

**ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА**  
**Приложение к рабочей программе по дисциплине Биофизика,**  
**направленной на подготовку к сдаче кандидатских экзаменов**

**1. Общие положения.**

Организация и проведение кандидатских экзаменов регламентируется Положением о подготовке научно-педагогических и научных кадров в системе послевузовского профессионального образования в Российской Федерации, утвержденным приказом Минобразования России от 27.03.98 №814 (зарегистрирован Минюстом России 05.08.98, рег. №1582), приказом Минобрнауки РФ от 08 октября 2007 г. N274 «Об утверждении программ кандидатских экзаменов».

Кандидатские экзамены являются составной частью аттестации научных и научно-педагогических кадров.

Результаты экзамена оцениваются как «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

**2. Цель кандидатского экзамена**

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

Сдача кандидатских экзаменов обязательна для присуждения ученой степени кандидата наук.

**3. Содержание программы**

*Раздел 1. Молекулярная биофизика.*

Макромолекула как основа организации биоструктур. Пространственная конфигурация биополимеров. Взаимодействие макромолекул с растворителем. Состояние воды и гидрофобные взаимодействия в биоструктурах. Переходы спираль-клубок. Особенности пространственной организации белков и нуклеиновых кислот. Модели фибрилляторных и глобулярных белков. Роль воды в динамике белков. Перенос электрона в биоструктурах.

*Раздел 2. Биофизика клеточных процессов.*

Структура и функционирование биологических мембран. Мембрана как универсальный компонент биологических систем. Развитие представлений о структурной организации мембран. Модельные мембранные системы. Бислойные мембраны. Протеолипосомы. Поверхностный заряд мембранных систем; происхождение электрокинетического потенциала. Явление поляризации в

мембранах. Образование свободных радикалов в тканях в норме и при патологических процессах; роль активных форм кислорода. Антиоксиданты, механизм их биологического действия. Естественные антиоксиданты тканей и их биологическая роль. Пассивный и активный транспорт веществ через биомембраны. Транспорт неэлектролитов. Проницаемость мембран для воды. Простая диффузия. Облегченная диффузия. Транспорт электролитов. Электродиффузионное уравнение Нернста-Планка. Уравнение Гольдмана для потенциала и ионного тока.

### **Раздел 3. Биофизика сложных систем. Методы теории хаоса и синергетики в биофизике.**

Основные особенности кинетики биологических процессов. Описание динамики биологических процессов на языке химической кинетики. Математические модели. Принципы построения математических моделей биологических систем. Понятие адекватности модели реальному объекту. Динамические модели биологических процессов. Линейные и нелинейные процессы. Методы качественной теории дифференциальных уравнений в анализе динамических свойств биологических процессов. Понятие о фазовой плоскости. Стационарные состояния биологических систем. Устойчивость стационарных состояний. Колебательные процессы в биологии. Автоколебательные процессы. Предельные циклы. Модели экологических систем. Эпизоотии в экосистемах. Методика измерения степени близости к хаосу или к стохастике в динамике поведения ВСОЧ. Понятие фазатона мозга и движение аттрактора ВСОЧ в фазовом пространстве с возрастом человека. Метод расчета объема параллелепипеда, внутри которого находится аттрактор поведения ВСОЧ.

## **4. Перечень примерных вопросов**

1. Предмет биофизики, ее место в естествознании.
2. Разделы и методы биофизики.
3. Общая характеристика реакций в биологических системах. Описание динамики биологических процессов на языке химической кинетики.
4. Понятие математической модели. Задачи и возможности математического моделирования в биологии.
5. Методы качественной теории дифференциальных уравнений в анализе динамических свойств биологических процессов. Понятие фазовой плоскости.
6. Стационарные состояния биологических систем. Устойчивость стационарных состояний.
7. Кинетика ферментативных реакций. Особенности механизма ферментативных процессов.
8. Стационарная кинетика ферментативных реакций. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Влияние различных факторов на кинетику ферментативных реакций (ингибиторы, активаторы, рН среды, ионы металлов).
9. Модели экологических систем.

10. Классификация термодинамических систем. Первый закон термодинамики и его применение к биологическим системам.
11. Второй закон термодинамики в биологии. Понятие термодинамического равновесия. Расчеты стандартных энергий реакций в биологических системах.
12. Изменение энтропии в открытых системах. Термодинамические условия осуществления стационарного состояния.
13. Понятие обобщенных сил и потоков. Линейные соотношения и соотношения взаимности Онзагера.
14. Стационарное состояние и условие минимума скорости прироста энтропии. Теорема Пригожина.
15. Общие понятия стабильности конфигурации молекул, энергия связи. Макромолекула как основа организации биоструктур. Своеобразие макромолекул как физического объекта.
16. Взаимодействие макромолекул с растворителем. Состояние воды и гидрофобные взаимодействия в биоструктурах. Переходы спираль-клубок.
17. Особенности пространственной организации белков и нуклеиновых кислот. Модели фибриллярных и глобулярных белков.
18. Динамическая структура глобулярных белков; конформационная подвижность.
19. Методы изучения конформационной подвижности: изотопный обмен, люминесцентные методы, спиновая метка, гамма-резонансная метка, ЯМР высокого разрешения, импульсные методы ЯМР.
20. Мембрана как универсальный компонент биологических систем. Структурная организация мембран. Липиды.
21. Характеристика мембранных белков. Вода как составной элемент биомембран.
22. Модельные мембранные системы. Монослойные мембраны на границе раздела фаз. Бислойные мембраны. Протеолипосомы.
23. Физико-химические механизмы стабилизации мембран. Фазовые переходы в мембранных системах. Вращательная, трансляционная подвижность фосфолипидов, флип-флоп переходы. Подвижность мембранных белков. Белок-липидное взаимодействие в мембранах.
24. Поверхностный заряд мембранных систем; происхождение дзета-потенциала и характеристика основных факторов, определяющих его величину.
25. Пассивные электрические явления в биоструктурах. Типы поляризации.
26. Проблема транспорта веществ через биомембраны. Проницаемость биомембран. Движущие силы процесса переноса вещества через мембрану.
27. Электрохимический потенциал. Активный и пассивный транспорт. Термодинамические уравнения и критерии процессов пассивного и активного транспорта. Уравнения диффузии, константа проницаемости.
28. Транспорт неэлектролитов. Связь проницаемости мембран с растворимостью проникающих веществ в липидах. Простая диффузия низкомолекулярных веществ. Ограниченная диффузия.
29. Проницаемость биологических мембран для воды.

30. Облегченная диффузия. Транспорт сахаров и аминокислот через биологическую мембрану с участием переносчиков. Пиноцитоз.

31. Проницаемость биологических мембран для ионов. Избирательность. Понятие о полупроницаемости, селективности и неспецифичности биомембран. Роль переносчиков в проницаемости биологических мембран для ионов. Примеры (валиномицин, грамицидин).

32. Причины возникновения биопотенциалов. Концентрационные, диффузионные, фазовые и мембранные потенциалы.

33. Равновесный электрохимический потенциал. Потенциал покоя и его связь с распределением ионов.

34. Роль калия в генерации потенциала покоя. Гипотеза о натриевом насосе. Уравнение поля Гольдмана.

35. Мембранная теория Ходжкина-Хаксли-Катца. Экспериментальные доказательства наличия транспорта ионов натрия. Транспортные АТФазы. Модели параллельно функционирующих пассивных и активных каналов транспорта ионов через мембрану.

36. Потенциал действия. Роль натрия и калия в генерации потенциала действия в нервах и мышцах. Роль кальция и хлора в генерации потенциала действия у других объектов.

37. Связь транспорта ионов и процессов переноса электрона в хлоропластах и митохондриях.

38. Протеолипосомы как модель для изучения механизма энергетического сопряжения. Бактериородопсин как молекулярный фотоэлектрический генератор. Физические аспекты и модели энергетического сопряжения.

39. Основные типы сократительных и подвижных систем. Молекулярные механизмы подвижности белковых компонентов сократительного аппарата мышц.

40. Функционирование поперечнополосатой мышцы позвоночных. Модели Хаксли, Дещеревского, Хилла.

41. Молекулярные механизмы немышечной подвижности.

42. Сенсорная рецепция. Проблема сопряжения между первичным взаимодействием внешнего стимула с рецепторным субстратом и генерацией рецепторного (генераторного) потенциала.

43. Общие представления о структуре и функции рецепторных клеток. Место рецепторных процессов в работе сенсорных систем.

44. Фоторецепция. Строение зрительной клетки. Молекулярная организация фоторецепторной мембраны; динамика молекулы зрительного пигмента в мембране. Зрительные пигменты: классификация, строение, спектральные характеристики; Фотохимические превращения родопсина. Ранние и поздние рецепторные потенциалы. Механизмы генерации позднего рецепторного потенциала.

45. Механорецепция. Рецепторные окончания кожи, проприорецепторы. Механорецепторы органов чувств: органы боковой линии, вестибулярный аппарат, кортиева орган внутреннего уха. Общие представления о работе органа слуха. Современные представления о механизмах механорецепции; генераторный потенциал. Электрорецепция.

46. Общая характеристика фотохимических реакций и их типы.

47. Основные стадии фотобиологического процесса: возбуждение фоторецептора, миграция энергии возбуждения, первичный фотохимический акт, сопряжение с ферментативными стадиями, физиологический эффект. Основы молекулярной организации фоторецептора. Люминесценция биологически важных молекул.

48. Процессы растрат энергии и фотохимический акт. Фотохимические процессы, квантовый выход и сечение фотореакции.

49. Кинетика фотобиологических процессов и зависимость от интенсивности света. Фотосенсибилизация.

50. Фотосинтез. Спектр действия, поглощение и миграция энергии в фотосинтетической единице. Механизмы разделения зарядов в реакционном центре. Генерация потенциалов. Роль, мембранных структур. Электронтранспортная цепь и две фотохимические реакции.

51. Особенности и механизмы фотоэнергетических реакций бактериородопсина и зрительного пигмента родопсина.

52. Понятие фазатона мозга и движение квазиаттрактора ВСОЧ в фазовом пространстве с возрастом человека

53. Описать методику расчета объема квазиаттрактора в фазовом пространстве состояний.

54. Оценка коэффициента асинергизма  $\chi$  с помощью матрицы  $A$  в рамках компартментно-кластерного подхода.