

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

УТВЕРЖДАЮ



И.П. Белецкий
Директор Института

Белецкий И.П.

» _____ 2016 г.

Принято Ученым Советом ИТЭБ РАН

Протокол № 41 от «15» февраля 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. Шиммель, 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. Алберте, 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. Шиммель, 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. Доннаноовское 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 омах. Мир, М., 1984-1985.

6. Биознергетика

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 омах. 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. Диненин. 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.