

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт теоретической и экспериментальной биофизики
Российской академии наук (ИТЭБ РАН)**

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института
Белецкий И.П.

» _____ 2016 г.



Принято Ученым Советом ИТЭБ РАН
Протокол № 1 от «15» декабря 2016 г.

ПРОГРАММА

**вступительных экзаменов в аспирантуру
по специальности**

БИОФИЗИКА

03.01.02

1. Общая биофизика.
2. Физика биополимеров и надмолекулярных образований.
3. Молекулярное узнавание.
4. Термодинамика и кинетика биологических процессов.
5. Биологические мембраны.
6. Биоэнергетика.
7. Биофизика биологической подвижности.
8. Биофизика клетки и ткани.
9. Регуляция биохимических и биофизических процессов.
10. Радиационная и экологическая биофизика.

1. Общая биофизика

Разнообразие жизни на Земле. Иерархия и систематика организмов. Уровни организации живого: от молекулярного до биосферного. Границы между живой и косной материей. Экологические связи: пищевые цепи, круговорот вещества и энергии.

Основы общей генетики. Хромосомы, гены, аллели. Кроссинговер. Генотип и фенотип.

Принципы биологической эволюции. Изменчивость, наследственность и естественный отбор. Мутации и рекомбинации как основа изменчивости. Физико-химические факторы эволюции и ароморфозы.

Литература:

- А.Б. Рубин. Биофизика. В 2-х томах: т.1. Теоретическая биофизика, М., 1999. т.2. Биофизика клеточных процессов, М., 2000.
- Л.А- Блюменфельд, Проблемы биологической физики. "Наука", М., 1977.
- С.Э. Шноль. Физико-химические факторы биологической эволюции. "Наука". М., 1979.

2. Физика биополимеров и надмолекулярных образований

Химические связи и межмолекулярные взаимодействия. Виды ковалентных связей. Виды межмолекулярных взаимодействий. Ионная и водородная связь. Понятие о химической структуре, конфигурации и конформации молекул.

Структура белков и нуклеиновых кислот. Синтез белка (общие представления). Природа сил, обеспечивающих стабильность структуры. Роль растворителя в стабилизации структуры (сольватация, ионная атмосфера).

Структура полисахаридов.

Липиды. Структура липидной молекулы. Природа сил, обеспечивающих структуру липидных мембран.

Связь между физико-химическими особенностями классов биомолекул -нуклеиновых кислот, белков, полисахаридов и липидов - и биологической функцией каждого из этих классов.

Литература:

- А.Б. Рубин, Биофизика. В 2-х томах: т.1. Теоретическая биофизика, М., 1999. т.2. Биофизика клеточных процессов, М., 2000.
- Л.А. Блюменфельд, Проблемы биологической физики. "Наука", М., 1977.
- М.В. Волькенштейн, Молекулярная биофизика. Наука, М., 1975.
- Ч. Кантор, П. Шиммел, Биофизическая химия. Мир, М., 1984.
- А. Ленинджер, Основы биохимии. В 3-х томах. Мир, М., 1985.
- Л. Страйер. Биохимия, в 3-х томах. Мир, М., 1984, 1985.

3. Молекулярное узнавание

Специфичность ферментативного катализа, аллостерической регуляции.
Комплементарность азотистых оснований в нуклеиновых кислотах.

Литература:

- М.В. Волькенштейн, Общая биофизика. Наука, М., 1978.
- Б. Албертс, Д. Брей, Дж. Льюис, М. Рэфф, Робертс К., Дж. Уотсон. Молекулярная биология клетки. "Мир", М., 1994., т.т. 1-3.

4. Термодинамика и кинетика биологических процессов

Закрытые и открытые системы. Первый закон термодинамики. Теплота, энергия, работа. Второй закон термодинамики. Энтропия, энтальпия, свободная энергия Гиббса, свободная энергия Гельмгольца, термодинамические потенциалы. Независимые переменные. Уравнение состояния. Экстенсивные и интенсивные величины. Кинетическая теория газов и газовые законы.

Химический потенциал. Направление самопроизвольного процесса. Химическое равновесие, константа равновесия. Концентрация, активность, коэффициент активности. Ионизационные равновесия, понятия рН и рК.

Основной постулат химической кинетики. Молекулярность и порядок реакции. Энергия активации. Кинетика ферментативного катализа. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Конкурентное и неконкурентное ингибирование.

Понятие о колебательных и автоволновых процессах. Примеры из химии, биохимии, биофизики мембран, популяционной биологии.

Литература:

- А-Б. Рубин, Биофизика. В 2-х томах: т.1. Теоретическая биофизика, М., 1999. т.2. Биофизика клеточных процессов, М., 2000.
- А. Ленинджер. Основы биохимии. В 3-х томах. Мир, М., 1985.
- Ч. Кантор, П. Шиммел, Биофизическая химия. Мир, М., 1984.

5. Биологические мембраны

Роль мембран в клетке. Молекулярный состав и структура мембран. Функции молекулярных компонентов.

Проницаемость мембран. Ионная избирательность. Ионные каналы. Трансмембранный ионный градиент. Потенциал Нернста. Доннановское равновесие. Уравнение для потенциала покоя. Эквивалентная электрическая схема.

Электрические свойства и возбудимость. Возникновение и распространение нервного импульса. Потенциал действия как автоволна. Синаптическая передача.

Пассивный и активный транспорт. Молекулы-переносчики. Виды активного транспорта и молекулярные механизмы. Мембранные АТФ-азы.

Литература:

А-Б. Рубин. Биофизика. В 2-х томах: т.1. Теоретическая биофизика, М., 1999. т.2. Биофизика клеточных процессов, М., 2000.

В.П. Скулачев, Энергетика биологических мембран. Наука, М., 1989.

А. Ленинджер. Основы биохимии. В 3-х томах, Мир, М., 1985.

Л.Страйер. Биохимия, в 3-х томах. Мир, М., 1984-1985.

6. Биоэнергетика

Макроэргические химические связи. Физические основы макроэргичности. Виды макроэргических соединений.

Гликолиз. Цикл Кребса. Субстратное фосфорилирование.

Фотосинтез. Пигментные фото-системы. Хлорофиллы. Каротиноиды.

Бактериородопсин. Система транспорта электронов. Сопряженное фотофосфорилирование. Темновые процессы фотосинтеза. Фиксация CO_2 , C_3 и C_4 растения.

Окислительно-восстановительный потенциал. Электрохимический потенциал. Цепь переноса электрона и окислительное фосфорилирование в митохондриальных и в тилакоидных мембранах. Концепция Митчелла о хемиосмотическом сопряжении.

Литература:

В.П. Скулачев, Энергетика биологических мембран. Наука, М., 1989.

Л.А. Блюменфельд. Проблемы биологической физики. "Наука", М., 1977.

А. Ленинджер, Основы биохимии. В 3-х томах. Мир, М., 1985.

Л.Страйер. Биохимия, в 3-х томах. Мир, М., 1984-1985.

А.Н.Тихонов. Вращающиеся моторы живой клетки. Соровский образовательный журнал № 6, 1999, стр.8-16.

Б. Албертс, Д. Брей, Дж. Льюис, М. Рэфф, Робертс К., Дж. Уотсон. Молекулярная биология клетки. "Мир", М., 1994., т.т. 1-3.

7. Биологическая подвижность

Движение протоплазмы. Строение и функции жгутиков и ресничек. Механизмы движения бактерий. Миозины, актин. Динеин. Кинезин.

Структура мышцы и мышечных белков.

Понятие о механохимическом сопряжении. Механизм превращения химической энергии в механическую работу в мышцах. Модель скользящих нитей. Строение тонких и толстых нитей мышечного волокна. Элементарный акт мышечного сокращения. Роль кальция в мышечном сокращении. Уравнение Хилла.

Литература

А. Ленинджер. Основы биохимии. В 3х тома, Мир, М., 1985.

А-Б. Рубин. Биофизика. В 2-х томах: т.1. Теоретическая биофизика, М., 1999. т.2. Биофизика клеточных процессов, М., 2000.

Б. Албертс, Д. Брей, Дж. Льюис, М. Рэфф, Робертс К., Дж. Уотсон. Молекулярная биология

клетки. "Мир", М., 1994., т.т. 1-3.

8. Биофизика клетки и ткани

Морфология клетки. Функциональная роль структурных компонентов.

Система транспорта белков в клетке.

Клеточный цикл. Митоз. Мейоз.

Механизмы ионно-осмотического гомеостаза клеток.

Типы межклеточных взаимодействий в тканях животных и растений. Межклеточные взаимодействия и их роль в основных тканевых процессах (рост и дифференцировка клеток, метаболическая и энергетическая кооперация клеток).

Типы тканей. Молекулярные и клеточные основы иммунитета. Основные молекулярные факторы (антиген, антитело, комплемент), клеточные факторы (В-лимфоциты, Т-лимфоциты, макрофаги) и ткани, участвующие в иммунном ответе.

Литература:

Б. Албертс, Д. Брей, Дж. Льюис, М. Рэфф, Робертс К., Дж. Уотсон. Молекулярная биология клетки. "Мир", М., 1994., т.т. 1-3.

В.П. Скулачев, Энергетика биологических мембран. Наука, М., 1989.

А.Ройт. Основы иммунологии, "Мир", 1991.

9. Регуляция биохимических и биофизических процессов

Аллостерическое регулирование ферментативной активности. Механизмы репрессии и дерепрессии в геноме. Гормоны животных. Гормоны растений. Нейромедиаторы.

Трансмембранные и внутриклеточные рецепторы. Потенциал-зависимая регуляция.

Каскадная регуляция. Протеинкиназы. Циклические мононуклеотиды. G-белки.

Фосфоинозитол. Фосфолипазы. Роль кальция в регуляции внутриклеточных процессов.

Каскадная регуляция свертывания крови и системы комплемента. Механизмы клеточной гибели. Апоптоз.

Литература:

Б. Албертс, Д. Брей, Дж. Льюис, М. Рэфф, Робертс К., Дж. Уотсон. Молекулярная биология клетки. Мир, М., 1994., т.т. 1-3.

В.Б.Розен. Основы эндокринологии. Изд. Высш. школа, 1984.

В.А.Ткачук, П.О.Авдонин. Рецепторы и внутриклеточный кальций. М., Наука, 1994.

Я.Д.Киршенблат. Телергоны – химические средства взаимодействия животных. Наука, М., 1974.

Д.А.Гомазков. Физиологически активные пептиды, М., 1995.

10. Радиационная и экологическая биофизика

Характеристика различных видов излучений. Методы регистрации излучений и дозиметрия. Окружающая радиационная среда, природный и техногенный радиационный фон.

Взаимодействие радиации с веществом. Физико-химические механизмы действия радиации на биологические объекты. Прямое и косвенное повреждение клеточных структур. Нарушение структуры и функции нуклеиновых кислот, мембран, белков. Активные формы

кислорода и эндогенные защитные системы клетки и пути модификации радиационных повреждений.

Действие электромагнитных излучений и полей на биологические системы.

Взаимодействие ультрафиолетового света с биомакромолекулами. Механизмы повреждающего действия коротковолнового ультрафиолетового света на живые организмы.

Литература:

В.И. Иванов. Курс дозиметрии. «Энергоатомиздат», М., 1988.

С.П. Ярмоненко. Радиобиология человека и животных. «Высшая школа», М., 1988.

А.М. Кузин. Природный радиационный фон и его значение для биосферы Земли. Наука, М., 1991.

В подготовке программы участвовали: д.т.н., проф. Лежнев Э.И., д.б.н., проф. Шноль С.Э., д.ф.-м.н., проф. Медвинский А.Б., д.ф.-м.н. Полозов Р.В., д.ф.-м.н. Харакоз Д.П.