

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт иммунологии и физиологии
Уральского отделения Российской академии наук
(ИИФ УрО РАН)

Утверждаю

Директор ИИФ УрО РАН

д.ф.-м.н., профессор

О.Э.Соловьёва

« 31 » марта 2022 г.



ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА

в аспирантуру по научной специальности

1.5.2 Биофизика

Екатеринбург
2022

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

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.

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.

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

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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

1. Антонов В.Ф., А.В. Коржуев. Физика и биофизика. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2006. – 236 с. (ЦНБ)
2. Джаксон М.Б. Молекулярная и клеточная биофизика. – М.: Мир: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 551 с. (ЦНБ)

3. Камкин А. Г., Киселева И.С. Физиология и молекулярная биология мембран клеток. - М.: Академия, 2008.-584 с. (ЦНБ)
4. Кнорре Д. Г., Мызина С. Д. Биологическая химия. - М.: Высшая школа, 2000.-479 с. (ЦНБ)
5. Койко Р., Саншайн Д., Бенджамини Э. Иммунология. - М.: Академия; СПб.: Филолог. фак. СПбГУ, 2008.-365 с. (ЦНБ)
6. Основы физики и биофизики / под ред. А. И. Журавлева. – М.: Мир, 2005. – 383 с. (ЦНБ)
7. Основы физики и биофизики / Под ред. А.И. Журавлева. – М.: Мир: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. – 383 с. (ЦНБ)
8. Ремизов А. Н. Медицинская и биологическая физика. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012.-647 с. (ЦНБ)
9. Авдонин П. В., Ткачук В.А. Рецепторы и внутриклеточный кальций. - М.: Наука, 1994.-288 с. (ЦНБ)
10. Бинги В.Н. Принципы электромагнитной биофизики: научное издание. – М.: Физматлит, 2011. – 591 с. (ЦНБ)
11. Биофизика / Под ред. В.Ф. Антонова. – М.: ВЛАДОС, 2000. – 287 с. (ЦНБ)
12. Гордиенко Е.А. Биофизика клеточных мембран. – Сыктывкар, 2009. – 300 с. (ЦНБ)
13. Журавлев А.И. Квантовая биофизика животных и человека. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 398 с. (ЦНБ)
14. Климин В.Г. Эндокринная регуляция физиологических функций. - Екатеринбург, 2001.-104 с. (ЦНБ)
15. Ризниченко Г.Ю. Математические модели в биофизике и экологии. – М.; Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003. – 184 с. (ЦНБ)
16. Сердюк И. Методы в молекулярной биофизике. Структура. Функция. Динамика: учеб. пособие : в 2 т. -М.: Вольное дело : Базовый элемент. - Т. 1. -2009.-567 с. Т. 2. -2010.-733 с. (ЦНБ)

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Электронные книги издательства Informa Healthcare в области медицинских, фармакологических наук и наук о жизни на английском языке. Импринты Informa Healthcare включают ресурсы издательств Marcel Dekker, Taylor & Francis, CRC Press, Martin Dunitz, и Parthenon.
2. Электронные журналы и книги издательства Emerald на английском языке.
3. Электронные издания Web of Science от издательства Thomson Reuters на интегрированной веб-платформе ISI Web of Knowledge.
4. Электронные издания в реферативной медицинской базе данных MEDLINE (с 1950 года по текущий год) и к Journal Citation Reports.
5. Электронная библиотека ACM Digital Library издательства ACM Press (Association for Computing Machinery).