

Министерство образования Республики Беларусь

Учебно-методическое объединение вузов Республики Беларусь  
по естественнонаучному образованию

**УТВЕРЖДАЮ**  
Первый заместитель Министра образования  
Республики Беларусь  
  
А.И. Жук  
Регистрационный № ТД- 6.192 /тип.

**ФИЗИКА БИОСИСТЕМ**

Типовая учебная программа  
для высших учебных заведений по специальности  
1-31 04 01 Физика (по направлениям)  
(1-31 04 01-01 Физика (научно-исследовательская деятельность);  
1-31 04 01-02 Физика (производственная деятельность))

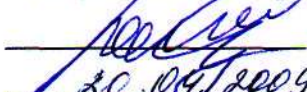
**СОГЛАСОВАНО**

Председатель Учебно-методического  
объединения вузов Республики  
Беларусь по естественнонаучному  
образованию

  
В.В. Самохвал  
24.10.2008

**СОГЛАСОВАНО**


Начальник управления высшего и  
среднего специального образования  
Министерства образования  
Республики Беларусь

  
Ю.И. Миксюк  
20.04.2009

Первый проректор Государственного  
учреждения образования  
«Республиканский институт высшей  
школы»

  
И.В. Казакова  
08.04.2009

Эксперт-нормоконтролер

  
С.М. Артемьева  
08.04.2009

Минск 2009

  
С.И. Тэфрасова

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

**С.Н. Черенкевич** - заведующий кафедрой биофизики Белорусского государственного университета, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, доктор биологических наук, профессор.

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

**Кафедра** биохимии Учреждения образования "Гродненский государственный университет имени Янки Купалы";

**И.Д. Волотовский** - академик Национальной академии наук Беларуси, доктор биологических наук, профессор, директор государственного научного учреждения «Институт биофизики и клеточной инженерии Национальной академии наук Беларуси».

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:**

Кафедрой биофизики Белорусского государственного университета (протокол № 8 от 3 марта 2008 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 3 от 27 марта 2008 г.);

Научно-методическим советом по физике учебно-методического объединения вузов Республики Беларусь по естественнонаучному образованию

(протокол № 3 от 28 марта 2008 г.).

Ответственный за выпуск: С.Н. Черенкевич

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа предназначена для студентов специальности 1-31 04 01 «Физика (по направлениям)». Программа дисциплины содержит перечень вопросов, которые наиболее необходимы студентам-физикам для целостного восприятия окружающего материального мира.

Дисциплина «Физика биосистем» представляет собой логически связанный набор проблем теоретической и экспериментальной биофизики.

В дисциплине "Физика биосистем" рассматриваются физические основы организации и функционирования очень обширного класса материальных объектов - живых систем. Программа дисциплины включает рассмотрение следующих блоков: физические основы формирования живых систем; структурная организация молекулярных компонентов, мембран и клеток; динамика и энергетика процессов в живых системах; молекулярные механизмы процессов в клетках и тканях. Основная цель дисциплины - усвоение студентами основных представлений о молекулярных основах строения живых систем, физических основах функционирования клеток и организмов, подготовка к чтению специальной литературы.

Изложение дисциплины «Физика биосистем» построено таким образом, чтобы у студентов сформировалось понимание закономерностей мира живых систем. Они должны овладеть основными представлениями молекулярного и клеточного строения биосистем и уметь использовать их для постановки и решения конкретных физических проблем, связанных со строением, свойствами и функционированием объектов живой природы. Излагая конкретные проблемы Наук о Жизни, особое внимание следует уделять разъяснению физической сущности рассматриваемых явлений, современной интерпретации сути биологических явлений и процессов, а также методов экспериментальных исследований биосистем.

В результате изучения дисциплины студент должен:

*знать:*

- основные понятия молекулярной и клеточной биофизики;
- основные свойства биомолекул - белков, нуклеиновых кислот, липидов и углеводов, липидных бислоев, клеточных мембран; основные механизмы хранения и обработки информации в клетках.

*уметь:*

- объяснять физико-химические свойства биомакромолекул, строение мембран и клеток, строение ионных каналов, механизмы ряда явлений, в том числе механизмы возникновения мембранного потенциала.

По разделам программы планируется проведение контрольных работ. Изучение дисциплины рекомендуется заканчивать зачетом. Общее количество часов - 50. Из них аудиторных - 34 часа (в том числе: лекции - 28 часов; семинары - 6 часов).

## ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№п/п	Название темы	Лекции	Семинары	Всего
1	Предмет физики живых систем. Структура и свойства воды	2		2
2	Межмолекулярные и внутримолекулярные взаимодействия	2		2
3	Строение, функции и свойства клеток.	2		2
4	Структура, свойства и функции белков. Физика ферментов	2	2	4
5	Строение, функции и свойства нуклеиновых кислот	2		2
6	Строение и свойства углеводов. Липиды и липидные структуры	4		4
7	Строение и физические свойства мембран клеток.	2		2
8	Физические свойства клеток	2		2
9	Применение термодинамики в биологии	2	2	4
10	Преобразование энергии в биосистемах	2		2
11	Транспорт веществ в клетках	4	2	6
12	Механизмы обработки информации в биосистемах. Сигнализация в клетках	2		2
	Итого	28	6	34

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

**1. Предмет физики живых систем. Структура и свойства воды.** Понятия «биофизика», "живая система", «Науки о Жизни» и другие понятия. Современные представления о структуре воды. Водные растворы. рН и ионная сила раствора. Термодинамические свойства растворов. Свободная и связанная вода в биосистемах.

**2. Межмолекулярные и внутримолекулярные взаимодействия.** Взаимодействия Ван-дер-Ваальса: ориентационные, индукционные, дисперсионные взаимодействия. Водородная связь. Электростатические взаимодействия.

**3. Строение, функции и свойства клеток.** Формы и размеры клеток. Химический состав клеток. Классы биоорганических веществ в клетках. Макроэлементы и микроэлементы. Ионы жизни. Плазматическая мембрана. Строение и свойства клеточных органелл.

**4. Структура, свойства и функции белков. Физика ферментов.** Аминокислоты. Полипептидная цепь. Пространственная структура белка.

Физические свойства белка. Динамика белка. Фазовые переходы в белках. Оптические свойства белков. Свойства гемоглобина и ряда других белков. Функции белков. Ферментативный катализ. Химическая кинетика. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Взаимодействие антиген-антитело.

**5. Строение, функции и свойства нуклеиновых кислот.** Молекулярное строение и физические свойства азотистых оснований, нуклеозидов и нуклеотидов. Двойная спираль. Биофизика ДНК и РНК. Генетический код. Реализация генетической информации в биосистемах.

**6. Строение и свойства углеводов. Липиды и липидные структуры.** Строение и свойства углеводов. Обработка и хранение информации с участием углеводов. Строение липидов. Полиморфизм липидных структур. Фазовые переходы в липидных структурах.

**7. Строение и физические свойства мембран клеток.** Молекулярные свойства липидов в бислое. Физические свойства белков в мембранах. Белок-липидные взаимодействия в мембранах. Модели мембран.

**8. Физические свойства клеток.** Двойной электрический слой. Трансмембранный потенциал. Биопотенциалы. Электрические свойства клеток.

**9. Применение термодинамики в биологии.** Термодинамика открытых систем. Энтропия, информация и биологическая упорядоченность. Детерминированный хаос в биосистемах.

**10. Преобразование энергии в биосистемах.** Энергетические процессы в клетках. Биоэнергетика. Цепи транспорта электронов в мембранах. Формы запасания энергии в клетках.

**11. Транспорт веществ в клетках.** Транспортные явления в мембранах и организмах. Диффузия веществ в растворе и через мембрану. Осмос. Поры, каналы, насосы. Перенос ионов через мембраны. Электродиффузия. Активный транспорт. Регуляция объема клеток.

**12. Механизмы обработки информации в биосистемах. Сигнализация в клетках.** Проблема молекулярного узнавания в биосистемах. Трансдукция сигналов в клетках. Механизмы хранения и обработки информации в клетках.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### *Основная*

1. Рубин, А.Б. Биофизика. Т.1. М.: Высшая школа, 1988
2. Рубин А.Б. Биофизика. Т.2. М.: Высшая школа, 1989
3. Черенкевич, С.Н., Хмельницкий А.И. Транспорт веществ через биологические мембраны. Минск.: БГУ, 2007.
4. Черенкевич, С.Н., Мартинович Г.Г., Хмельницкий А.И. Биологические мембраны. Минск.: БГУ, 2009.
5. Волькенштейн, М.В. Биофизика. М.: Наука, 1981.

6. Шредингер, Э. Что такое жизнь с точки зрения физики. М.: Иностранная литература, 1972.
7. Костюк, П.Г. Биофизика. Киев.: ЮГУ, 1988.

*Дополнительная*

8. Рубин, А.Б. Лекции по биофизике. М.: МГУ, 1994.
9. Оглезнева, Н.Я. Медицинская и биологическая биофизика. Омск, 1994.
10. Рубин, Ф.Б. Биофизика. Т.1. Теоретическая биофизика. М.: Книжный дом «Университет», 1999.
11. Мари, З. Биохимия человека. /Марри З. Москва.: Мир, 2001.