

ОДОБРЕНО

Ученым советом ИЭФБ РАН  
протокол № 3 от 22.03.2022 г.



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЭФБ РАН

М.Л. Фирсов

2022 г.

## **ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА**

в аспирантуру ИЭФБ РАН по специальности

### **1.5.4. БИОХИМИЯ**

	<i>Должность</i>	<i>Фамилия И.О.</i>	<i>Подпись</i>
<i>Согласовано</i>	<i>Ученый секретарь ИЭФБ РАН</i>	<i>Гальперина Е.И.</i>	
<i>Разработано</i>	<i>Зав. лаб., д.б.н.</i>	<i>Никифоров А.А.</i>	
	<i>Гл.н.с., д.б.н.</i>	<i>Парнова Р.Г.</i>	

Санкт-Петербург  
2022

## **ПРОЦЕДУРА ПРОВЕДЕНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА В АСПИРАНТУРУ ПО НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

### **1.5.4. Биохимия (БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ, МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ, ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ)**

На вступительном экзамене по специальности поступающий должен продемонстрировать владение категориальным аппаратом, включая знание теорий и концепций всех разделов научной специальности. Должен уметь использовать полученные знания для создания условий по сохранению здоровья в условиях нарастающего научно-технического прогресса, увеличения физической и умственной деятельности, освоения новых сред обитания.

Комиссия по приему вступительного экзамена организуется под председательством директора (зам. директора) ИЭФБ РАН. Члены комиссии назначаются из числа высококвалифицированных научно-педагогических и научных кадров, включая научных руководителей аспирантов по представлению заведующих лабораториями.

Комиссия правомочна принимать вступительный экзамен, если в её заседании участвуют не менее двух специалистов по профилю принимаемого экзамена, в том числе один доктор наук.

При приеме экзамена могут присутствовать члены соответствующего диссертационного совета организации, где принимается экзамен, директор, представители министерства или ведомства, которому подчинена организация.

Вступительный экзамен проводится по билетам. Для подготовки ответа экзаменуемый использует экзаменационные листы, которые сохраняются после приема экзамена в течение года.

На каждого поступающего заполняется протокол приема вступительного экзамена, в который вносятся вопросы билетов и вопросы, заданные поступающему членами комиссии.

Уровень знаний поступающего оценивается на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Протокол приема вступительного экзамена подписывается членами комиссии с указанием их ученой степени, ученого звания, занимаемой должности и специальности согласно номенклатуре специальностей научных работников.

Протоколы заседаний экзаменационных комиссий после утверждения руководителем научного учреждения, организации хранятся по месту сдачи вступительного экзамена в течение одного года.

## ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА В АСПИРАНТУРУ ИЭФБ РАН ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 1.5.4. «БИОХИМИЯ»

### Предмет биологической химии и её место в системе естественных наук.

**Аминокислоты.** Классификация аминокислот. Химическая структура и физико-химические свойства аминокислот. Стереохимия, амфотерность, реакционная способность аминокислот. Пути образования и распада аминокислот. Заменяемые и незаменимые аминокислоты. Механизм и биологическое значение переаминирования. Процессы дезаминирования и декарбоксилирования аминокислот. Биологическая роль пептидов.

**Белки.** Характеристика пептидной связи. Первичная структура белков. Вторичная структура белка ( $\alpha$ -спираль,  $\beta$ -слой). Третичная структура белка. Фолдинг белков. Глобулярные и фибриллярные белки. Четвертичная структура белка. Взаимодействия, обеспечивающие структуру белков (ионные взаимодействия, водородные связи, гидрофобные взаимодействия, дисульфидные связи). Особенности строения мембрано-связанных белков. Структурные белки. Конформационная стабильность и подвижность белка. Денатурация белка.

**Ферменты,** их особенности как биокатализаторов и биологическая роль. Строение ферментов, активные центры. Механизм ферментативного катализа. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Физический смысл константы Михаэлиса. Максимальные скорости ферментативных реакций. Активность и числа оборотов ферментов. Специфичность ферментативного катализа. Ингибиторы и активаторы ферментов. Обратимость ферментативных реакций. Кофакторы и простетические группы. Регуляция ферментативного катализа. Изо- и аллостерическое связывание лигандов-регуляторов с ферментами. Кооперативные эффекты в ферментативном катализе. Изоферменты.

**Нуклеиновые кислоты.** Строение нуклеиновых кислот. Пуриновые и пиримидиновые основания. Углеводные компоненты. Мононуклеотиды. Нуклеозид-моно-, ди- и трифосфаты. ДНК и РНК, их структура и функции. Принцип комплементарности и его биологическая роль. Репликация - этапы синтеза ДНК и ферменты, осуществляющие процесс репликации. Репликация линейной и кольцевой ДНК. Транскрипция и процессинг РНК, ферменты и факторы транскрипции, этапы транскрипции и процессинга. Отличия процесса транскрипции у прокариот и эукариот. Функциональная значимость отдельных участков ДНК - ген, цистрон, оперон. Принципы регуляции транскрипции. Хромосомы. Структура хроматина.

**Биосинтез белка,** его основные этапы. Активирование аминокислот. Транспортные РНК. Аминоацил-тРНК-синтетазы. Информационная (матричная) РНК и генетический код. Рибосомы и их структура. Рибосомальная РНК. Стадии биосинтеза белка – инициация, элонгация, терминация. Посттрансляционная биохимическая модификация белков и пептидов в клетках. Ферментативный гидролиз белков. Протеолитические ферменты. Ограниченный протеолиз белков и пептидов.

**Углеводы и их биологическая роль.** Классификация и номенклатура углеводов. Структура и свойства моно- и полисахаридов. Конформационные формы углеводов. Важнейшие представители углеводов. Обмен углеводов. Распад и биосинтез полисахаридов. Взаимопревращения углеводов. Анаэробный и аэробный распад углеводов. Гликолитические ферменты. Гликолиз. Окислительное (субстратное) фосфорилирование. Никотинамидные коферменты как переносчики восстановительных эквивалентов в клетке. Глюконеогенез - характеристика обходных реакций гликолиза. Физиологическое значение глюконеогенеза.

**Липиды и их биологическая роль.** Общие свойства, распространение, классификация и номенклатура липидов. Строение и свойства нейтральных липидов и фосфолипидов. Гликолипиды. Стероиды. Жирные кислоты- классификация и физиологическая роль в организме. Эссенциальные (незаменимые) жирные кислоты. Производные жирных кислот - простагландины, тромбоксаны и лейкотриены. Процессы окисления жирных кислот. Биосинтез жирных кислот, нейтральных липидов и фосфолипидов. Удлинение жирных кислот, их синтез de novo. Ацетил-коэнзим-А карбоксилаза и синтетаза жирных кислот - молекулярная организация и механизм действия. Участие фосфолипидов в мембранных процессах и процессах внутриклеточной сигнализации.

**Биологические мембраны.** Физико-химические свойства бислоистой фосфолипидной мембраны (проницаемость, подвижность молекул фосфолипидов). Химическая гетерогенность фосфолипидов мембраны. Холестерин. Специфичность фосфолипидного состава биологических мембран. Динамическая модель биологических мембран Сингера-Николсона. Липидные рафты. Периферические и интегральные белки мембран. Двумерная диффузия белков в мембранах. Асимметрия биологических мембран. Топография белков и липидных компонентов мембран. Каналы, поры, переносчики и избирательная проницаемость биологических мембран. Рецепторы (ацетилхолиновый, глутаматный, ГАМК-рецептор).

**Витамины, коферменты и другие биологически активные вещества.** Амид никотиновой кислоты. Липоевая кислота. Рибофлавин. Динуклеотиды (NAD, FAD).

Биотин. Тиамин. Пантотеновая кислота, кофермент А (CoA). Пиридоксин- и пиридоксаль-фосфаты. Аскорбиновая кислота. Ретиноиды. Токоферол. Нафто- и убихиноны. Биогенные амины. Ацетилхолин. Железо-порфирины и железосерные кластеры. Минеральный состав клеток и микроэлементы.

**Биоэнергетика.** Образование АТФ и других макроэргических соединений в процессах распада углеводов, липидов и других соединений. Терминальные процессы окисления в аэробных клетках. Структура митохондрий. Принципы структурно-функциональной организации электрон-транспортной (дыхательной) цепи митохондрий. НАД- и НАДФ-зависимые дегидрогеназы, флавиновые ферменты, убихинон, цитохромы и цитохромоксидаза. Коферменты -  $NAD^+/NAD\cdot H$ ;  $NADP^+/NADP\cdot H$ ; убихинон/убихинол - переносчики восстановительных эквивалентов. Окислительное фосфорилирование в дыхательной цепи. Энергетическое значение ступенчатого транспорта электронов от субстратов окисления к кислороду. Дыхательная цепь как преобразователь энергии (теория электрохимического сопряжения П. Митчелла). Митохондриальная АТФ – синтаза – ее структура и механизм образования АТФ из АДФ и неорганического фосфата в аэробных клетках.

**Интеграция метаболических путей в клетке и их регуляция.** Ключевые пары внутриклеточных метаболитов -  $NAD(P)^+/NAD(P)\cdot H$ ;  $ATP/ADP$ ; ацетил-CoA/CoA; лактат/пируват;  $\beta$  - оксibuтират/ацетоацетат. Регулирование активности ферментов их ковалентной модификацией: фосфорилирование, ацилирование, ADP-рибозилирование. Каскадный принцип регуляции метаболических путей. Гормоны как первичные управляющие сигналы метаболизма. Типы рецепторы гормонов. G-белки. Механизмы и результаты действия инсулина, адреналина, глюкагона на клеточный метаболизм. Вторичные посредники передачи сигналов: циклические нуклеотиды, ионы  $Ca^{2+}$ , производные фосфоинозитидов. Протеинкиназы и протеинфосфатазы. Внутриклеточная локализация биохимических процессов. Взаимосвязь углеводного, липидного и белкового обменов. Обмен веществ как единая система процессов. Тканевая специфичность клеточного метаболизма.

### **Основная литература:**

1. Биохимия под ред. Е.С. Северина, 3-е изд., М., ГЭОТАР-Медиа, 2006.
2. Метцлер Д.Е. Биохимия, 1-3 том, «Мир», М., 1980.
3. А. Ленинджер. Основы биохимии. В 3-х томах. "Мир", М., 1985.
4. Эллиот В., Эллиот Д. Биохимия и молекулярная биология. М. МАИК «Наука/Интерпериодика», 2002.
5. Л. Страйер. Биохимия. В 3-х томах. "Мир", М., 1984.

6. Р. Марри, Д. Греннер, П. Мейес, В. Родуэлл. Биохимия человека. В 2-х томах. "Мир", М., 1993
7. Г. Малер, Ю. Кордес. Основы биологической химии. "Мир", М., 1970.

#### **Дополнительная литература**

1. А. Уайт, Ф. Хендлер, Э. Смит, Р. Хилл, И. Леман. Основы биохимии. В 3-х томах. "Мир", М., 1981.
2. М.Диксон, Э. Уэбб. Ферменты. В 3-х томах. "Мир", М., 1982.
3. Э. Корниш-Боуден. Основы ферментативной кинетики. "Мир", М., 1979.
4. Ч. Кантор, П. Шиммел. Биофизическая химия. В 3-х томах. "Мир", М., 1985.
5. В. Дженкс. Катализ в химии и энзимологии. "Мир", М., 1972.
6. В. П. Скулачев. Биоэнергетика. Мембранные преобразователи энергии. "Высш. шк.», М., 1989.
7. П. Хочачка, Дж. Сомеро. Биохимическая адаптация. "Мир", М., 1988.