

**РОССИЙСКО-АРМЯНСКИЙ (СЛАВЯНСКИЙ)
УНИВЕРСИТЕТ**

**ВОПРОСЫ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА В
АСПИРАНТУРУ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ
03.00.02. БИОФИЗИКА**

Утверждено

**Кафедрой медицинской биохимии и
биотехнологии:**

Протокол № 7 от 06.03.2017г.

Зав. кафедрой

Медицинской биохимии и биотехнологии

Вардапетян Г.Р.

Дисциплина «Биофизика» является важной составной частью программы подготовки специалистов медико-биологического профиля. Данная дисциплина относится к циклу обще профессиональных и специальных дисциплин, которые создают теоретическую базу и формируют практические навыки специалистов для работы в научно-исследовательских, лечебно-диагностических лабораториях медико-биологических учреждений.

Целью дисциплины «Биофизика» является изучение принципов функционирования живых систем и способов регистрации основных показателей их жизнедеятельности.

Задача дисциплины - дать представление о фундаментальных основах функционирования живого организма на молекулярном, клеточном, организменном уровнях, механизмах поддержания гомеостаза в организме как главного условия сохранения жизнедеятельности, способах регистрации и анализа показателей основных функций организма человека.

Дисциплина состоит из двух разделов:

- «Медицинская физика»;
- «Биологическая физика».

Раздел «Медицинская физика» охватывает все вопросы современной медицинской физики, в том числе - оценку последствий воздействия вредных физических и профессиональных факторов на организм человека, основы их профилактики и контроля, физическое моделирование физиологических процессов, физические основы функциональной и структурной диагностики, основы медицинской биоинженерии. В рамках курса представлены современные экспериментальные подходы медицинской физики, принципы работы основной медицинской аппаратуры. В изложении материала используются модельные принципы описания физических свойств биоматериалов и физической картины физиологических процессов на основе механики сплошных сред.

В разделе «Биологическая физика» рассматриваются вопросы, связанные с изучением основных физических и физико-химических закономерностей, лежащих в основе функционирования биологических объектов, специфики структурно-функциональной организации, физических и химических процессов в живых организмах, механизмов саморегуляции и поддержания стационарности биологических систем.

Изучение медицинской и биологической физики позволяет сформировать у студентов целостность системы представлений о её роли в области естественных наук и решении практических задач.

Материал каждого из разделов подразделяется на отдельные пункты, охватывающие определенный круг взаимосвязанных вопросов. Программа курса составлена с учетом общей направленности обучения в области экологической медицины и согласована с курсами лекций, читаемых по другим предметам и в виде спецкурсов. Программа курса предполагает овладение навыками практической работы в физико-химических лабораториях с использованием физических, биофизических и биохимических методов. В результате изучения дисциплины выпускники должны:

знать:

- законы термодинамики в применении к биологическим системам, термодинамические характеристики стационарного состояния, термодинамическое сопряжение реакций и тепловые эффекты в биологических системах, термодинамику транспортных процессов, нелинейную термодинамику биологических систем, связь энтропии и информации в биологических системах;
- принципы преобразования энергии в биосистемах, молекулярные механизмы процессов энергетического сопряжения;
- принципы пространственной регуляции и самоорганизации биологических систем, условия стабильности конфигурации макромолекул, факторы стабилизации макромолекул, надмолекулярных структур и биомембран, особенности пространственной организации белков и нуклеиновых кислот, электронные свойства биополимеров;

- молекулярную организацию биологических мембран, биофизические механизмы транспорта веществ через биомембраны, пассивный и активный транспорт, молекулярное строение и механизмы функционирования ионных каналов, механизмы биоэлектrogenеза, происхождение потенциала покоя и потенциала действия, работу АТФаз, механизмы распространения возбуждения, кодирование и передачу информации в живых организмах.

уметь:

- использовать современные биофизические методы исследования и анализа живых систем;
- применять полученные знания для медико-биологических исследований состояния организма, причин нарушения его функционирования и возникновения заболеваний;
- использовать математические методы обработки результатов исследования.

Кинетика биологических процессов

1. Основные особенности кинетики биологических процессов.
2. Стационарные состояния биологических систем. Множественность стационарных состояний. Устойчивость стационарных состояний.
3. Колебательные процессы в биологии. Автоколебательные режимы. Примеры.
4. Представления о пространственно неоднородных стационарных состояниях (диссипативных структурах) и условиях их образования.
5. Кинетика ферментативных процессов. Особенности механизмов ферментативных реакций. Понятие о физике ферментативного катализа.
6. Кинетика простейших ферментативных реакций. Уравнение Михаэлиса-Ментен.
7. Влияние температуры на скорость реакций в биологических системах. Взаимосвязь кинетических и термодинамических параметров.

Термодинамика биологических процессов

8. Первый и второй законы термодинамики в биологии.
9. Изменение энтропии в открытых системах. Постулат Пригожина.
10. Стационарное состояние и условия минимума скорости прироста энтропии. Теорема Пригожина.
11. Термодинамические характеристики молекулярно-энергетических процессов в биосистемах. Нелинейная термодинамика.
12. Общие критерии устойчивости стационарных состояний и перехода к ним вблизи и вдали от равновесия.
13. Связь энтропии и информации в биологических системах.

Молекулярная биофизика

14. Пространственная организация биополимеров
15. Пространственная конфигурация биополимеров, его статистический характер.
16. Условия стабильности конфигурации макромолекул. Фазовые переходы. Переходы глобула-клубок. Кооперативные свойства макромолекул.
17. Водородные связи: силы Ван-дер-Ваальса; электростатические взаимодействия; поворотная изомерия и энергия внутреннего вращения.
18. Факторы стабилизации макромолекул, надмолекулярных структур и биомембран.
19. Взаимодействие макромолекул с растворителем. Состояние воды и гидрофобные взаимодействия в биоструктурах. Переходы спираль-клубок.
20. Особенности пространственной организации белков и нуклеиновых кислот.

Динамические свойства глобулярных белков

21. Структурные и энергетические факторы, определяющие динамическую подвижность белков.
22. Динамическая структура олигопептидов и глобулярных белков; конформационная подвижность.

23. Электронные уровни в биопомерах. Основные типы молекулярных орбиталей и электронных состояний. (-электроны, энергия делокализации).
24. Принцип Франка - Кондона и законы флуоресценции. Природа гиперхромного и гипохромного эффектов.
25. Возбужденные состояния и трансформация энергии в биоструктурах. Перенос электрона в биоструктурах. Туннельный эффект.
26. Современные представления о механизмах ферментативного катализа. Электронно-конформационные взаимодействия в фермент-субстратном комплексе. Формула для константы скорости образования многоцентровой активной конфигурации.

Биофизика клеточных процессов

27. Структура и функционирование биологических мембран.
Развитие представлений о структурной организации мембран. Белок-липидные взаимодействия. Вода как составной элемент биомембран.
29. Модельные мембранные системы. Бислойные мембраны. Протеолипосомы.
30. Физико-химические механизмы стабилизации мембран.
31. Поверхностный заряд мембранных систем; происхождение электрокинетического потенциала.
32. Свободные радикалы при цепных реакциях окисления липидов в мембранах и других клеточных структурах.
33. Антиоксиданты, механизм их биологического действия. Естественные антиоксиданты тканей и их биологическая роль.
34. Пассивный и активный транспорт веществ через биомембраны.
35. Транспорт неэлектролитов. Проницаемость мембран для воды.
36. Транспорт сахаров и аминокислот через мембраны переносчиками. Пиноцитоз.
37. Транспорт электролитов. Электрохимический потенциал.
38. Равновесие Доннана. Пассивный транспорт; движущие силы переноса ионов.
39. Электродиффузионное уравнение Нернста-Планка. Проницаемость и проводимость.
40. Потенциал покоя, его происхождение. Активный транспорт.
41. Ионные каналы; теория однорядного транспорта. Ионная селективность мембран (термодинамический и кинетический подходы).
42. Потенциал действия. Роль ионов Na и K в генерации потенциала действия в нервных и мышечных волокнах; роль ионов Ca и Cl в генерации потенциала.
43. Описание ионных токов в модели Ходжкина-Хаксли.
44. Проведение импульса по немиелиновым и миелиновым волокнам. Математические модели процесса распространения нервного импульса.
45. Основные понятия теории возбудимых сред.
46. Связь транспорта ионов и процесса переноса электрона в хлоропластах и митохондриях.
47. Основные положения теории Митчела; электрохимический градиент протонов; энергизированное состояние мембран; роль векторной H⁺-АТФазы.
48. Сопрягающие комплексы, их локализация в мембране; функции отдельных субъединиц; конформационные перестройки в процессе образования макроэрга.
49. Протеолипосомы как модель для изучения механизма энергетического сопряжения.
50. Бактериородопсин как молекулярный фотоэлектрический генератор. Физические аспекты и модели энергетического сопряжения.

Биофизика сократительных систем

51. Основные типы сократительных и подвижных систем. Молекулярные механизмы подвижности белковых компонентов сократительного аппарата мышц.
52. Функционирование поперечнополосатой мышцы позвоночных. Модели Хаксли, Дещеревского, Хилла.
53. Молекулярные механизмы немышечной подвижности.

Биофизика рецепции

54. Гормональная рецепция. Общие закономерности взаимодействия лигандов в рецепторами; равновесное связывание гормонов.
55. Сенсорная рецепция. Проблема сопряжения между первичным взаимодействием внешнего стимула с рецепторным субстратом и генерацией рецепторного потенциала.
56. Фоторецепция. Строение зрительной клетки.
57. Механорецепция. Рецепторные окончания кожи. Механорецепторы органов чувств: органы боковой линии, вестибулярный аппарат, кортиева орган внутреннего уха.
58. Хеморецепция. Обоняние. Восприятие запахов: пороги, классификация запахов.
59. Вкус. Вкусовые качества. Строение вкусовых клеток. проблема вкусовых рецепторных белков.

Рецепция медиаторов и гормонов. Проблема клеточного узнавания. Механизмы взаимодействия клеточных поверхностей.

Биофизика фотобиологических процессов

61. Механизмы трансформации энергии в первичных фотобиологических процессах
62. Основные стадии фотобиологического процесса. Механизмы фотобиологических и фотохимических стадий. Кинетика фотобиологических процессов.
63. Проблемы разделения зарядов и переноса электрона в первичном фотобиологическом процессе. Роль электронно-конформационных взаимодействий.

Биофизика фотосинтеза.

64. Структурная организация и функционирование фотосинтетических мембран.
65. Кинетика и физические механизмы переноса электрона в электрон-транспортных цепях при фотосинтезе. Механизмы фотоингибирования.
66. Особенности и механизмы фотоэнергетических реакций бактериородопсина и зрительного пигмента родопсина.
67. Основные типы фоторегуляторных реакций растительных и микробных организмов: фотоморфогенез, фототропизм, фототаксис, фотоиндуцированный каротиногенез.
68. Молекулярные свойства и спектральные характеристики фитохрома.
69. Фотохимические реакции в белках, липидах и нуклеиновых кислотах. Защита ДНК некоторыми химическими соединениями.
70. Эффекты фоторепарации и фотозащиты.
71. Адаптация, устойчивость и надежность биологических систем разного уровня организации: клеток, организмов, популяций.
72. Проблема озоновой дыры. ЭМ-излучения космических и земных источников.
73. Действие оптического излучения. Фотоингибирование и фотодеструкция.
74. Действие УФ-излучения. Молекулярные механизмы фотоповреждения ДНК при действии УФ излучения экологического диапазона.
75. Клеточные системы репарации ДНК. Фотоповреждение и фотореактивация микроорганизмов.
76. Окислительный стресс. Молекулярные механизмы повреждающего действия кислорода.
77. Оценка состояния среды обитания. Предельно допустимые концентрации и биотестирование.

Радиационная биофизика

78. Общая физическая характеристика ионизирующих и неионизирующих излучений.
79. Рентгеноструктурный анализ, лучевая ультрамикрометрия, радиационно-химические методы.
80. Спектроскопия в УФ и видимой области. Лазерная спектроскопия, исследования электронно-вращательных спектров, фотохимические методы исследования.
81. Инфракрасное излучение, инфракрасная спектроскопия. Радиочастоты: СВЧ, УВЧ, ВЧ НЧ. Микроволновая спектроскопия, спектроскопия ЭПР, ЯМР, диэлектрическая спектроскопия, методы электропроводности.

82. Использование различных видов излучений в медицине, технике и сельском хозяйстве.
83. Специфика первичных (физических) механизмов действия различных видов излучений на молекулы.
84. Первичные и начальные биологические процессы поглощения энергии ионизирующих излучений.
85. Механизмы поглощения рентгеновских и гамма-излучений, нейтронов, заряженных частиц.
86. Экспозиционные и поглощенные дозы излучений.
87. Понятия "малые" и "большие" дозы радиации. Стохастические и статистические эффекты.
- Инактивация молекул в результате прямого и непрямого действия ионизирующих излучений.
89. Радиочувствительность молекул. Радиолиз воды и липидов.
90. Репродуктивная и интерфазная гибель клеток. Стохастические модели.
91. Роль повреждения биологических мембран в радиационных нарушениях клетки.
92. Восстановительные процессы при лучевом поражении клетки.
93. *Радиационная биофизика сложных систем.*
94. Действие малых доз и хронического облучения.
95. Этапы ответных реакций на острое облучение: физический, биофизический и общебиологический.
96. Лучевые реакции и стресс. Кислородный эффект и механизмы его проявления.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кудряшов Ю.Б., Беренфельд Б.С.* Основы радиационной биофизики. М., 1982. 302 с.
2. *Рубин А.Б.* Биофизика. В 2-х кн. Учеб. для биол. спец. вузов. М., 1987. 319+303 с.
3. *Рубин А.Б.* Лекции по биофизике. Учеб. пособие. М., 1994. 160 с.
4. *Антонов В.Ф., Смирнова Е.Ю., Шевченко Е.В.* Липидные мембраны при фазовых превращениях. М., 1992. 135 с.
5. *Артюхов В.Г., Ковалева Т.А., Шмелев В.П.* Биофизика. Воронеж. 1994. 135 с
6. Введение в мембранологию. 1990. 208 с. (авторы: А.А.Болдырев и др.)
7. *Веселова Т.В., Веселовский В.А., Чернавский Д.С.* Стресс у растений. Биофизический подход. М. МГУ. 144 с.
8. *Владимиров Ю.А. и др.* Биофизика. М., 1983. 272 с.
9. *Волькенштейн М.В.* Биофизика. М., 1981. 575 с.
10. *Гончаренко Е.Н., Кудряшов Ю.Б.* Гипотеза эндогенного фона радиорезистентности. М., 1980. 176 с.
11. *Кольс О.Р., Максимов Г.В., Раденович Ч.Н.* Биофизика ритмического возбуждения. М. 1993. 208 с.
12. *Конев С.В., Волотовский И.Д.* Фотобиология. Минск. 1979. 383 с.
13. *Ризниченко Г.Ю., Рубин А.Б.* Математические модели биологических продукционных процессов. М., 1993. 302 с.
14. *Рубин А.Б.* Термодинамика биологических процессов. 2-е изд., перераб. и доп. М., 1984, 285 с.
15. *Рубин А.Б., Пытьева Н.Ф., Ризниченко Г.Ю.* Кинетика биологических процессов. М., 1977. 327 с.
16. *Ходжкин А.* Нервный импульс. М., 1965. 125 с.