

# Цели и задачи биофизики. Объект изучения, история развития

Лекция 1

© - система

# Биофизика - это наука,

- изучающая физические механизмы и физико-химические процессы, которые лежат в основе жизнедеятельности био©,
- а также влияние на био© различных физических FF.

Цели науки:

1

2

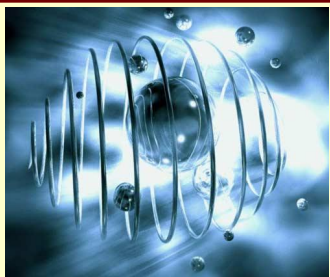
F - фактор

## Раздел

## Решаемые задачи

$e^-$  – электрон(ы)

$E$  – энергия



Квантовая  
б/ф

■ изучение структуры  $e^- E$ -ких уровней атомов, ионов, молекул, их донорно-акцепторные свойства;

■  $e^-$  переходы при поглощении  $h\nu$  и пути дезактивации поглощенной  $E$

■ химические превращения  $e^-$ -возбужденных молекул;

■ молекулярные взаимодействия, лежащие в основе фотобио-ких процессов и явлений;

■ влияние видимого и УФ излучений на биообъекты.

$h\nu$  – квант



Молекуляр-  
ная б/ф

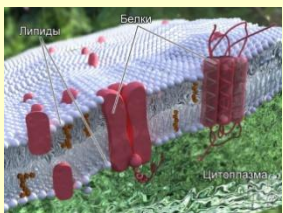
■ изучение пространственной структуры биополимеров;

■  $e^-$ -конформационные взаимодействия (ЭКВ), обуславливающие внутримолекулярные взаимодействия отдельных частей макромолекул и  $f$  молекулы в целом.

$f$  – функция

## Раздел

## Решаемые задачи



Б/ф мембран

- функции биомембран (биосинтез, фотосинтез, трансформация и передача  $E$ , выделение в-в из клеток, биоэлектрогенез, мембранные механизмы рецепции, триггерные свойства биомембран).

Б/ф сложных систем

- изучение термодинамики био/процессов;
- изучение кинетики био/процессов.

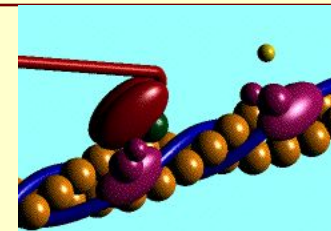


Радиационная б/ф

- процессы взаимодействия ионизирующего излучения с биов-вом;
- обмен  $E$  ионизирующего излучения на радиационно-химические р-ции;
- развитие и исходы лучевого поражения как на уровне молекул и субклеточных образований.

Б/ф сократительных процессов

- различные формы био/подвижности

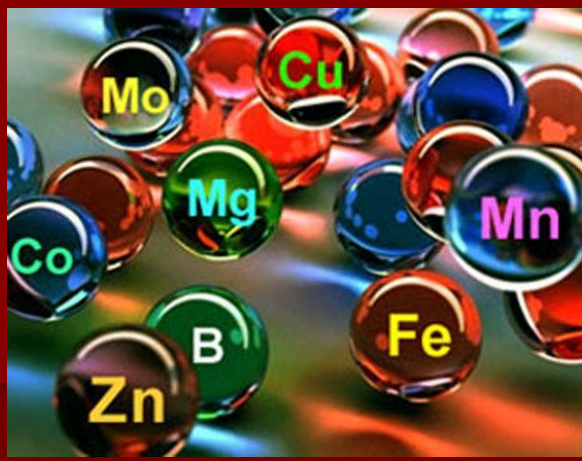


# Объект биофизического исследования

- биополимеры, субклеточные образования, биомембраны, клетки, органы, организмы, популяции, биоценозы, биосфера в целом. Широко анализируются модели био/объектов.
- **Био ©** - организованный комплекс элементов, связанных друг с другом, отграниченный от окружающей среды и обладающий рядом специфических особенностей, характерных для живого организма.

# Единство принципов структуры и функционирования живых организмов

**Жизнь** есть способ существования открытой биополимерной  $\text{C}$ , определенным образом построенной (в первую очередь из белков и НК) и организованной не менее чем в клетку, находящуюся в стационарном состоянии и обладающую рядом св-в, важнейшими из которых являются наличие био/обмена в-в, воспроизведение себе подобных с передачей по наследству общих принципов структуры и *ff.*



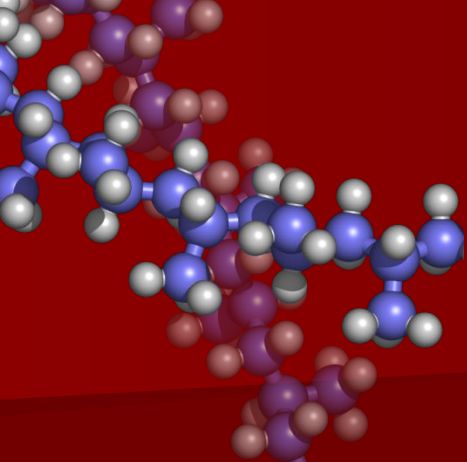
# ЕДИНСТВО элементарного состава

- Доли
  - (O, C, H и N) = 97 - 98%,
  - (S, P, Cl, K, Mg, Ca, Na, Fe 1,9) = 2%.
  - прочие < 0,01%.
- C : скелет молекул, дает кратные связи; соединения C стойки в присутствии  $H_2O$ ,  $O_2$  и  $NH_3$ .
- O и S: обеспечивают стабильность путем образования кислородных мостиков и дисульфидных связей.

- **H**: подвижность, лабильность соединений в зависимости от их взаимодействия с окружающими атомами. **H**- связь играет значительную роль в осуществлении ряда взаимодействий, ею объясняют особые св-ва воды.
- **N**: необходим для пептидных связей в белке.
- **Na, K, Ca, Mg**: роль регуляторов оводнения.
- **P**: макроэргическая связь, за счет которой обеспечивается **E** трата организмов: совершается **A** биосинтеза, механическая, электрическая, осмотическая.

**A – работа**





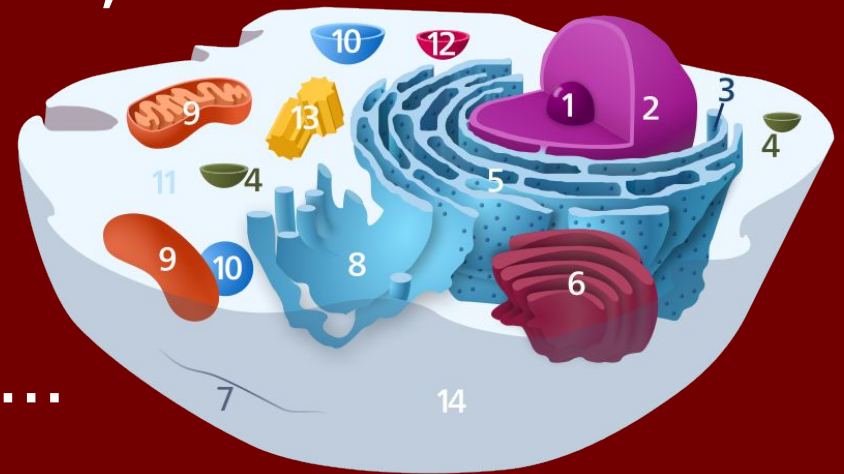
# ЕДИНСТВО ТИПОВ ХИМИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ

- НК: 8 мономеров – нуклеотидов, состоящих из азотистого основания (пуринового или пиримидинового), углевода (рибозы или дезоксирибозы) и фосфорной к-ты.
  - Белки: ам/к-ты, 20-21.
  - Липиды: глицерин + жирные к-ты (в осн.)
  - Углеводы: из небольшого числа мономеров (гексоз и пентоз). Момеры объединяются в полимеры (образование гликогена и крахмала из глюкозы).
  - Неорганические в-ва: 1-1,5 % от общей *m* живого
- Вода** - уникальное химическое соединение с аномальными свойствами

*m* – масса

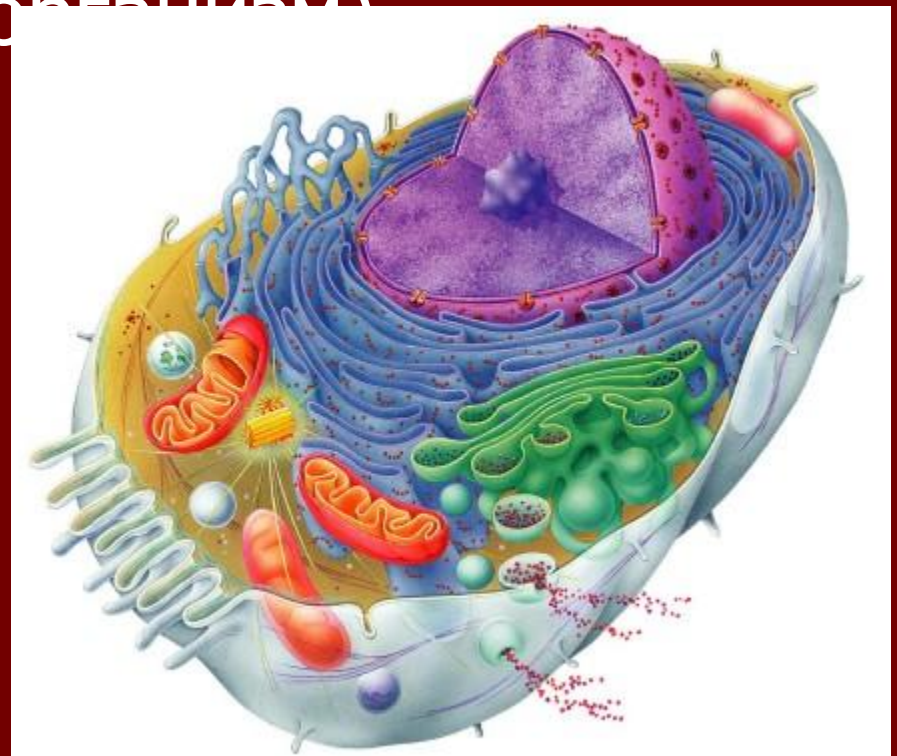
# Единство мембранного типа строения субклеточных образований

- Единый принцип организации мембран
- Мембраны: плазмалемма, ядерная мембрана, ЭПР, комплекс Гольджи, митохондриальная, хлоропластов, липосом, пероксисом...



# Единство клеточного строения

- Все живое - клетка (одноклеточный организм), или состоит из клеток (многоклеточный организм)
- Клетка является и структурной, и ф-ной единицей жизни.



# Единые принципы функционирования живых организмов

## 1) Единство биохимических реакций и циклов

### ■ Единство дыхания

Клеточное, или внутреннее, дыхание сводится к выработке универсального клеточного горючего (АТФ) за счет окисления различных веществ. Этот процесс наблюдается и при аэробном, и при анаэробном дыхании.

- Единство пищеварения

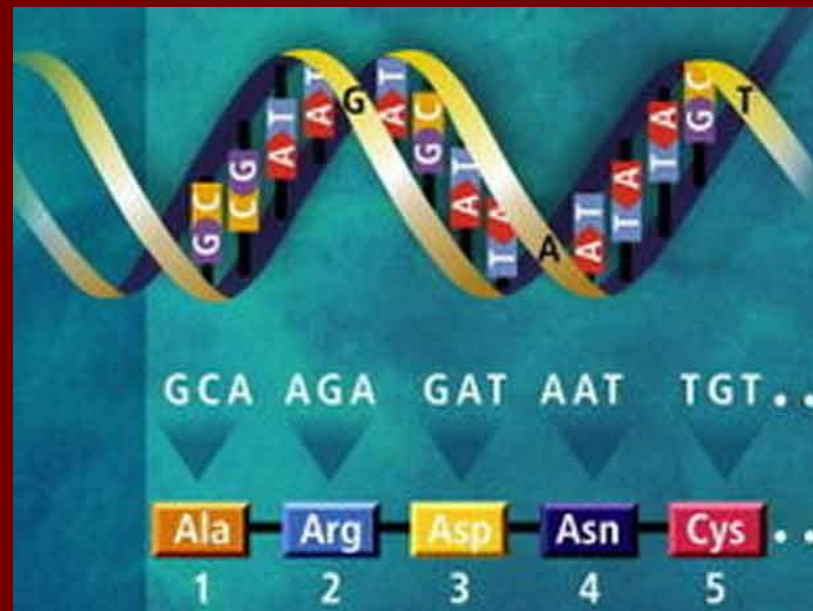
Сущность пищеварения у всех живых объектов сводится к ферментативному превращению попавших в организм веществ до мономеров, способных включаться через биосинтез в структуры клеток или служить источником E после окисления в митохондриях.

- Единство движения

Разнообразные движения базируются на принципе взаимодействия двух белковых нитей – актина и миозина. Последний выполняет роль фермента для АТФ. В процессе перемещения цитоплазмы принимают участие актомиозиноподобные белки.

## 2) Единство наследования основных принципов структуры и ff

- Единый генетический код.
- Единый матричный принцип копирования генетической информации.



# История развития биофизики

- В 1961 г. создан Международный союз чистой (в СССР - теоретической) и прикладной биофизики.

# I этап - с XVII до сер.XVIII в.

характеризовался зависимостью от успехов физики и влиянием физических идей. Фундаментальные достижения физики в области механики, динамики твердого тела и жидкости, учение о свойствах света, электричестве, магнетизме с совершенствованием математического аппарата физики привели к разработке ряда высокочувствительных приборов и измерительной аппаратуры, которые могли быть применены в биологических исследованиях.



Уильям Гарвей	1578-1657	Учение о гидродинамике → учение о кровообращении.
Рене Декарт	1596-1650	Глаз как оптический прибор «Диоптрика» (1637)
Дж. Борелли	1608-1679	Принципы механики для объяснения ходьбы, бега, плавания, ныряния, полета
Леонард Эйлер	1707-1783	Учение о гемодинамике - движении крови и других биологических жидкостей.
Антуан Лоран Лавуазье	1743-1794	Опроверг теорию флогистона, доказал, что дыхание животных = окислению и горению в-в
Луиджи Гальвани	1737-1798	Доказал наличие источника $\bar{e}$ тока в живом организме

## II этап - с сер. XVIII до сер. XX в.

связан с переходом от простого наблюдения к широкому применению экспериментального метода, определением многих физико-химических параметров и показателей биообъектов, модернизацией физических и химических методов для изучения био©, привлечением законов физики и химии для объяснения биологических процессов и явлений.

Роберт Майер	1814-1878	Сформулировал закон сохранения $E$ , теоретически рассчитал механический эквивалент теплоты
Герман Иванович Гесс	1840	Вывел закон, согласно которому теплосодержание химического процесса зависит только от теплосодержания начальных и конечных веществ и не зависит от путей перехода, кол-ва стадий и этапов.
Макс Рубнер	1854-1932	Сформулировал закон изодинамии, установил тепловые эквиваленты белков, жиров, углеводов и различных видов пищи
Эрвин Шредингер		Доказал применимость второго начала термодинамики к живым организмам

Томас Юнг	1773-1829	Разработал теорию цветного зрения, объяснил интерференцию света, аккомодацию глаза
К. Маттеуччи	1837	Физиологический реоскоп. Поврежденный участок мышцы несет «-» заряд по отношению к неповрежденному – разность потенциалов повреждения
Эмиль Дюбуа-Реймон	1818-1896	Применил индукционную катушку для определения порогов раздражения и изучения количественной зависимости между силой раздражения и величиной сокращения икроножной мышцы лягушки

Генрих Гельмгольц		Математически обосновал закон сохранения $E$ . Предложил термодинамическую теорию химических процессов, ввел понятия свободной и связанной $E$ .
Вильгельм Пфеллер, Хуго де Фриз	1877 1884	Разработали мембранную гипотезу, согласно которой на поверхности клеток имеется особый структурный и функциональный слой (мембрана), обладающий избирательной проницаемостью и регулирующий осмос и тургор клеток
Вальтер Нернст	1864 1941	Закон распределения электролитов между фазами; фундаментальные работы по электрохимии, катализу; ионная теория происхождения ПД, ПП.

# III этап - с сер. XX в. до наших дней

- внедрение в биофизику метода математического моделирования, интенсивной разработкой и применением сложных методов исследования (ЯМР, ЭПР, гамма-резонансной спектроскопии, радиоактивных индикаторов, аналитического центрифугирования, полярографии, динамических спектральных методов, методов лазерной спектроскопии, калориметрических методов).
- Формирование собственного понятийного аппарата биофизики. Широко внедряется ©-ный подход к анализу биопроцессов.

Льюис Полинг	Расшифровка пространственной структуры белка
Ф. Крик и М. Уилкинс	Создание двухцепочечной спиральной модели ДНК
Дж. Уотсон	Раскрытие роли ДНК в наследовании признаков
Алан Ходжкин	Создана современная мембранная теория биоэлектrogenеза
Алан Ходжкин, Андрю Хаксли, Джон Экклс	Раскрытие механизмов проведения нервных импульсов. Впервые были измерены ионные потоки через мембрану во время развития потенциала возбуждения отдельной нервной клетки.
Питер Митчел	Доказал роль мембран в сопряжении окисления с фосфорилированием

Р. Хубер, Й. Дайзенхоффер, Х. Михель	Раскрыли механизм молекулярных генераторов тока на фотосинтезирующих мембранах
Б. Сакман, Э. Неер	Расшифровали молекулярную структуру одиночных ионных каналов
И. Пригожин	Разработал термодинамику необратимых процессов
М. Эйген	Создал представления о гиперциклах как основе эволюции