



# **Химический состав**

# Химический состав живого

## Единство химического состава

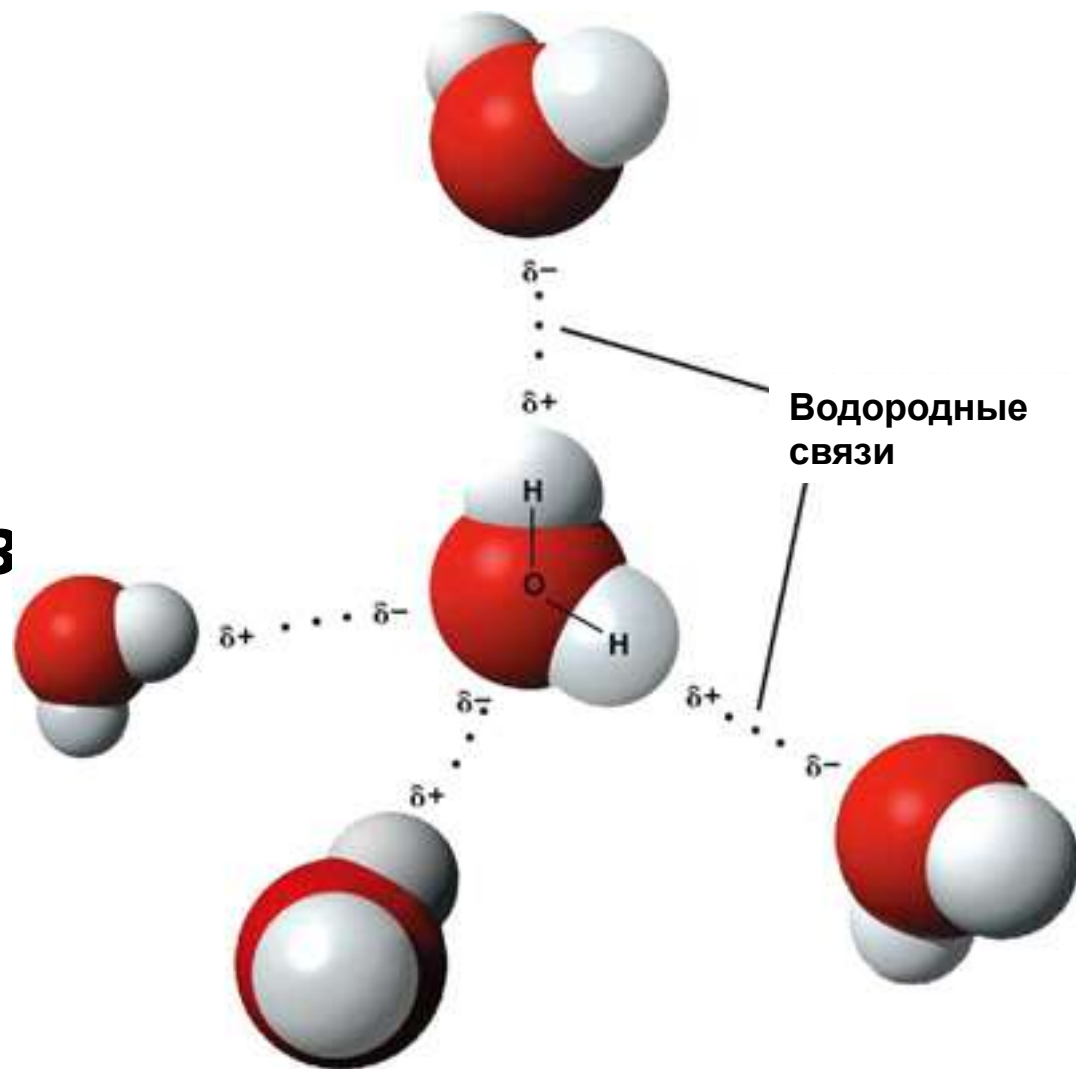
- **C, H, O, N** – 98% состава живых организмов (органогены)
- **P, S, Na, K, Ca, Cl, Mg** обязательны (макроэлементы)
- **Mn, I, Fe, Co, Cu, Zn, Ni, Se, F, B** обязательны в микродозах (микроэлементы)

• **Вода – среда для органических и неорганических веществ – 60-80%, до 98% состава клетки** 

- ✓ **Белки** (структурные элементы и БАВ, в частности, ферменты) – 50-70% 
- ✓ **Углеводы** (структурные и энергетические компоненты)
- ✓ **Липиды** (структурные и энергетические компоненты)
- ✓ **Нуклеиновые кислоты** (ДНК, РНК)

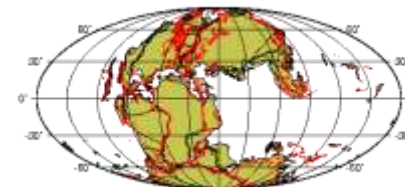
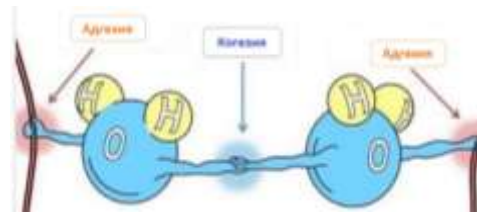
# Какие свойства воды определяются структурой ее молекул?

- ★ **Молекулы полярны**
- ★ **Малых размеров**
- ★ **Удерживаются водородными связями**



# СВОЙСТВА ВОДЫ

- Вода –растворитель для полярных веществ
  - солей; сахаров и простых спиртов
  - Неполярные молекулы в воде гидрофобны
- Вода – среда для транспорта различных веществ
- Вода как реагент и продукт реакций
  - вода - источника водорода для синтеза органических соединений в процессе фотосинтеза
  - вода участвует в реакциях гидролиза
- Несжимаемость воды (в жидком состоянии)
  - Тургор клеток, тканей; основа гидроскелета
- Аномалия изменения плотности воды разных агрегатных состояний (максимальная плотность  $H_2O$  при  $T = +4^{\circ}C$ , при  $>/<T$   $\rho$  уменьшается) 
- Адгезионные и когезионные свойства воды
- Большая удельная теплоемкость (4,2кДж/кг·К)
- Фактор географической изоляции

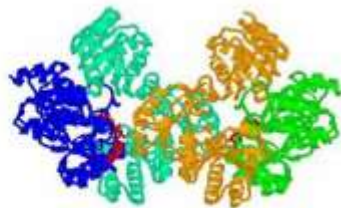
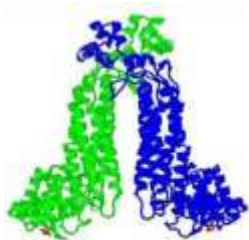


$t, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{г/см}^3$
0	0,99987
1	0,99993
2	0,99997
3	0,99999
4	1,00000
5	0,99999
6	0,99997
7	0,99993
8	0,99988
9	0,99981
10	0,99973
11	0,99963
12	0,99952
13	0,99940
14	0,99927
15	0,99913
16	0,99897

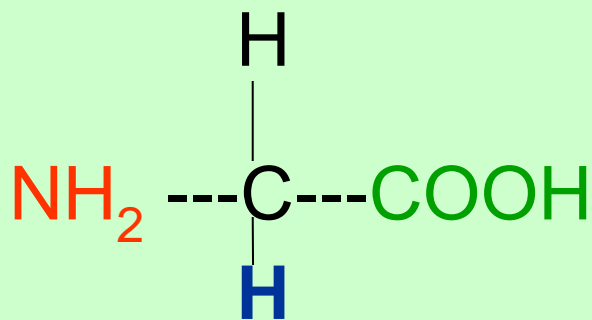


# ПРОТЕИНЫ

1871 – Н.Н.Любавин -белки  
состоят из аминокислот  
1891- А.Я.Данилевский- С-N  
связь  
1902-Э.Фишер-пептидная  
теория



## АМИНОКИСЛОТЫ



глицин

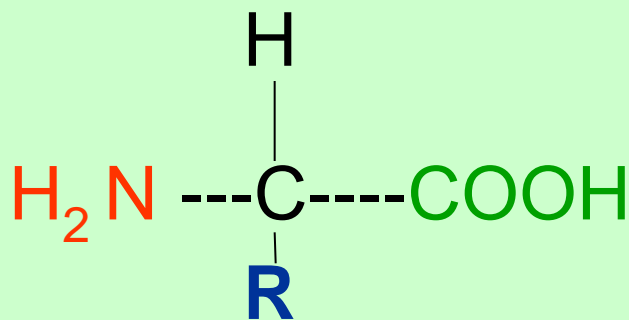
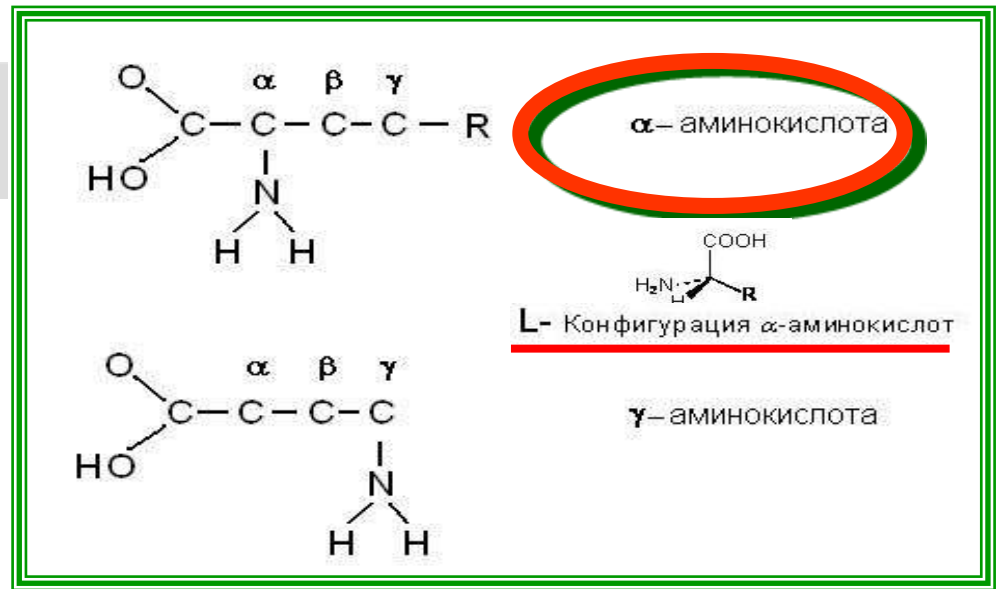
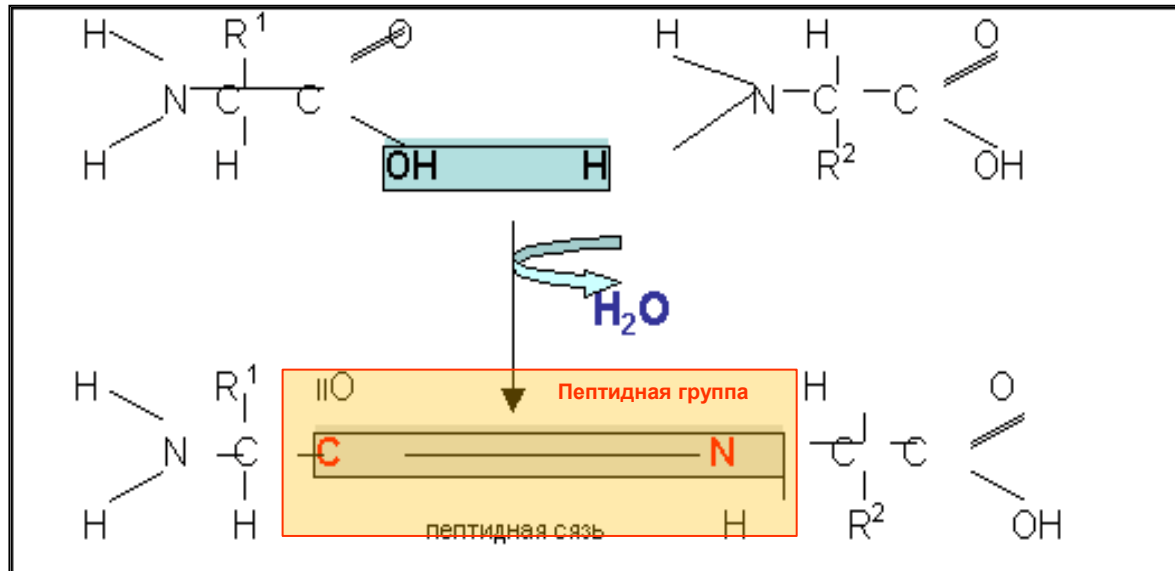


схема аминокислоты

# ПРОТЕИНЫ



## структурные аминокислоты

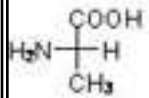


Пептидная связь обуславливает **первичную** структуру белка

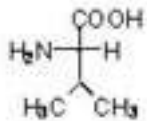
# АМИНОКИСЛОТЫ

## НЕПОЛЯРНЫЕ

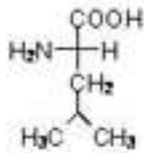
## ПОЛЯРНЫЕ НЕЗАРЯЖЕННЫЕ



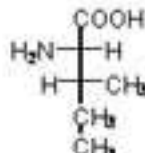
L- аланин



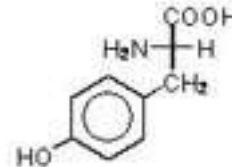
L- валин



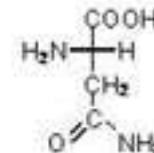
L- лейцин



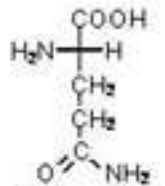
L- изолейцин



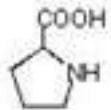
L- тирозин



L- аспарагин

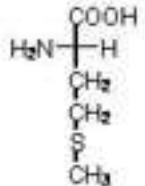


L- глутамин

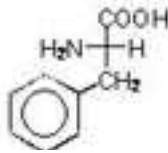


L- пролин

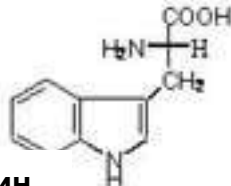
ИМИно кислота



L- метионин



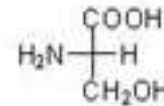
L- фенилаланин



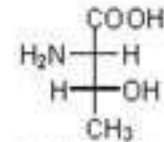
L- триптофан



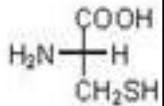
L- глицин



L- серин

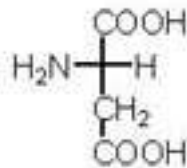


L- треонин



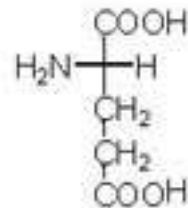
L- цистеин

## ЗАРЯЖЕННЫЕ



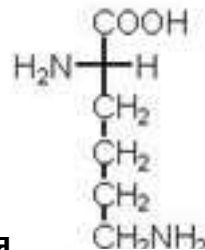
L-аспарагиновая кислота

- Asp



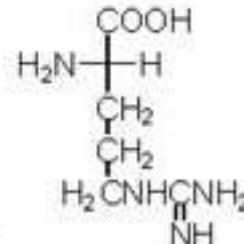
L-глутаминовая кислота

- Glu



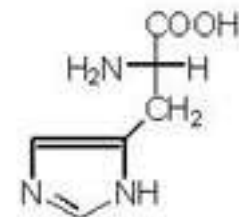
L-лизин

+ Lys



L-аргинин

+ Arg



L-гистидин

+ His



# Пространственная структура белка

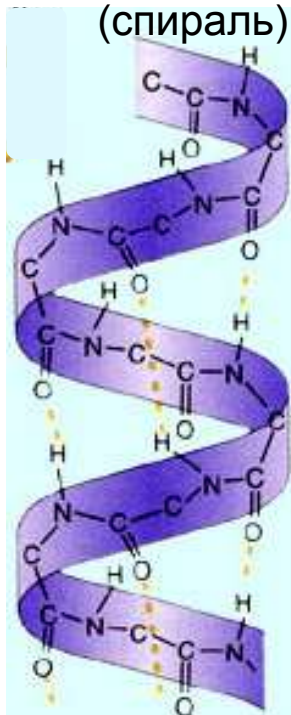
## первичная

A chain	B chain
Gly	Asn
Ile	Cys
Val	Tyr
Glu	Asn
Gln	Glu
Cys	Leu
Cys	Ser
Ala	Cys
Ser	Val
Val	Ser
Cys	Ala
Ser	Cys
Leu	Gln
Tyr	Cys
Gln	Gln
Leu	Glu
Glu	Val
Asn	Ile
Tyr	Gly
Cys	
Asn	

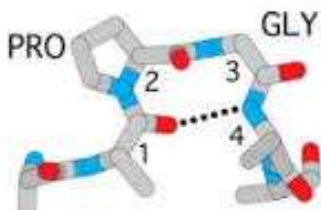
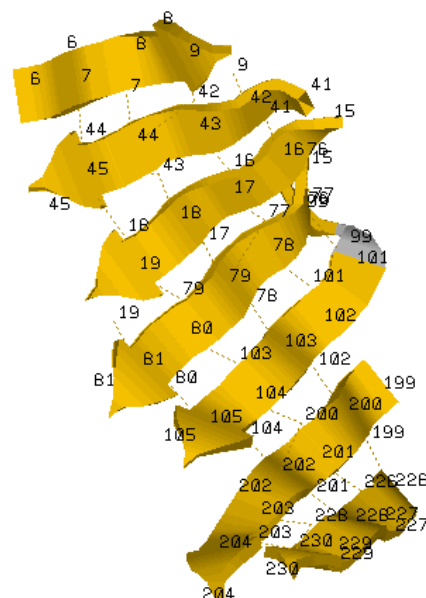
## Вторичная

за счет водородных связей между N-H и C=O-

### α- структура (спираль)



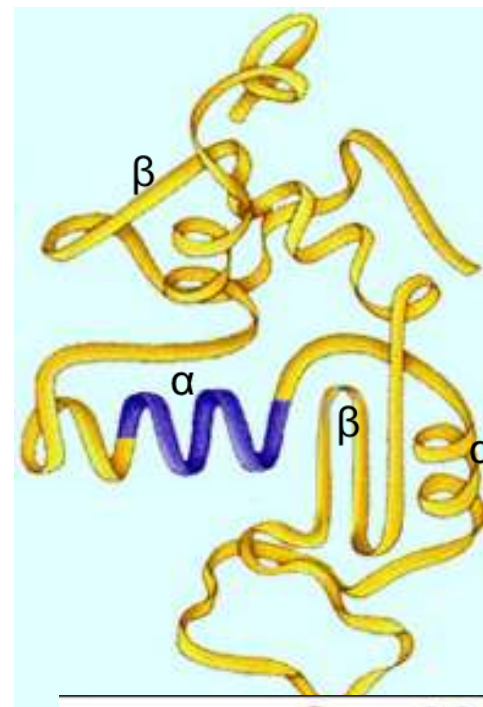
### β- структура (параллельные/антипараллельные листы)



Пролин нарушает α-спираль и тогда это «супервторичная структура»

## третичная

Все виды связей: водородные, ионные, ковалентные (S-S, цистеин), гидрофобное взаимодействие



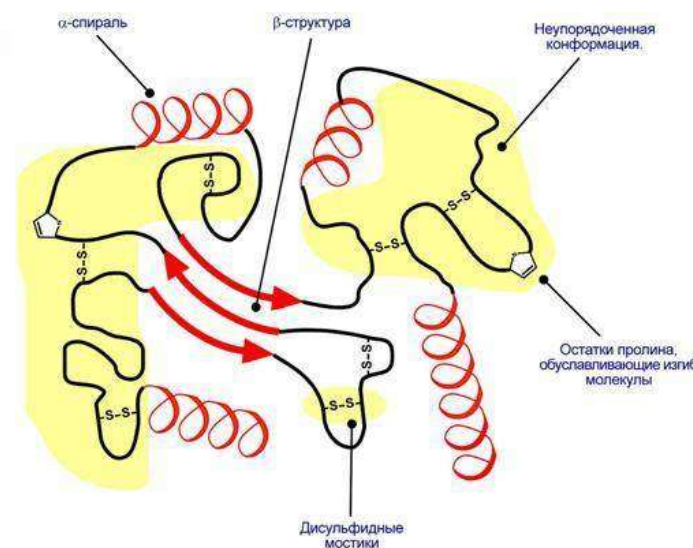
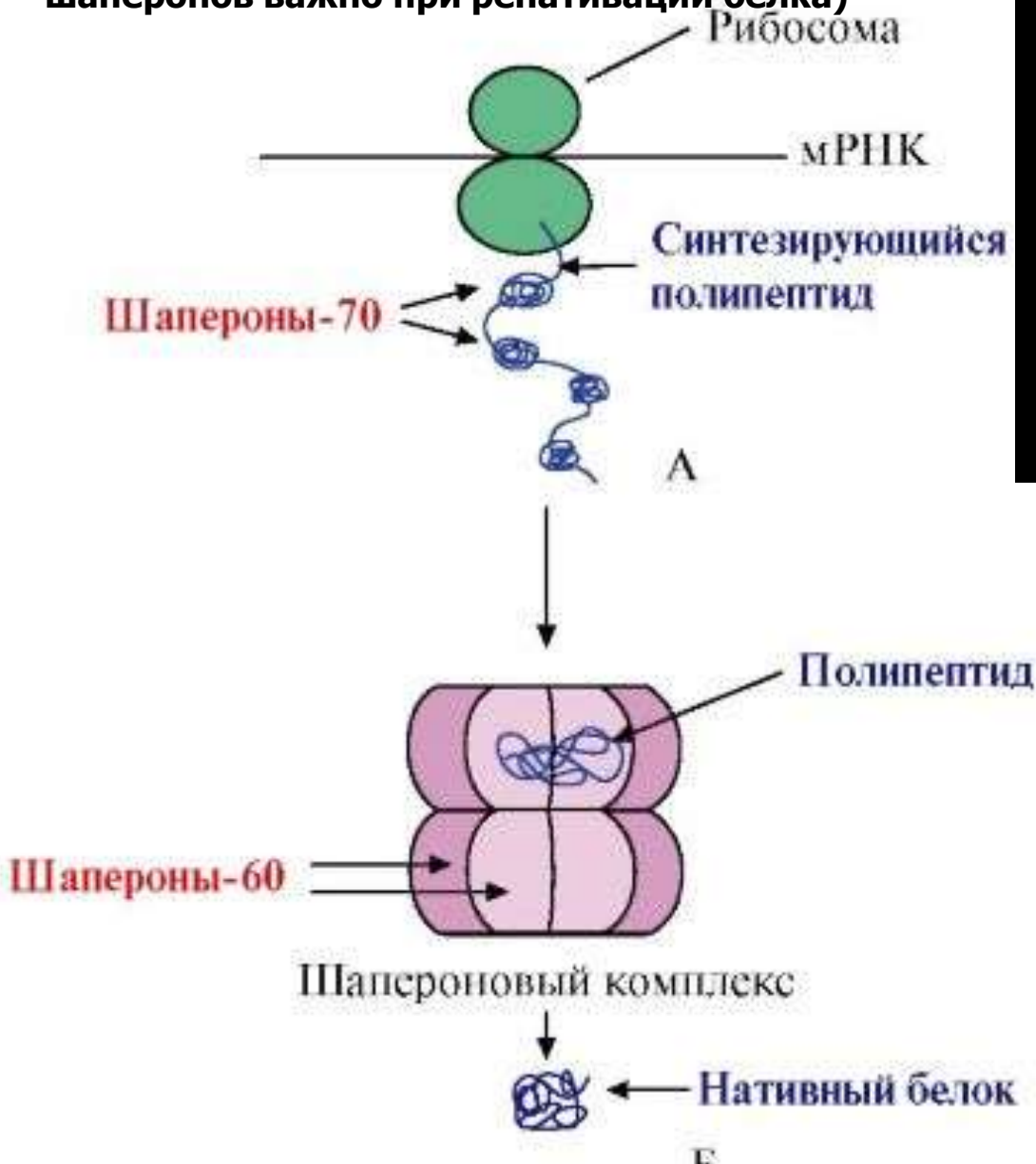
Белок B10H\_Ecoli



Инсулин

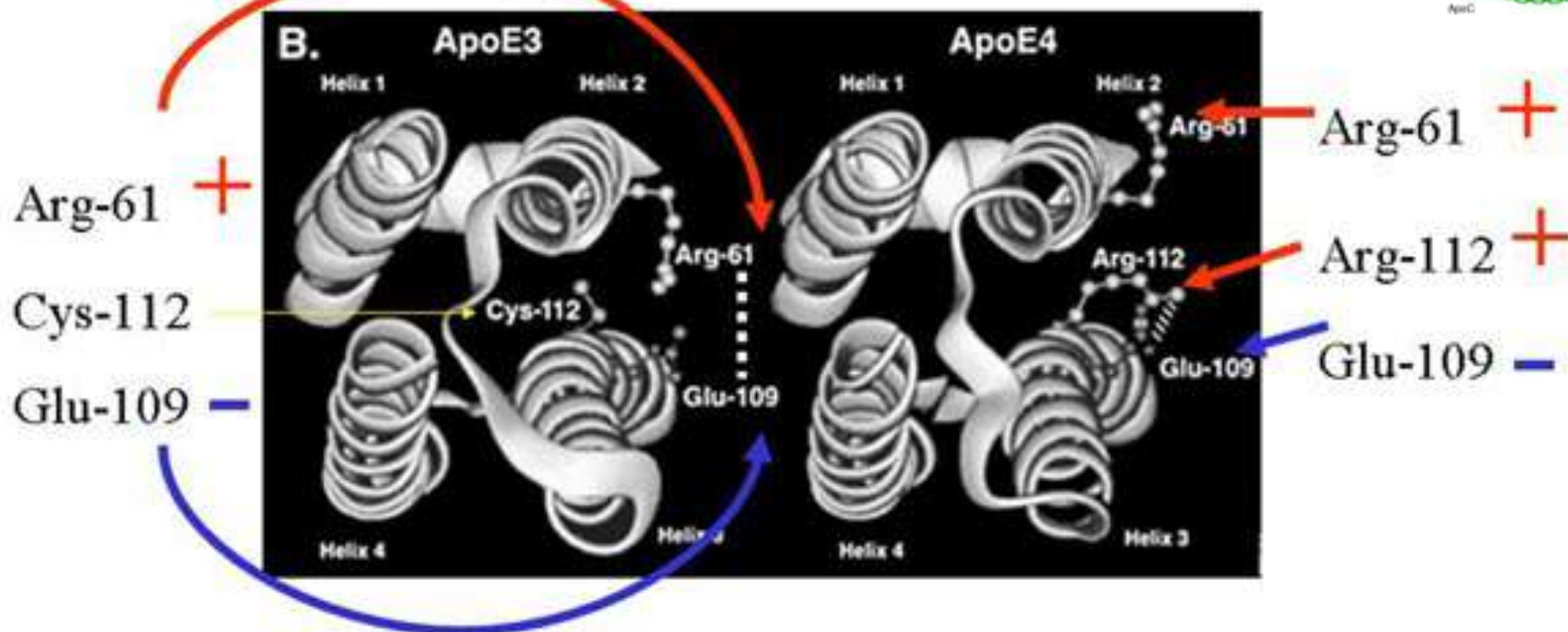
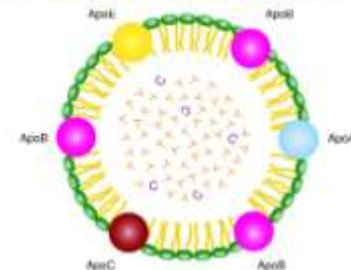
# ФОЛДИНГ-

формирование функционально активной пространственной структуры (участие белков-шаперонов важно при ренативации белка)



# Молекулярная природа нарушения работы аполипопротеина Е

Липопротеин высокой плотности (ЛПВП)



Разрушение солевого мостика меняет взаимодействие субъединиц белка и тип связываемых липидов

(изоформа ApoE4 - x10 риск болезни Альцгеймера)

# Функции протеинов:

## !Ферментативная

• Структурная

• Защитная

• Транспортная

• Двигательная

• Регуляторная

• Рецепторная

• Трофическая

• Запасающая

• Глобулярные белки

• Биокатализаторы

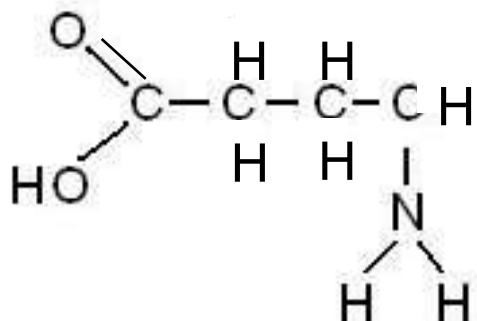
• Специфичны :  
субстратно/каталитически

• Актив-ть ферментов зависит от  
конформации

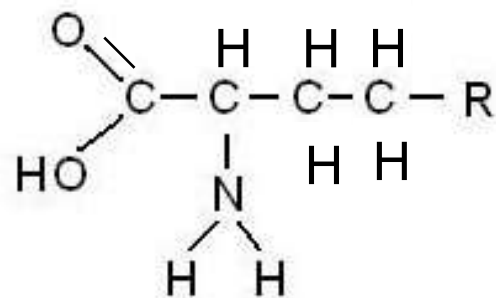
• Сложные ферменты являются  
**АПОФЕРМЕНТАМИ**,  
активизируясь кофакторами

• активность **АЛЛОСТЕРИЧЕСКИХ**  
ферментов регулируется  
аллостерическими  
модуляторами

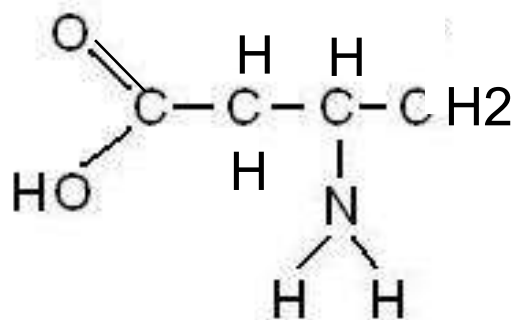
Где приведены  
протеинообразующие аминокислоты ?



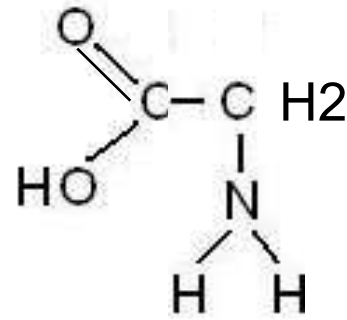
**А)**



**Б)**



**В)**

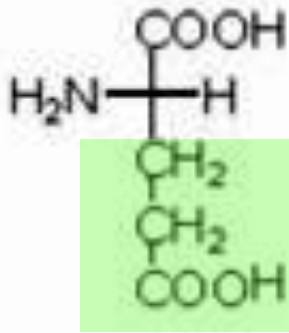


**Г)**

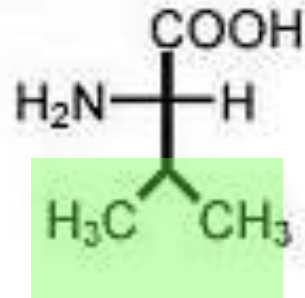


# Найдите аминокислоты полярные/ заряженные/ неполярные

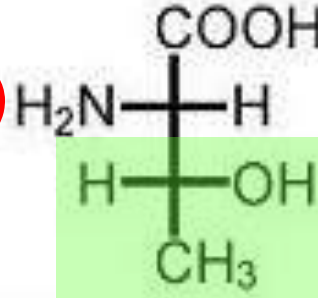
А)



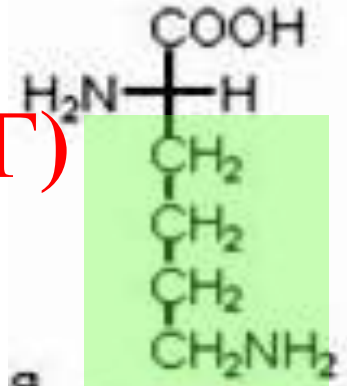
Б)



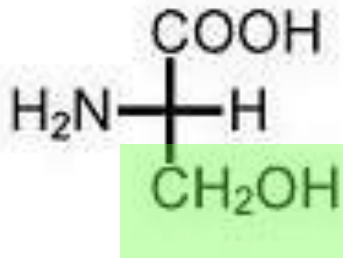
В)



Г)



Д)



L-Серин

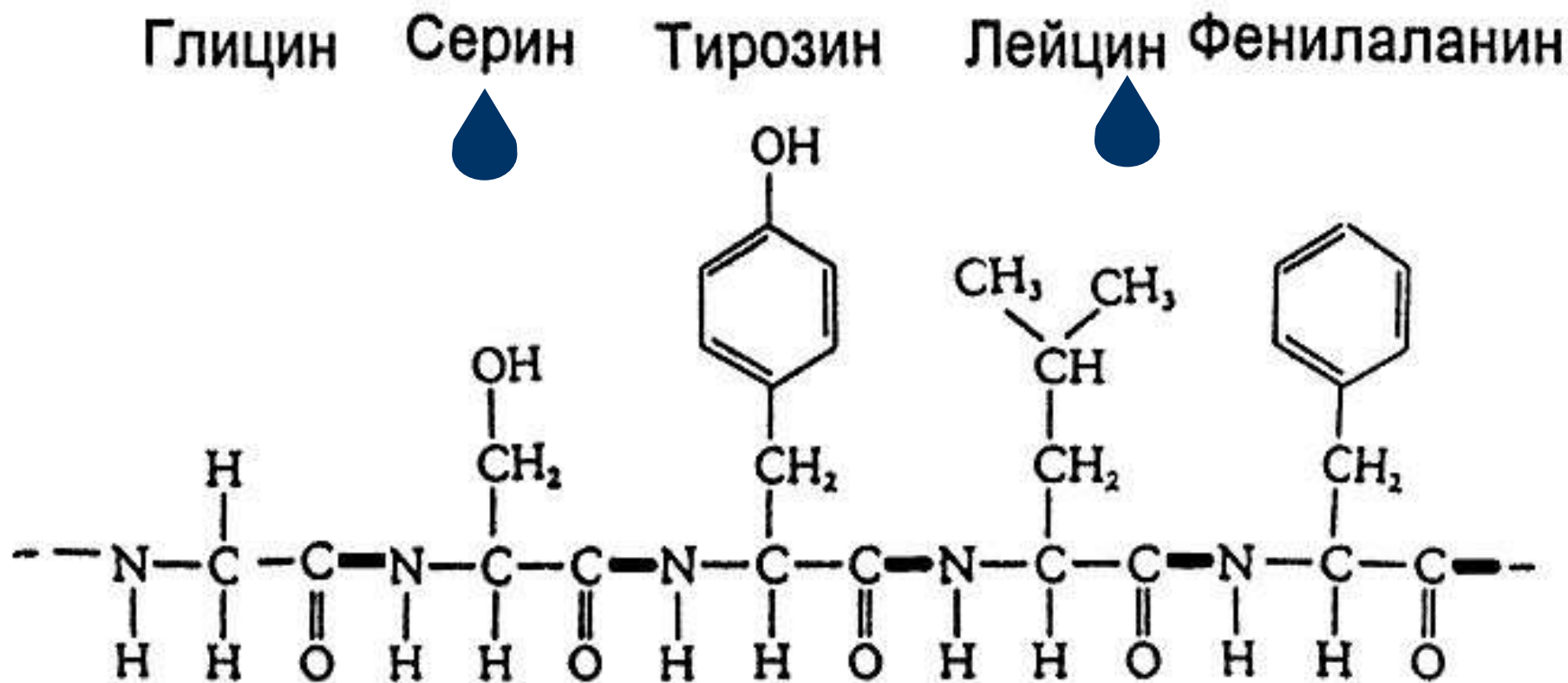
L-Глутаминовая кислота

L-Валин

L-Треонин

L-Лизин

# Какая структура белка изображена?



Как поведут себя в водной среде АК-остатки **лейцина** и **серина**?

# АЛЛОСТЕРИЧЕСКИЕ ФЕРМЕНТЫ – СОСТОЯТ ИЗ НЕСКОЛЬКИХ СУБЪЕДИНИЦ (минимум-2):

**КАТАЛИЧЕСКОЙ  
И  
РЕГУЛЯТОРНОЙ**



Substrate



Product A



Product B



Active Site

Enzyme

Regulatory Site



Allosteric Activator



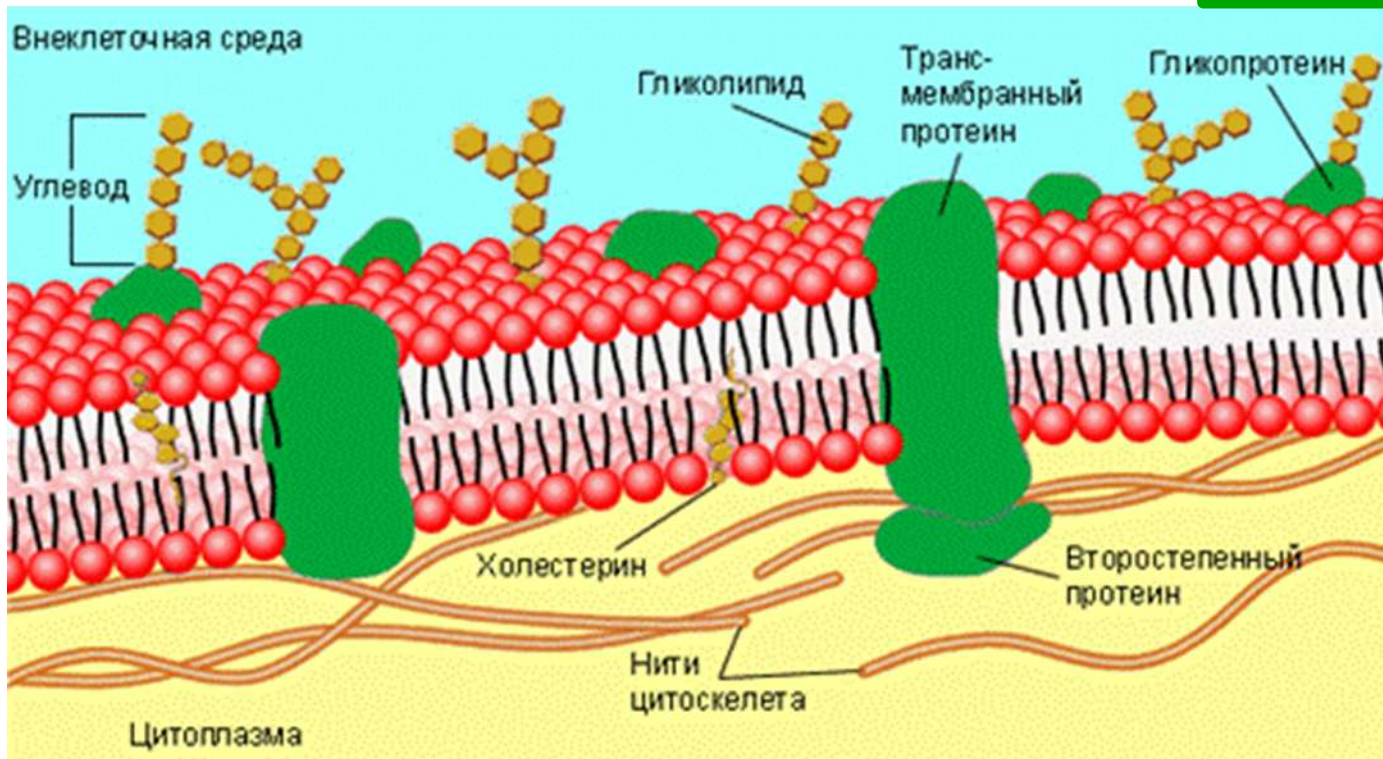


# Функции Биологической мембраны

барьерная  
(плазмолемма)

рецепторная  
(гликокаликс)

Транспортная  
(мембранные белки):  
\*Пассивный транспорт  
\*Активный транспорт



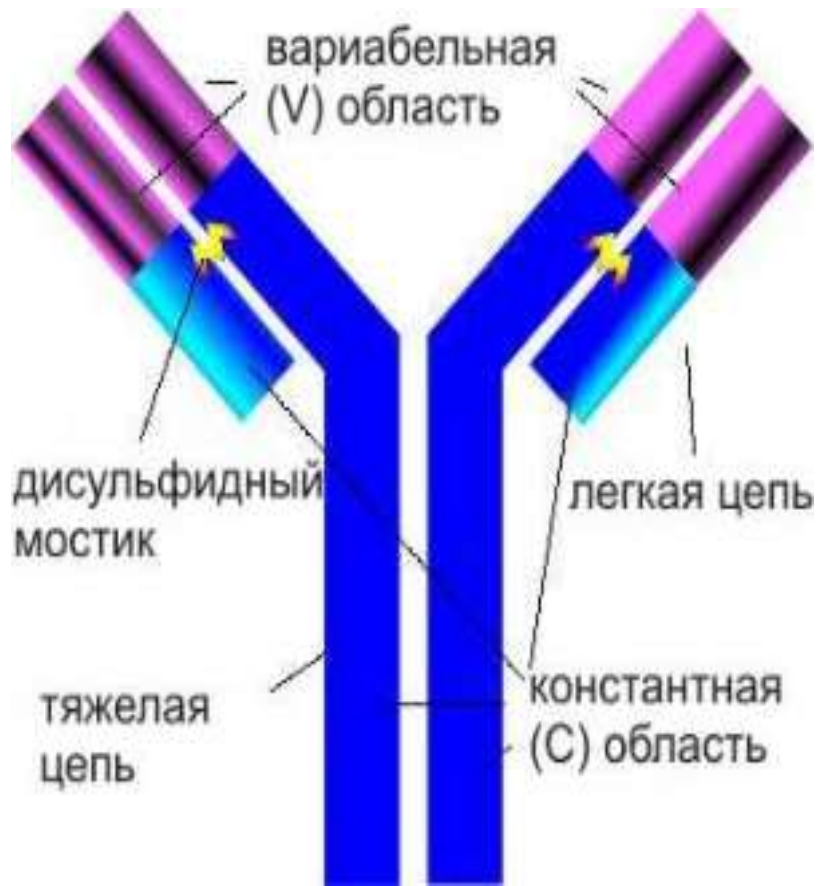
Мембрана состоит из **двух слоев фосфолипидов**, обеспечивающих ее стабильность

**Белков** (50%), отражающих функцию данных мембран

**Гликокаликса** из углеводных цепей (функция – распознавание, рецепция)

**жидкостно-мозаичная модель биомембраны  
(Singer, Nicolson, 1972)**

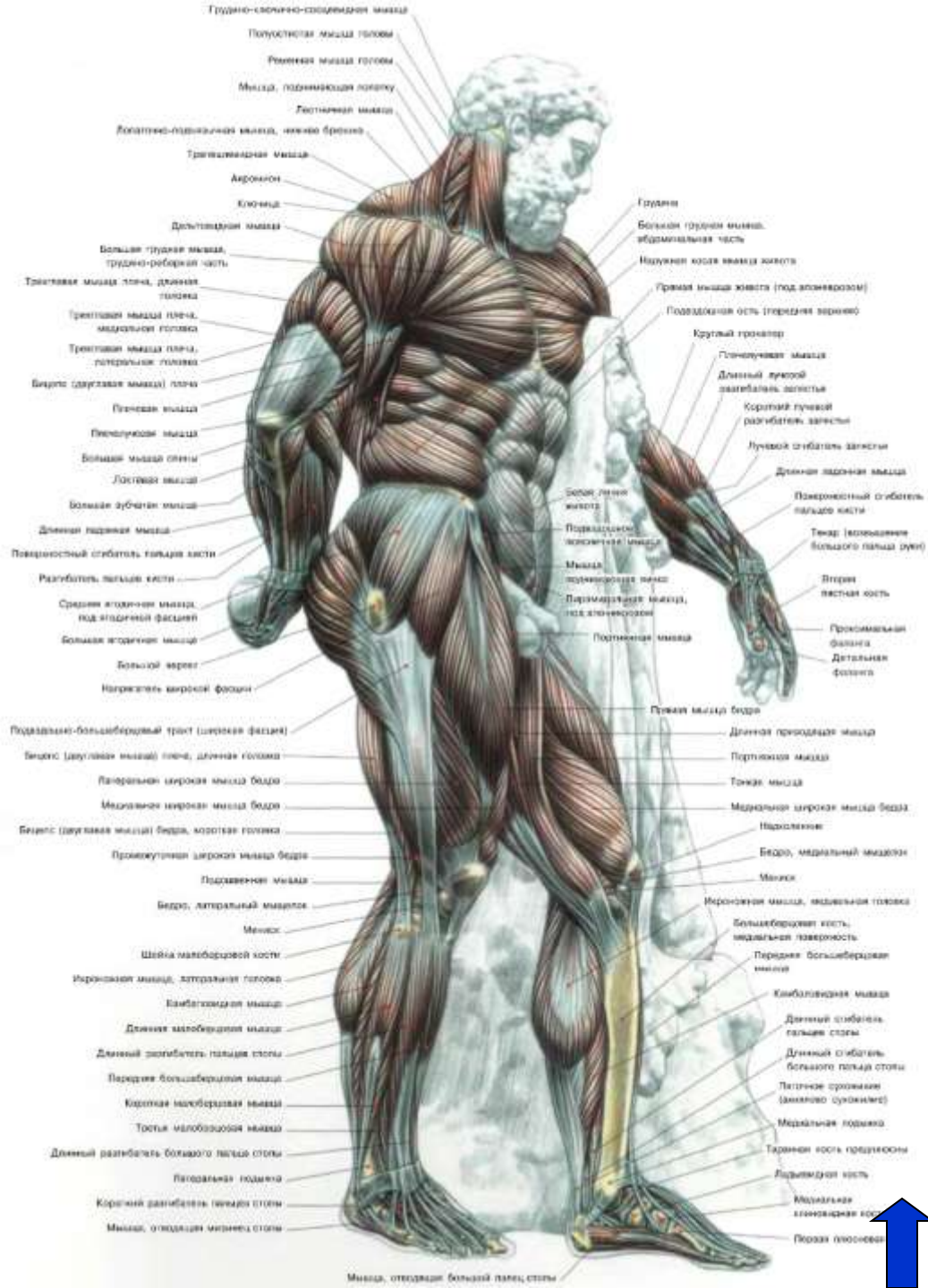




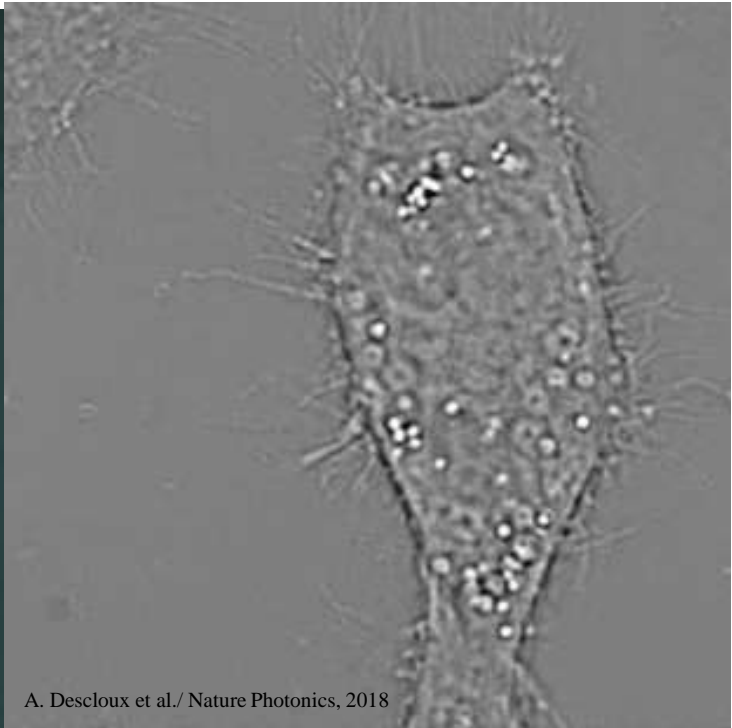
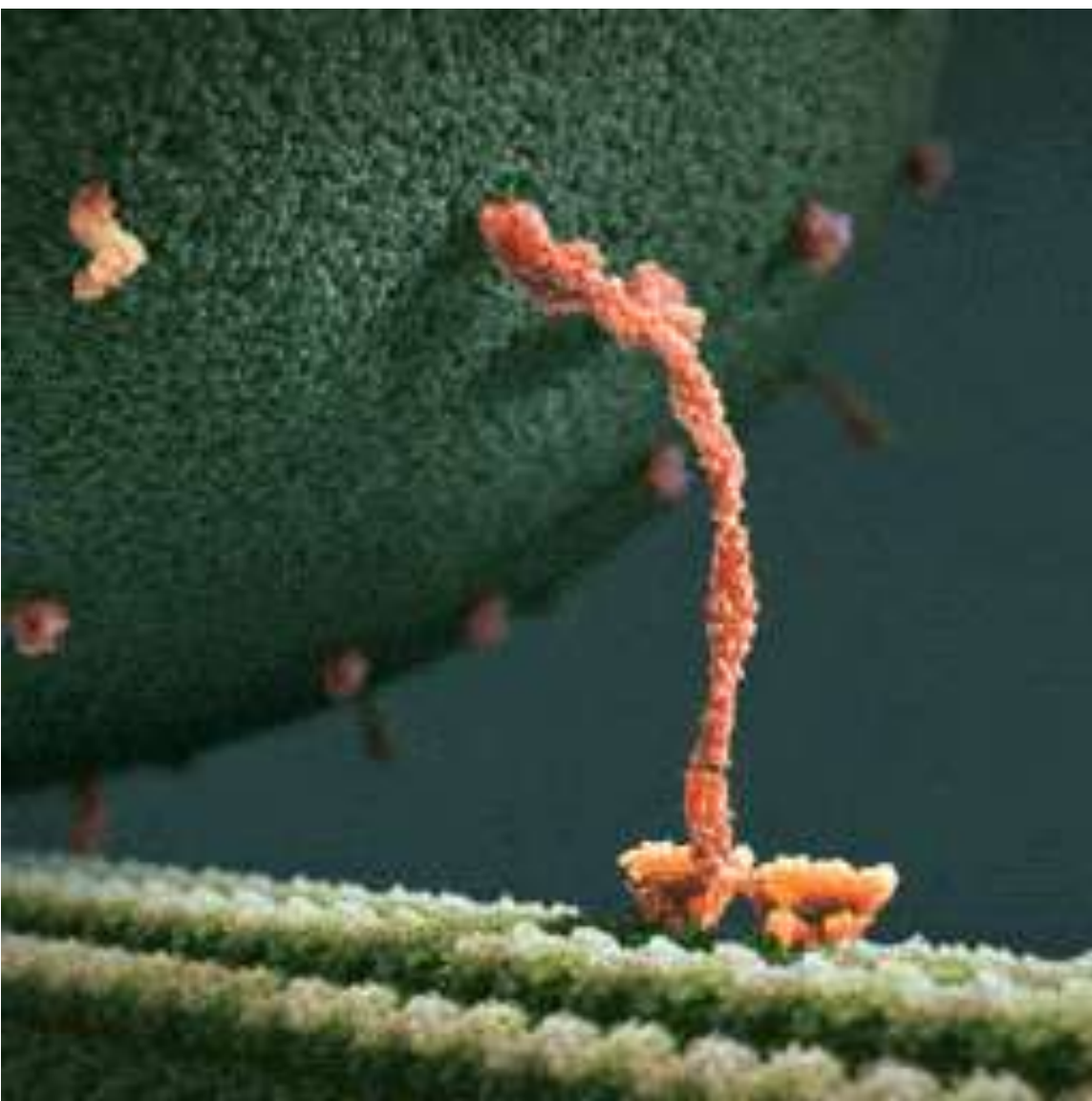
### Схема строения антитела

Антитело состоит из четырех белковых молекул — двух больших, или «тяжелых» цепей и двух маленьких («легких»). Варибельная область отвечает за связывание антигена, именно в нее вносятся изменения при соматическом гипермутировании.

Рис. с сайта [www.jdaross.cwc.nl](http://www.jdaross.cwc.nl)







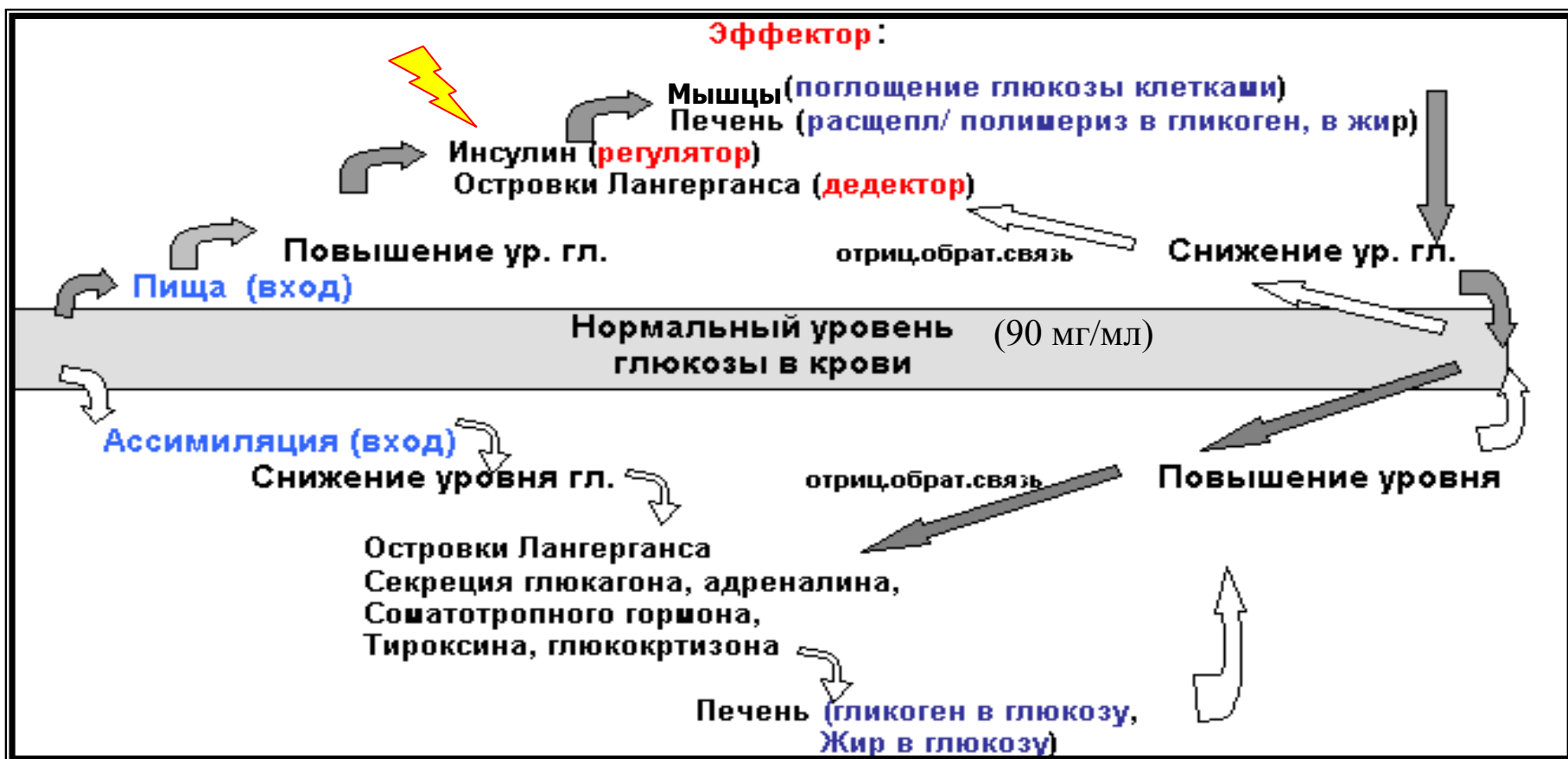
Какие белки обеспечивают изменение формы клетки и ее движение?

Микротрубочки и моторные белки

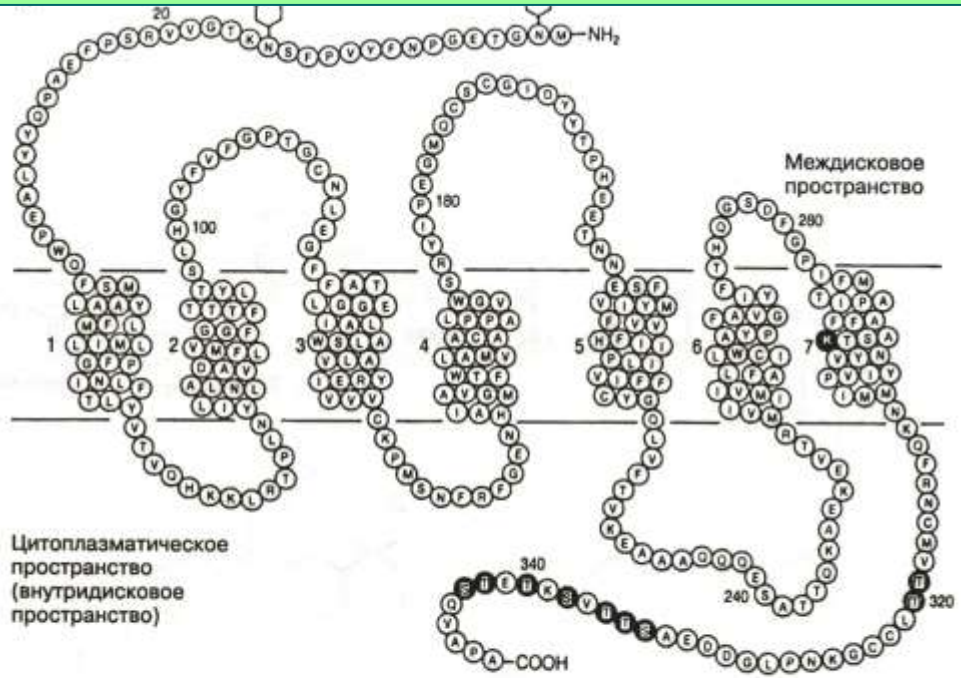
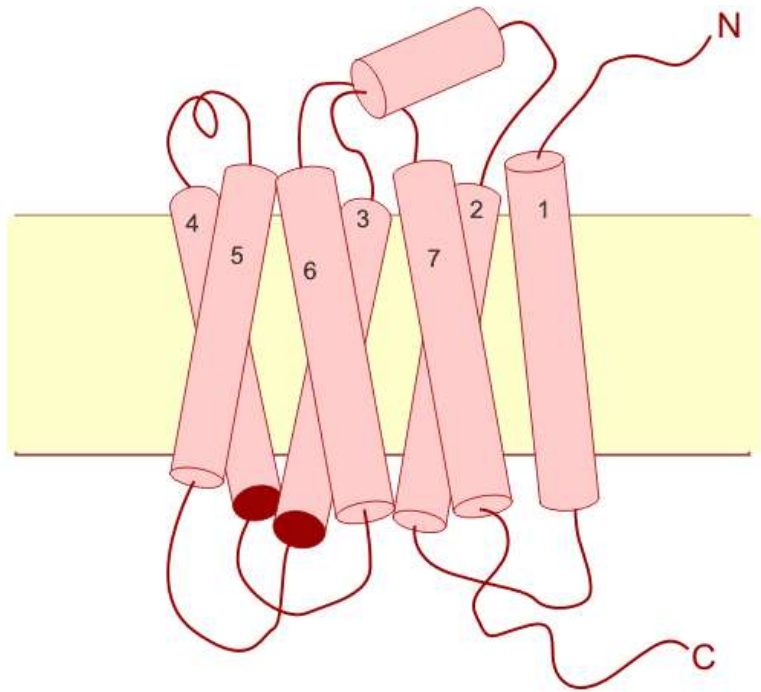


# Регуляция уровня глюкозы –

пример сложного гомеостатического механизма, включающего две цепи отрицательной обратной связи

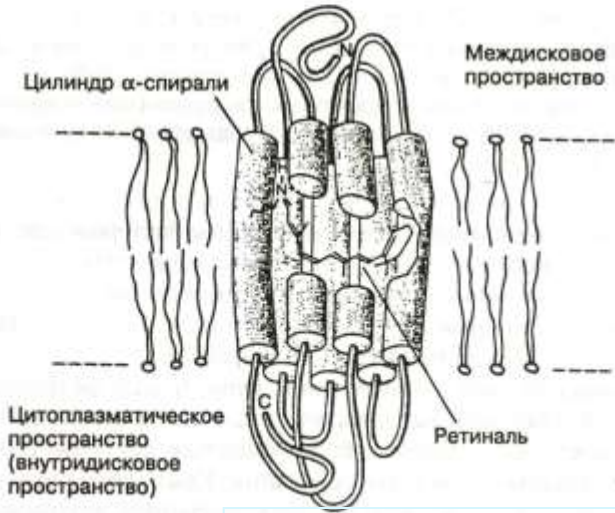


# СЕМЕЙСТВО СЕМИДОМЕННЫХ РЕЦЕПТОРНЫХ БЕЛКОВ



## ОПСИН

Б

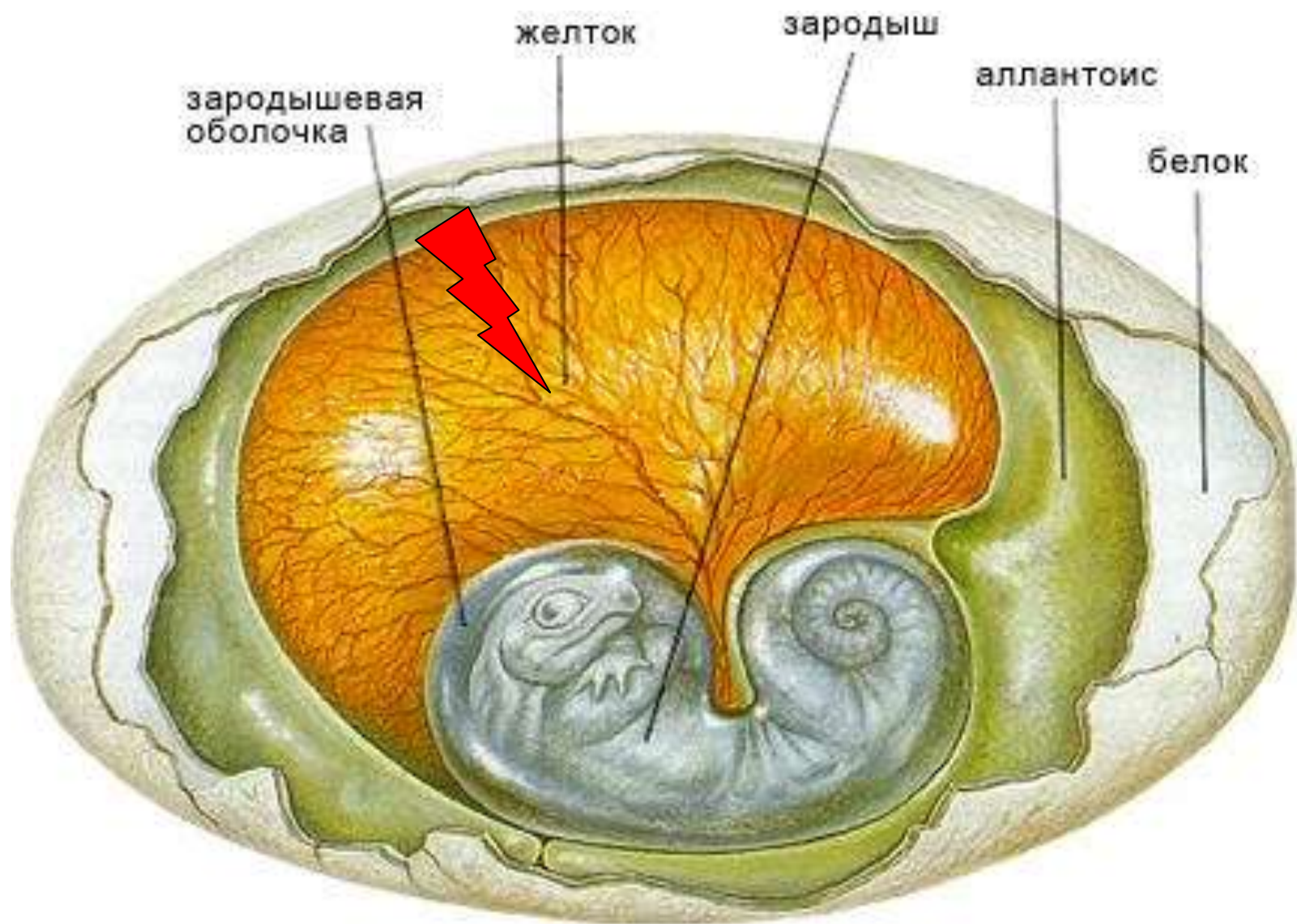


**~2% ГЕНОМА  
кодирует белки  
этого семейства**

## Родопсин







# КОФАКТОРЫ

## НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ

## ОРГАНИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ

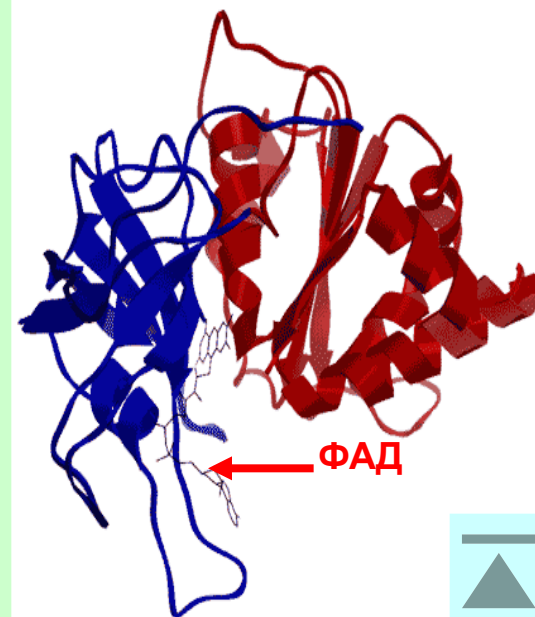
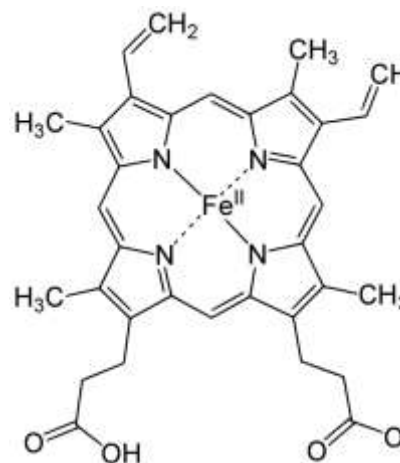
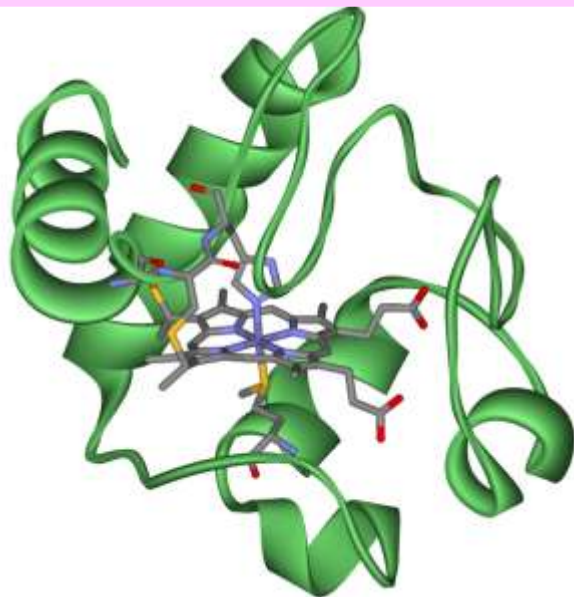
- ✓ ИОНЫ МЕТАЛЛОВ
- ✓ ЖЕЛЕЗО-СЕРНЫЕ КЛАСТЕРЫ

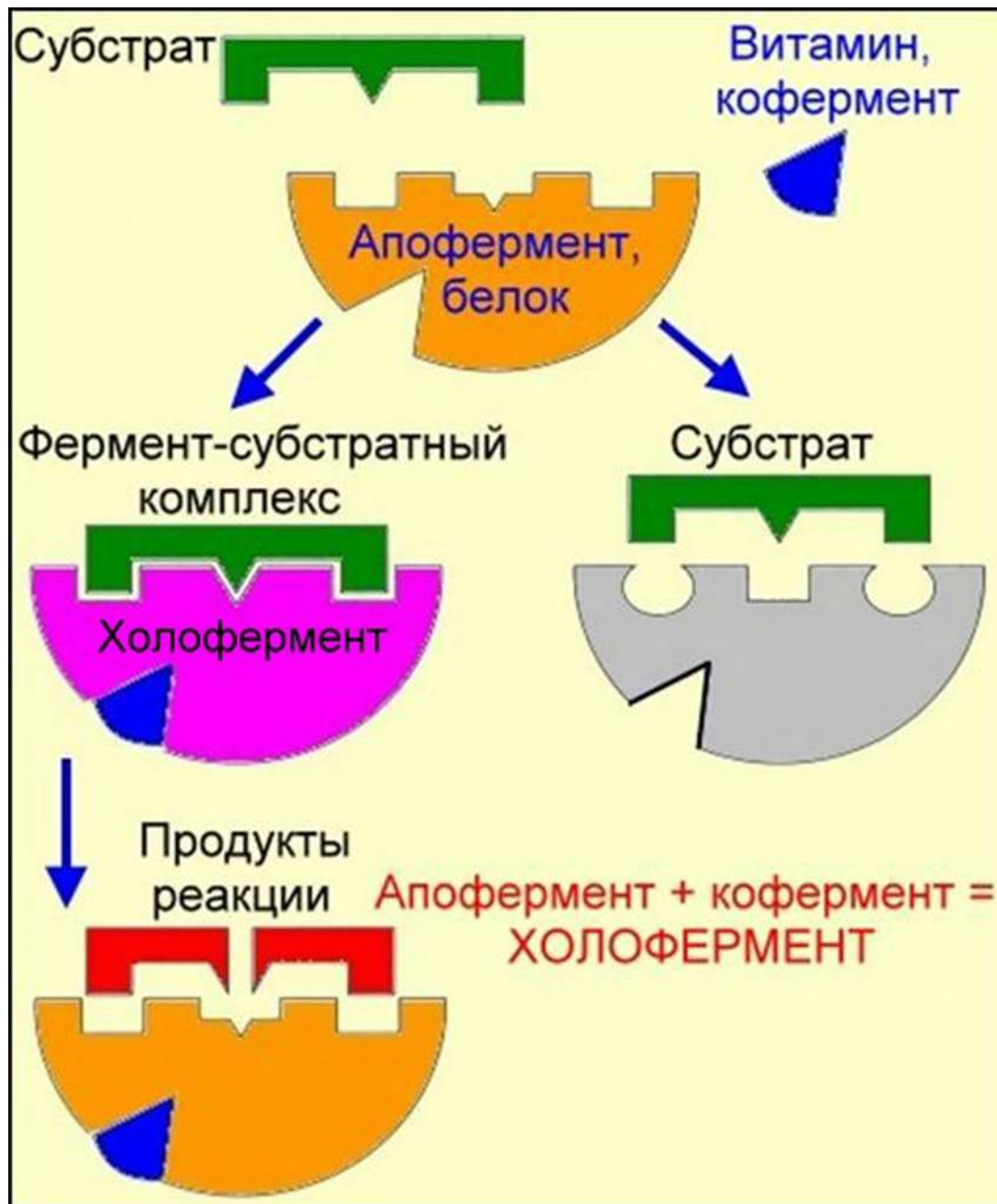
ПРОЧНО СВЯЗАННЫЕ

МОБИЛЬНЫЕ

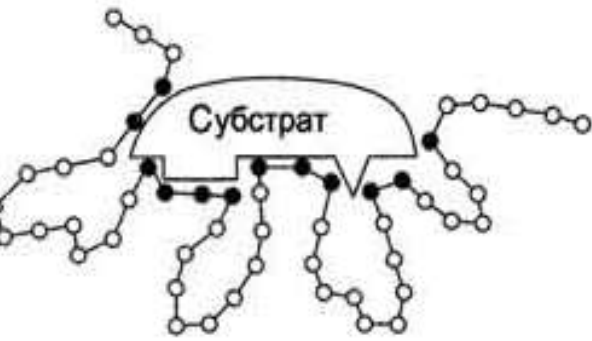
• ПРОСТЕТИЧЕСКИЕ ГРУППЫ

• КОФЕРМЕНТЫ

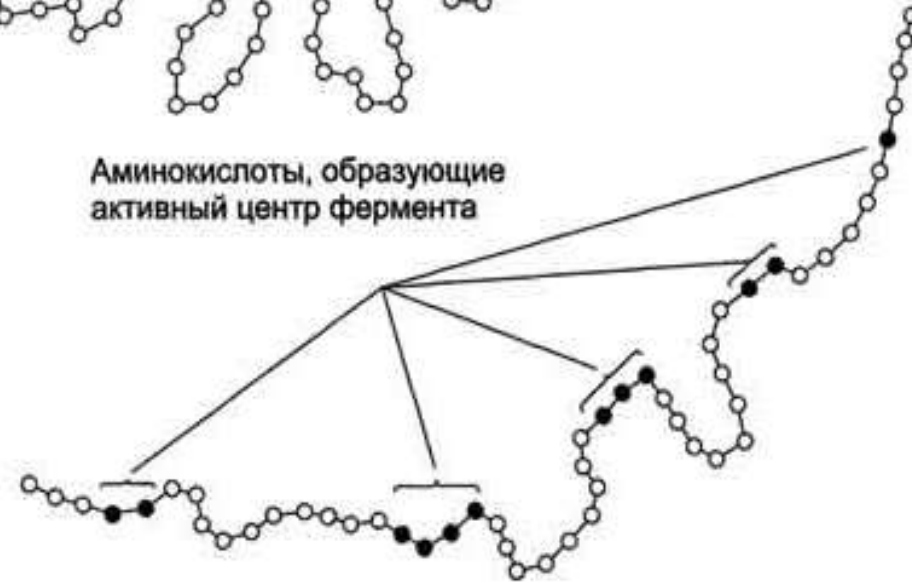








Аминокислоты, образующие активный центр фермента



## Активный центр фермента

Участок связывания

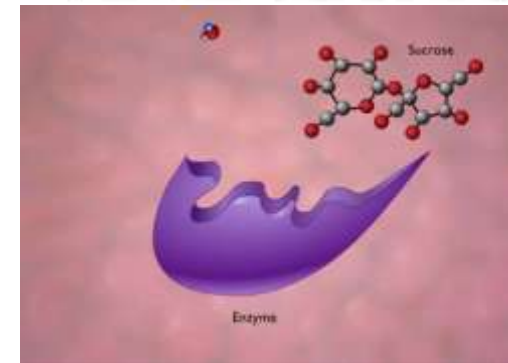
Каталитический участок

Обеспечивает субстратную специфичность (выбор субстрата)

Обеспечивает выбор пути химического превращения данного субстрата

- абсолютная субстратная специфичность
- групповая субстратная специфичность
- стереоспецифичность

Специфичность пути превращения



# Классификация ферментов

ОКСИДОРЕДУКТАЗЫ

УСКОРЯЮТ РЕАКЦИИ  
ОКИСЛЕНИЯ/  
ВОССТАНОВЛЕНИЯ

ТРАНСФЕРАЗЫ

ПЕРЕНОС  
ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ГРУПП  
И МОЛЕК. ФРАГМЕНТОВ

ГИДРОЛАЗЫ

УСКОРЯЮТ ГИДРОЛИЗ

ЛИАЗЫ

УСКОРЯЮТ ОТЩЕПЛЕНИЕ  
ГРУПП АТОМОВ С  
ОБРАЗОВАНИЕМ ДВОЙНОЙ  
СВЯЗИ

ИЗОМЕРАЗЫ

УСКОРЯЮТ  
ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ И  
СТРУКТУРНЫЕ  
ПЕРЕСТРОЙКИ МОЛЕКУЛ

ЛИГАЗЫ

УСКОРЯЮТ СИНТЕЗ

