrial proton leak // Physiology (Bethesda), 2011.- P.192-205
13. Jastroch M., Divakaruni A.S., Mookerjee S., Treberg J.R., Brand M.D. Mitochondrial proton and electron leaks // Essays Biochem, 2010.- P.53-67
14. Malhi H., Guicciardi M.E., Gores G.L. Hepatocyte death: a clear and present danger // Physiol. Rev., 2010.- V.90.- P.1165–1194
15. Mookerjee S.A., Divakaruni A.S., Jastroch M., Brand M.D. Mitochondrial uncoupling and lifespan // Mech Ageing Dev., 2010.- P.463-72
16. Rasola A., Bernardi P. Mitochondrial permeability transition in Ca<sup>2+</sup>-dependent apoptosis and necrosis // Cell. Calcium, 2011.- V.50.- P.222–233
17. Sanders R.J., Ofman R., Valianpou F., Kemp S., Wanders R.J. Evidence for two enzymatic pathways for omega-oxidation of docosanoic acid in rat liver microsomes // J. Lipid. Res., 2005.- V.46., P.1001–1008

*Журналы, рекомендованные ВАК:*

1. Биологические мембраны.- М.: «Издательство «Наука», 2010-2015 гг.
2. Биохимия.- М.: «Издательство «Наука», 2010-2015 гг.
3. Биофизика.- М.: «Издательство «Наука», 2010-2015 гг.
4. Журнал эволюционной биохимии и физиологии.- СПб.: «Наука», 2010-2015 гг.