

# Химия органических соединений клетки

## План лекции

- химические связи
- углеводы
- липиды

# Химические связи

Существуют разные виды химических связей, которые определяют электроны внешнего уровня атомов. Такими связями являются **ковалентная** и **нековалентные**.

Эти связи характеризуются длиной и силой.

# Длина и сила химических связей

Тип связи	Длина, нм	Сила, ккал/моль
Ковалентная	0,15	90
Нековалентные:		
ионная	0,25	3
водородная	0,30	1
ван-дер- ваальсовы силы	0,35	0,1

# Типы химических связей

**Ковалентная связь** - прочная химическая связь между двумя атомами, возникающая, при обобществлении одной или нескольких пар электронов. Если электроны между атомами распределены неравномерно, то связь называется **полярной**. (-O-H ; -N-H). Связь -C-H сбалансирована по силе притяжения, поэтому является **неполярной**.

Примеры ковалентных связей: дисульфидная, пептидная, фосфодиэфирная, гликозидная.

# Типы химических связей

**Ионная связь** - образуется путем обретения и потери электронов.

**Водородная связь** - слабая нековалентная связь между электроотрицательным атомом (например, азотом или кислородом) и атомом водорода, связанным с другим электроотрицательным атомом.

# Типы химических связей

**Ван-дер-ваальсова сила** - сила притяжения, связанная с колебаниями электрического заряда.

**Гидрофобные взаимодействия** – взаимодействия между неполярными молекулами или частями молекул, не образующими связей с молекулами воды .

# Углеводы

**Углеводы** – органические соединения, состав которых в большинстве случаев выражается общей формулой  $C_n (H_2O)_m$  подразделяются на моносахариды, олигосахариды и полисахариды.

# Моносахариды

**Моносахариды** – органические соединения являются обычно бесцветными, растворимыми в воде, прозрачными твердыми веществами. Некоторые моносахариды обладают сладким вкусом. Моносахариды — стандартные блоки, из которых синтезируются дисахариды, олигосахариды и полисахариды, содержат гидроксильные группы и альдегидную (альдозы) или кетогруппу (кетозы).

# Моносахариды

## Примеры:

- *тетрозы (3С), тетрозы (4С)*- молочная кислота, глицеральдегид, пировиноградная кислота, дигидроксиацетон, эритроза, эритрулоза

## Функции:

- промежуточные продукты в процессе дыхания, фотосинтеза и других процессах углеводного обмена

# Моносахариды

Примеры и функции

**пентозы (5С)** – рибоза, дезоксирибоза

входят в состав ДНК, РНК, АТФ

**гексозы (6С)** – глюкоза основной

энергетический материал, входит в

состав сахарозы; *фруктоза* - входит

в состав сахарозы, *галактоза* входит

в состав лактозы.

# Олигосахариды

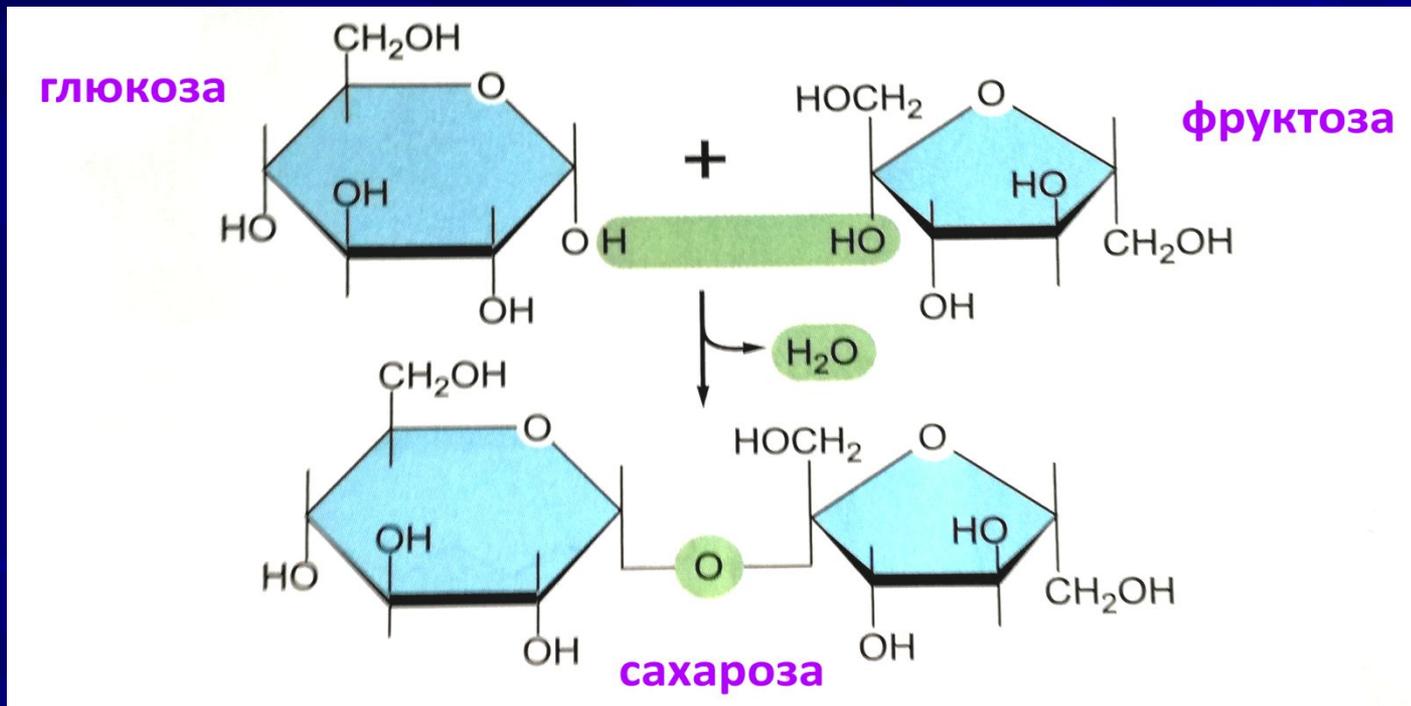
Углеводы, содержащие от 2 до 10 остатков глюкозы. Самые распространенные – дисахариды, состоящие из двух молекул гексоз.

*Дисахариды* (хорошо растворяются в воде, имеют сладкий вкус):

- *сахароза (свекловичный сахар)*, состоит из молекул глюкозы и фруктозы
- *лактоза (молочный сахар)*, состоит из молекул галактозы и глюкозы
- *мальтоза (солодовый сахар)*, состоит из двух молекул глюкозы.

# Реакция образования сахарозы

Молекулы глюкозы и фруктозы связаны **гликозидной** связью.



# Другие олигосахариды

1. Содержаться в небольшом количестве в растениях, некоторых лишайниках.

Примеры: **рафиноза** – трисахарид, состоит из молекул галактозы, фруктозы и глюкозы

резервный растительный углевод; **стахиоза** – тетрасахарид, состоит из двух молекул галактозы, одной глюкозы и одной фруктозы является резервным растительным углеводом

2. Образуют **гликокаликс** животных клеток.

3. Выполняют **рецепторную** функцию в составе **гликопротеидов** клеточных мембран.

4. В составе **гликолипидов** - антигены, определяющие группы крови системы АВО

# Полисахариды

**Полисахариды**  $(C_5H_{10}O_5)_n$  – биологические полимеры состоящие из большого количества молекул глюкозы.

**Крахмал** – полимер глюкозы. Состоит из линейной **амилозы** и разветвленного **амилопектина**. Резервный энергетический материал растительных клеток

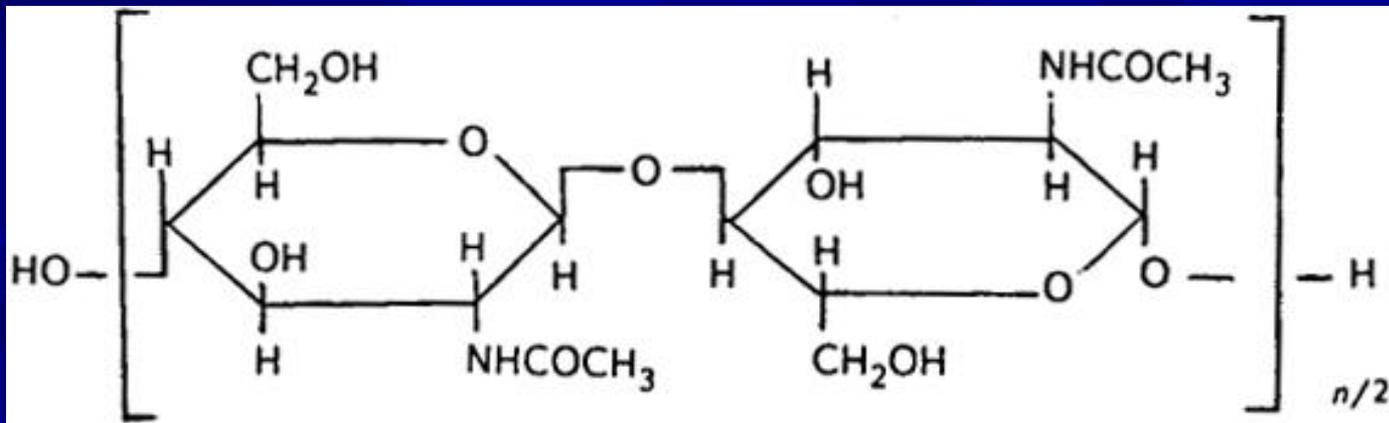
# Полисахариды

**Целлюлоза** – линейный полимер глюкозы, входит в состав целлюлозных волокон, образующих клеточную стенку растительных клеток.

**Гликоген** – разветвленный полимер глюкозы, содержится в мышцах и печени животных и человека. Резервный энергетический материал.

# Полисахариды

К полисахаридам также относят **ХИТИН**, мономерами которого являются остатки N-ацетилглюкозамина, связанные гликозидными связями. Хитин входит в состав клеточных стенок грибов и экзоскелета членистоногих



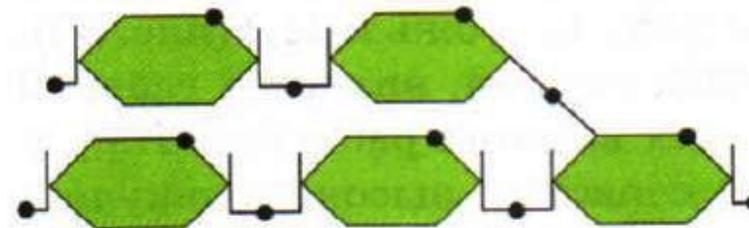
# Полисахариды



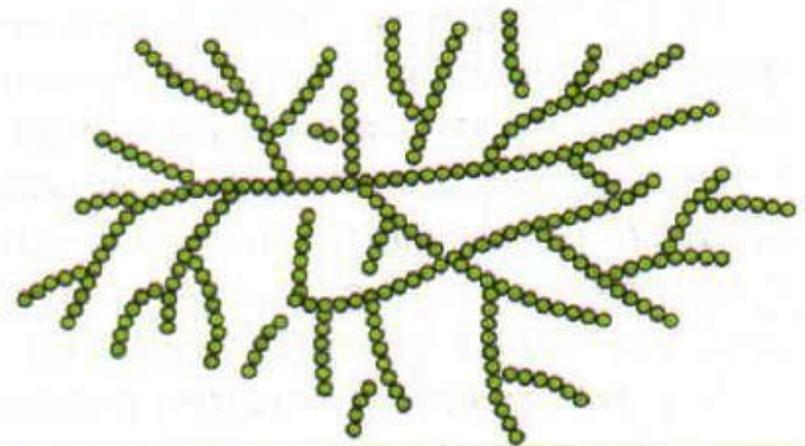
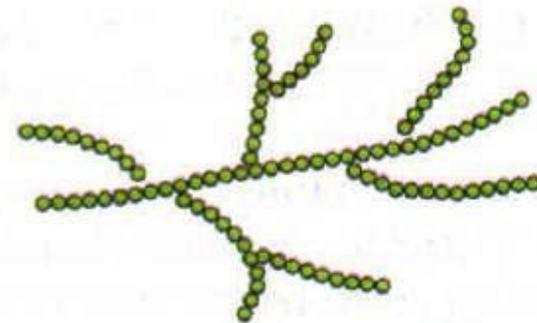
Целлюлоза



Крахмал



Гликоген



# Липиды

Большая группа органических соединений, содержащихся в живых организмах, различающихся по химическому составу, структуре и функциям, но сходных по физико-химическим свойствам, хорошо растворимых в органических растворителях (бензол, ацетон, хлороформ) и нерастворимых в воде.

# Классификация липидов

По одной из классификаций липидов они подразделяются на *простые* и *сложные*

*Простые липиды* при гидролизе

расщепляются на спирты и карбоновые кислоты – *триглицериды и воски.*

*Триглицериды* – сложные эфиры

глицерола и трех остатков высших *жирных кислот.* Ими являются жиры и масла

# Высшие жирные кислоты

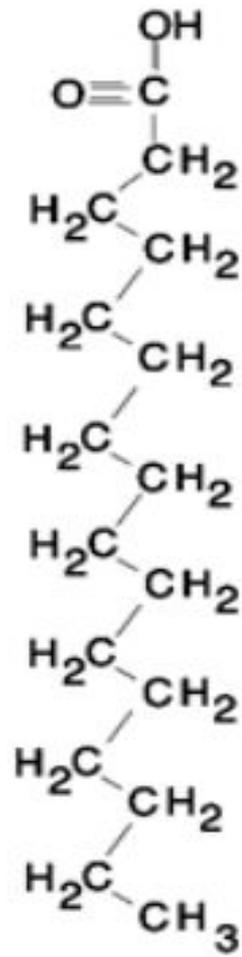
Одноосновные карбоновые кислоты, содержащие группу - COOH.

Общая формула R·COOH, где R – цепь углеводородов. Число атомов углерода - 14 – 22. Если в цепи присутствует одна или несколько двойных связей C=C, кислота называется *ненасыщенной*.

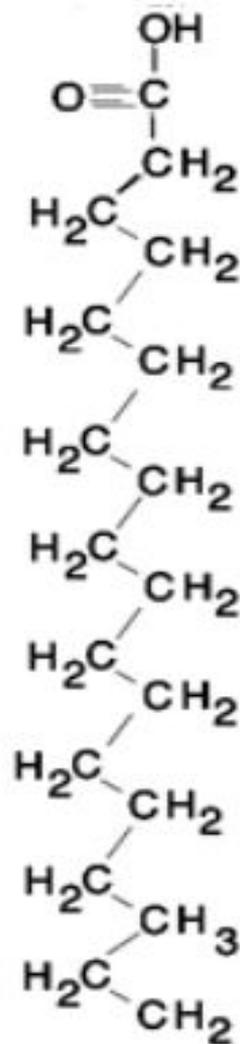
Если двойных связей нет, кислота называется *насыщенной*.

# Жирные кислоты

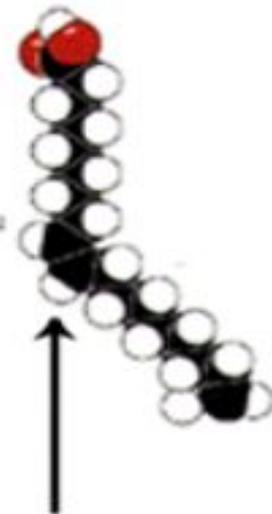
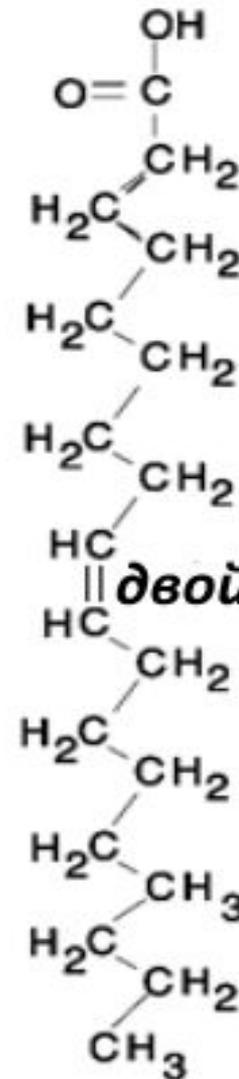
пальмитиновая



стеариновая

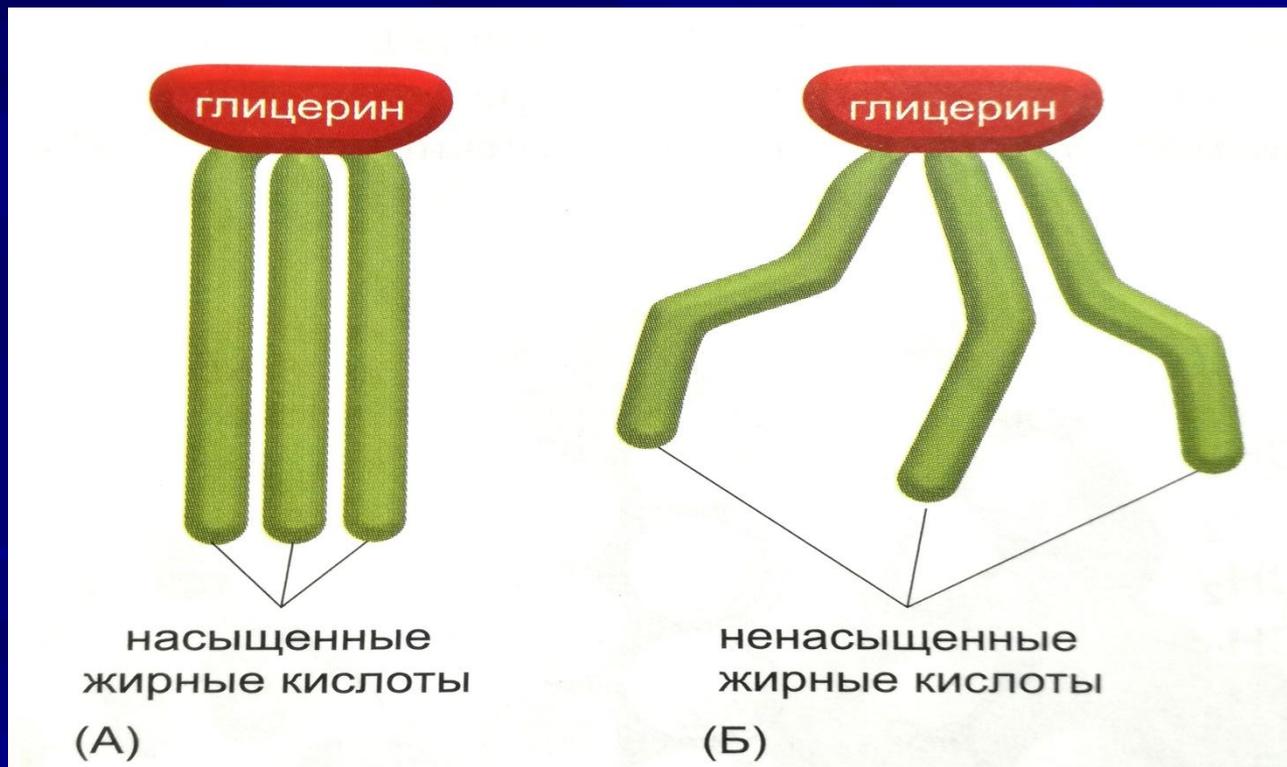


олеиновая



# Триглицериды(нейтральные жиры)

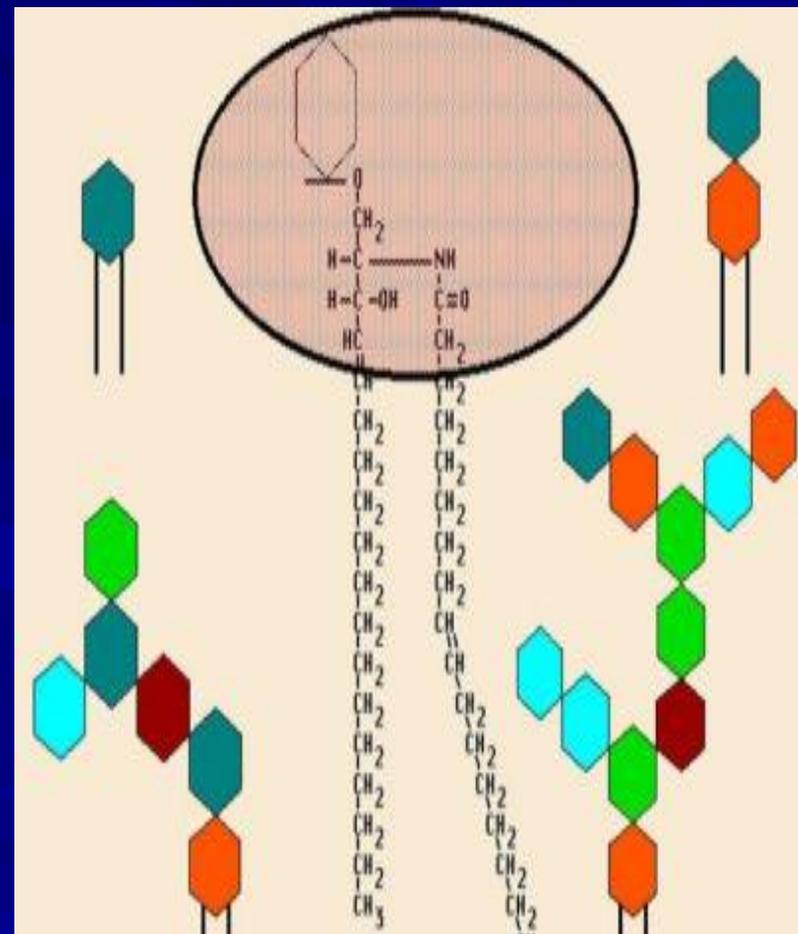
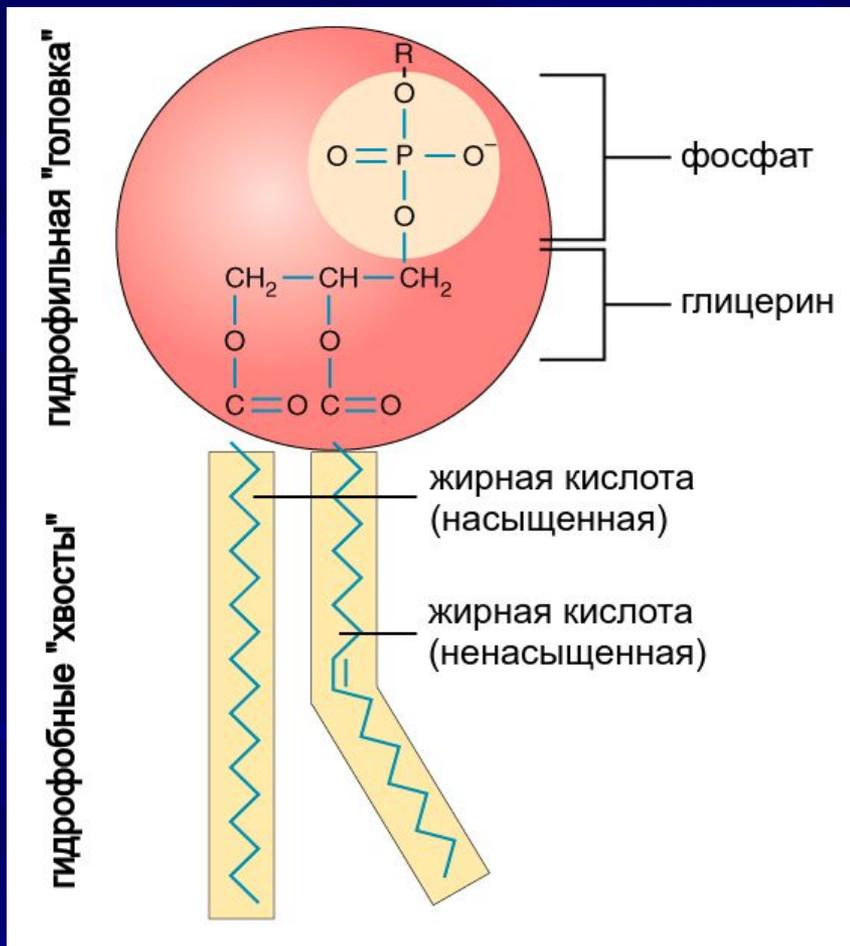
В твердых жирах содержатся насыщенные жирные кислоты, в жидких маслах – ненасыщенные жирные кислоты



# *Сложные липиды*

К сложным липидам относят производные триглицеридов, у которых одна фосфорная кислота замещена радикалом, в составе которого присутствуют остаток фосфорной кислоты или углеводов.

# Фосфо- и гликолипиды



# Другие липиды

К липидам так же относят **стероиды**: половые гормоны- эстроген, прогестерон, тестостерон, кортикостероиды, витамин D, холестерол; **терпены**: камфора, фитол, входящий в состав хлорофилла, витамин K, каротиноиды; липиды могут частью сложных белков - **липопротеидов**

# Функции липидов

**Триглицериды** – резервный энергетический материал; источник эндогенной воды; в составе жировой ткани – обеспечивают теплоизоляцию и амортизацию внутренних органов; участвуют в жировом и углеводном обмене; входит в состав кожного сала, которое придает эластичность кожи, усиливает её барьерные и антимикробные свойства

# Функции липидов

**Фосфолипиды и гликолипиды** – структурные компоненты биологических мембран.

**Воски** – образуют водоотталкивающий слой на поверхности органов растений и животных.

**Стероиды** - гормоны, витамин D, холестерол

**Терпены** – растительные пигменты, витамин K, в составе смол, бальзамов, эфирных масел.

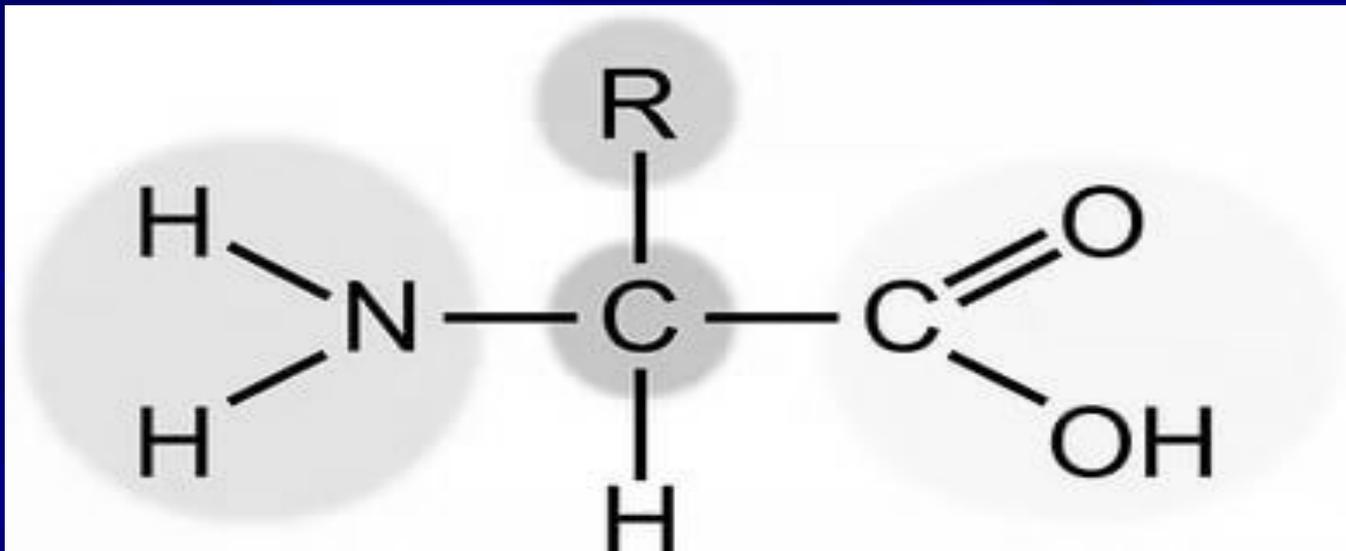
# Химия органических соединений клетки

План лекции

- аминокислоты
- белки
- нуклеотиды

# АМИНОКИСЛОТЫ

**Аминокислоты** – органические соединения, содержащие карбоксильную группу –COOH и аминогруппу –NH<sub>2</sub>, связанных с одним тем же атомом углерода являются мономерами полипептидов.



# Свойства аминокислот

Свойства аминокислот определяются радикалом. **Гидрофобные** радикалы глицина, аланина, валина, изолейцина, фенилаланина, лейцина, изолейцина, тирозина и метионина играют важную роль в формировании белковой молекулы. Они находятся внутри белковой глобулы.

# Свойства аминокислот

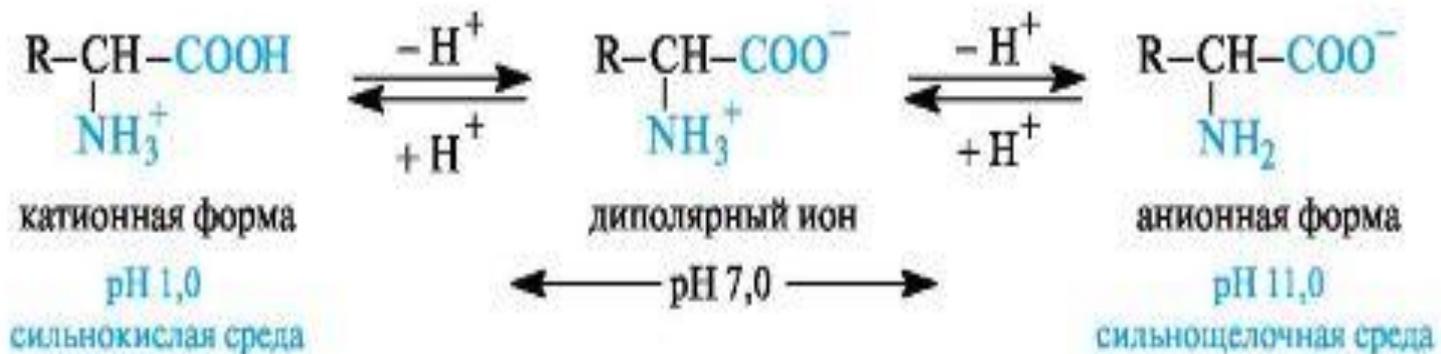
Гидрофильные радикалы, содержащие группы  $-\text{COOH}$ ,  $-\text{OH}$ ,  $-\text{NH}_2$ , располагаются снаружи молекулы.

У аспарагиновой и глутаминовой кислот есть дополнительная карбоксильная группа –  $\text{COOH}$ ,

У лизина аргинина и гистидина – аминогруппа  $-\text{NH}_2$ . Такие кислоты проявляют соответственно кислотные и основные свойства.

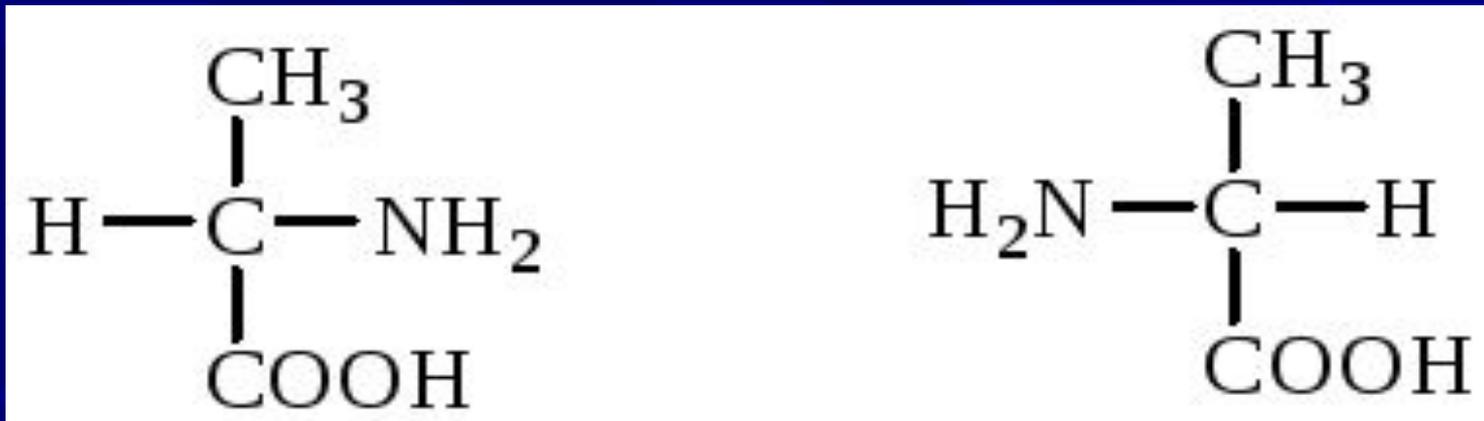
# Ионизированная форма аминокислот

В клетке, где pH примерно равно 7, свободная аминокислота находится в ионизированной форме. В кислой среде - в катионной форме, в щелочной – в анионной



# Оптические изомеры аминокислот

В природе существуют **L- и D – формы** аминокислот, но в составе молекул белка присутствуют только **L – формы.**



D -аланин

L- аланин

# Заменяемые и незаменимые аминокислоты

Для организма человека все аминокислоты подразделяются на два типа: заменяемые и незаменимые. **Заменяемые** поступают в наш организм с белковой пищей и могут синтезироваться из других аминокислот.

**Незаменимые** не могут синтезироваться из других аминокислот, они обязательно должны поступать с белковой пищей.

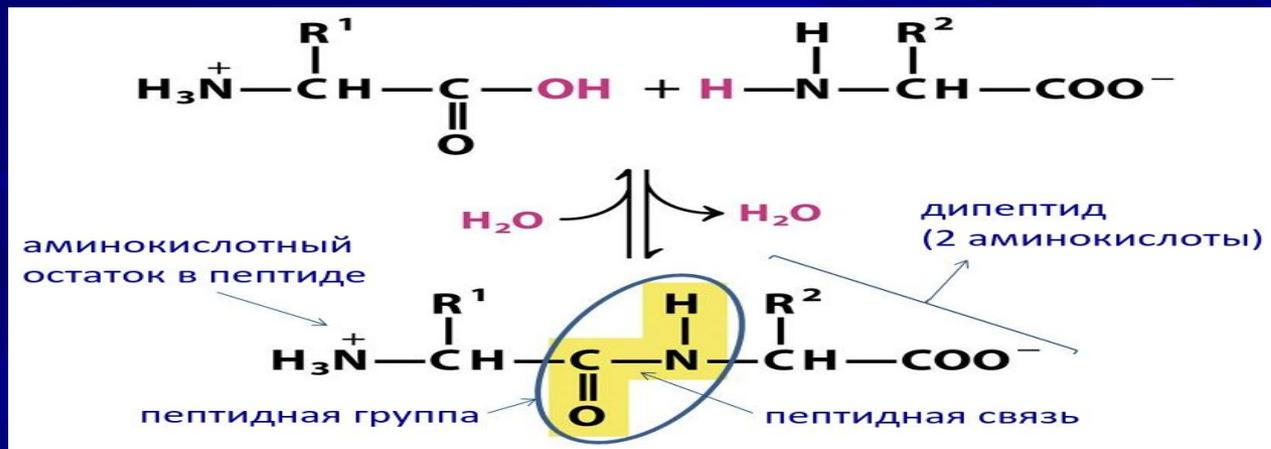
Белки, содержащие незаменимые аминокислоты называются полноценными.

# Белки. Уровни организации.

Белки – биологические полимеры, мономерами которых являются аминокислоты.

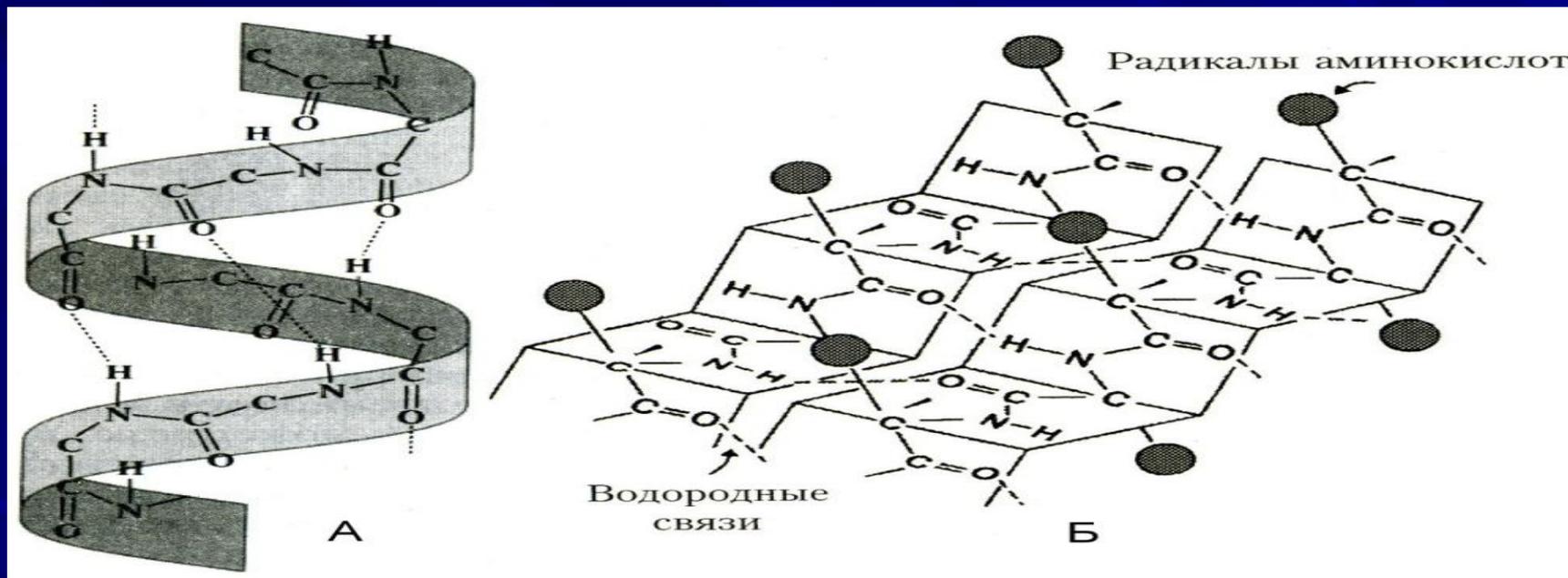
Выделяют четыре уровня организации белка.

**1. Первичная структура.** – определяется аминокислотной последовательностью в полипептидной цепи. Стабилизирована пептидными связями.



# Уровни организации белка

2. Вторичная структура - представлена  $\alpha$ -спиралью и  $\beta$ -слоем

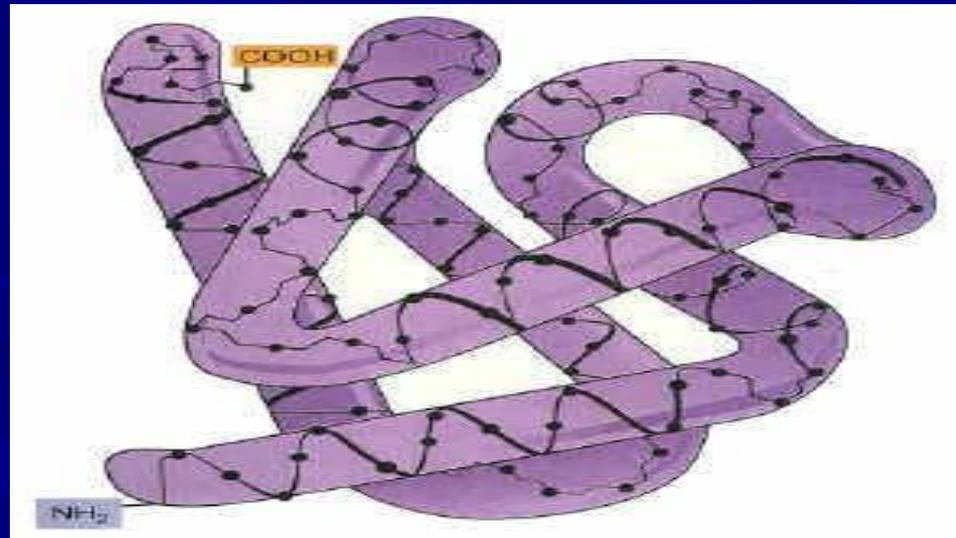


$\alpha$ -спираль

$\beta$ -слой

# Уровни организации белка

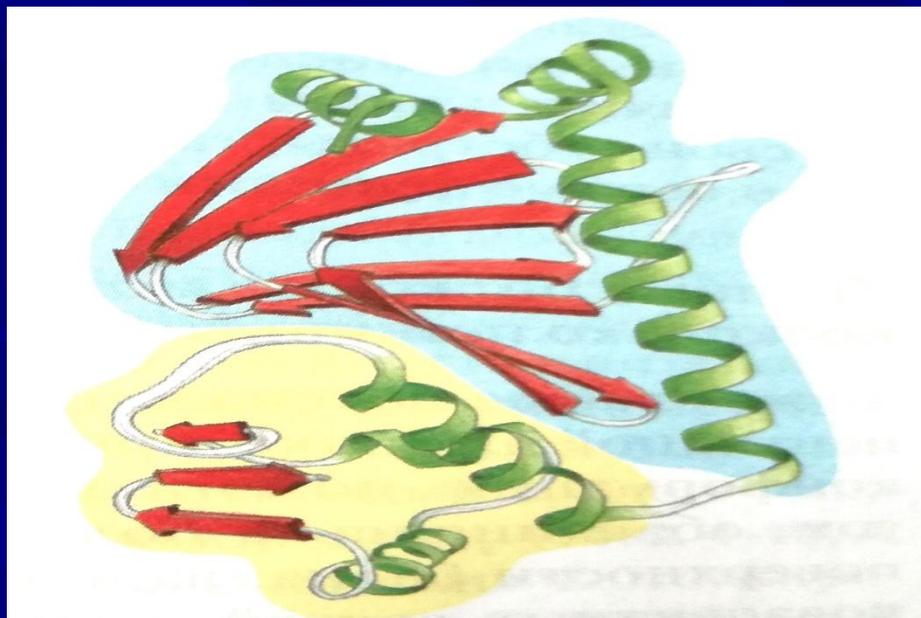
3. **Третичная структура** - имеется у глобулярных белков при складывании (фолдинге) спиральных и неспиральных участков в трехмерное образование шаровидной формы. В фолдинге участвуют особая группа белков – шапероны



# Уровни организации белка

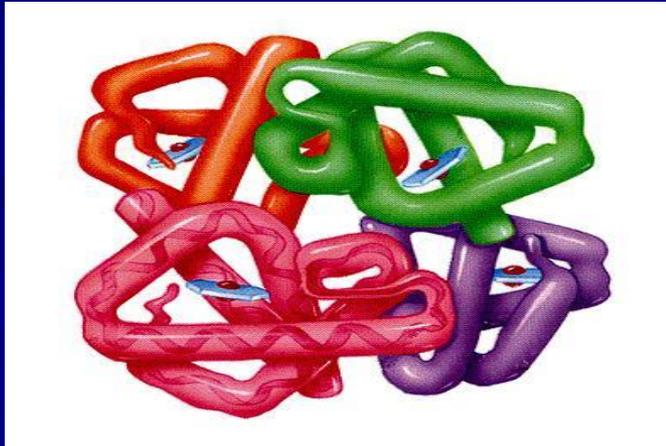
**Белковые домены** – компактные участки полипептида со стабильной укладкой в составе третичной структуры белка.

В данной третичной структуре белка присутствуют два домена.



# Уровни организации белка

**4. Четвертичная структура** - у глобулярных белков несколько полипептидных цепей с третичной структурой могут объединяться в общую структуру округлой формой. У фибриллярных белков со спиральной вторичной структурой несколько спиралей могут скручиваться вместе.

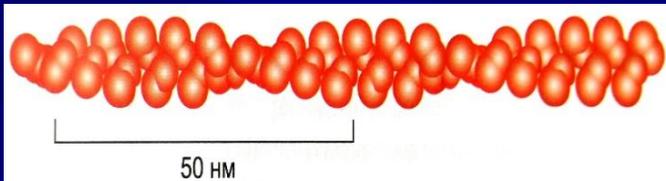


# Формы белковых структур

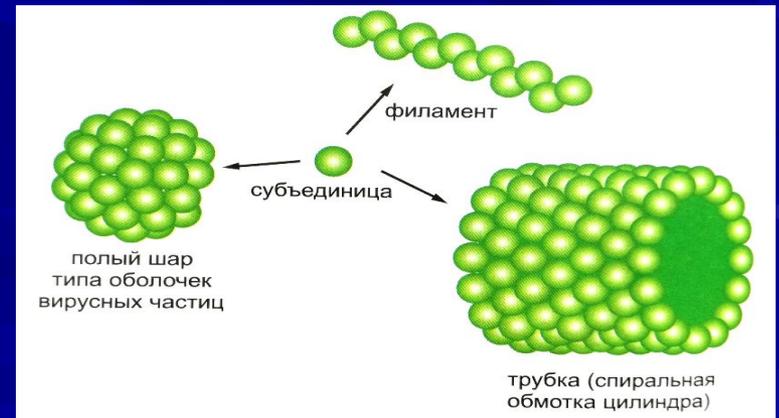
В зависимости от формы белковой структуры белки подразделяются на **глобулярные и фибриллярные**

1. Актиновый филамент, состоящий из одинаковых белковых глобулярных субъединиц.
2. Структуры из глобулярных структур

1.

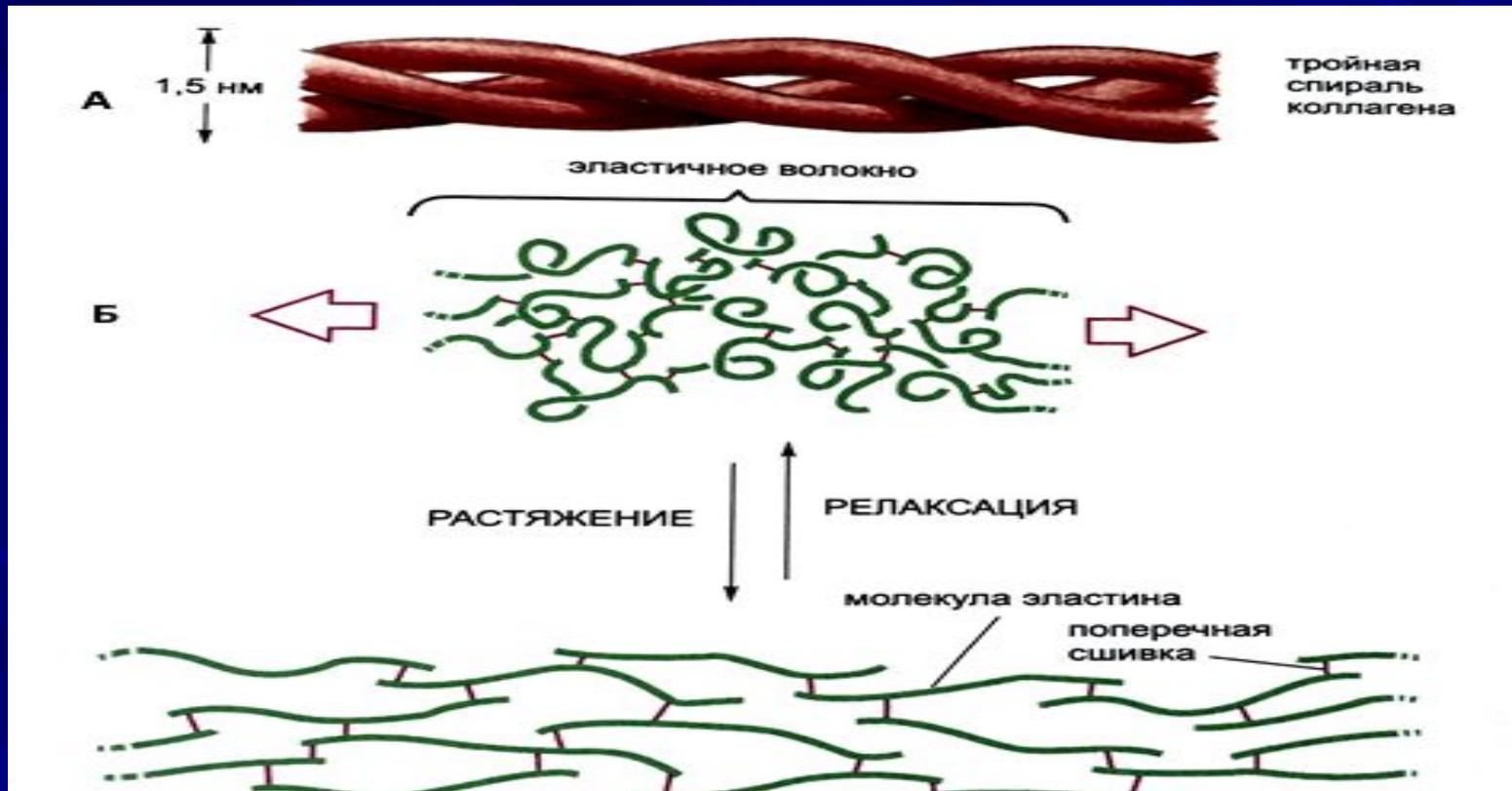


2.



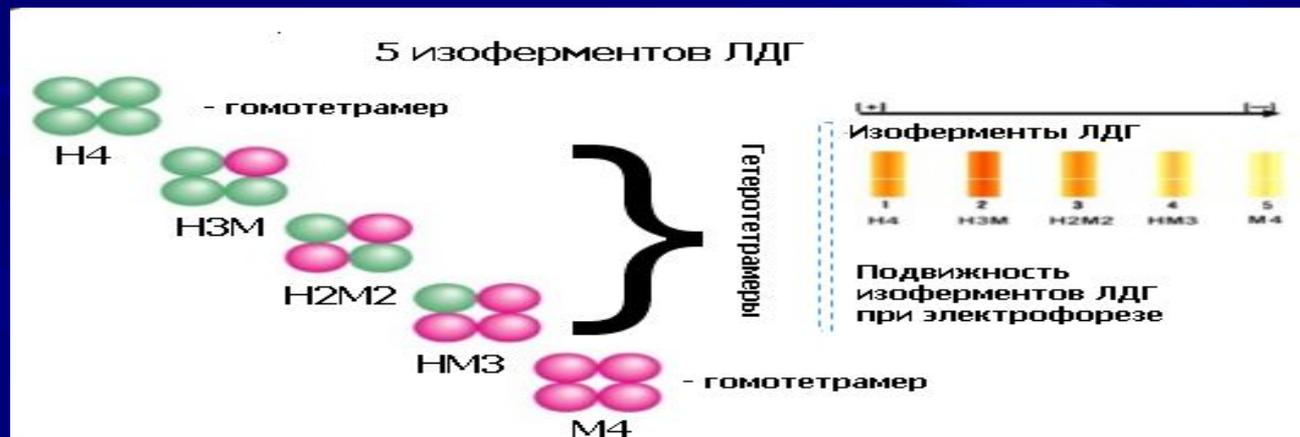
# Формы белковых структур

## Фибриллярные белки



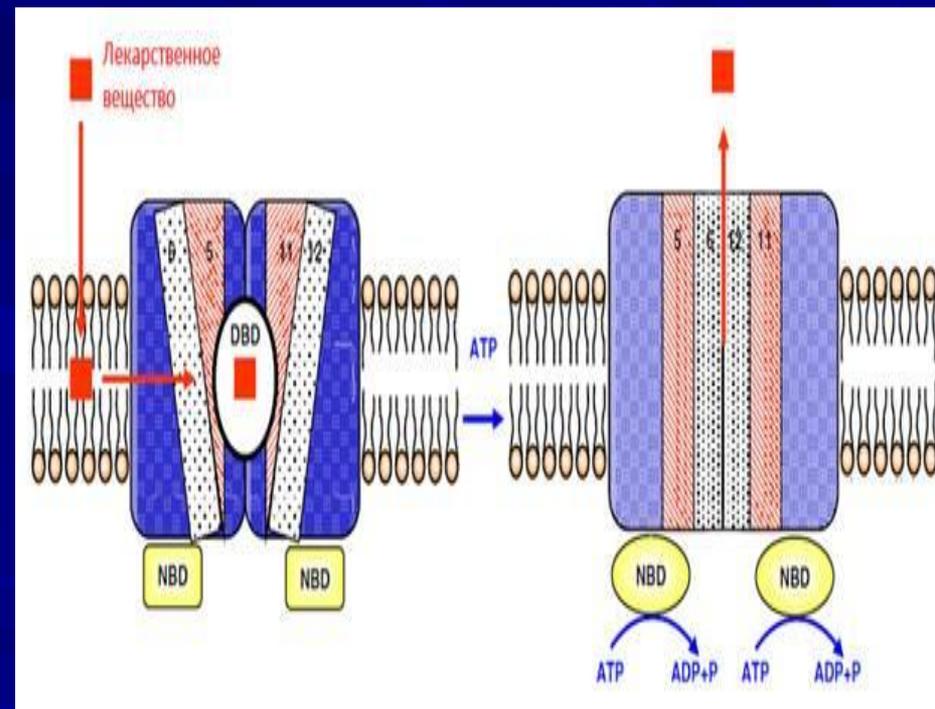
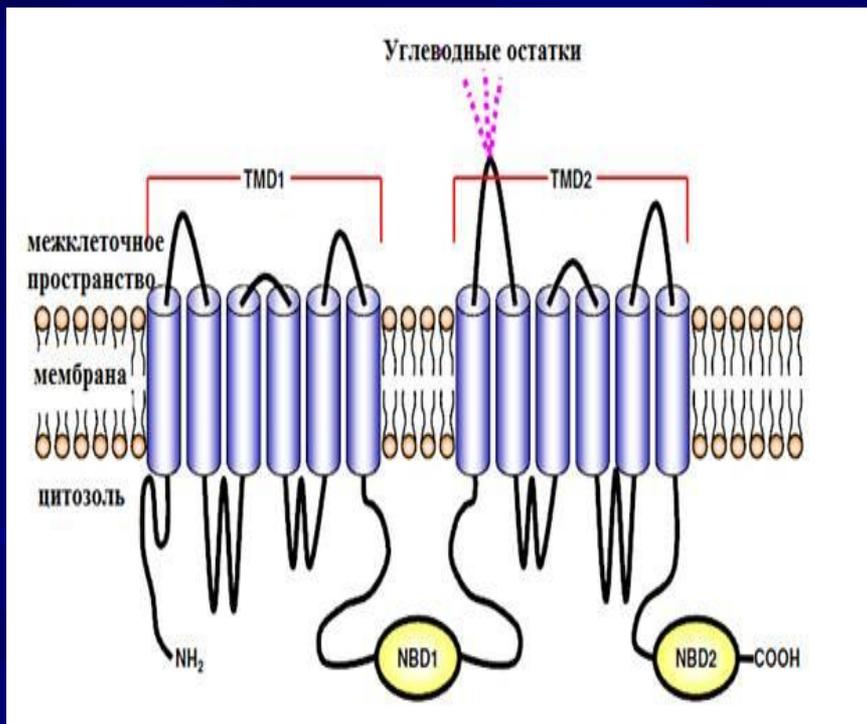
# Ферментативная функция белка

**Лактатдегидрогеназа (ЛДГ)** - участвует в реакциях гликолиза. Лактатдегидрогеназа катализирует превращение лактата в пируват, при этом образуется  $NADH^+$ . Активная форма ЛДГ имеет - тетрамер из 4 субъединиц. Изоферменты ЛДГ представляют собой различные комбинации двух типов (Н и М) субъединиц в разных сочетаниях.



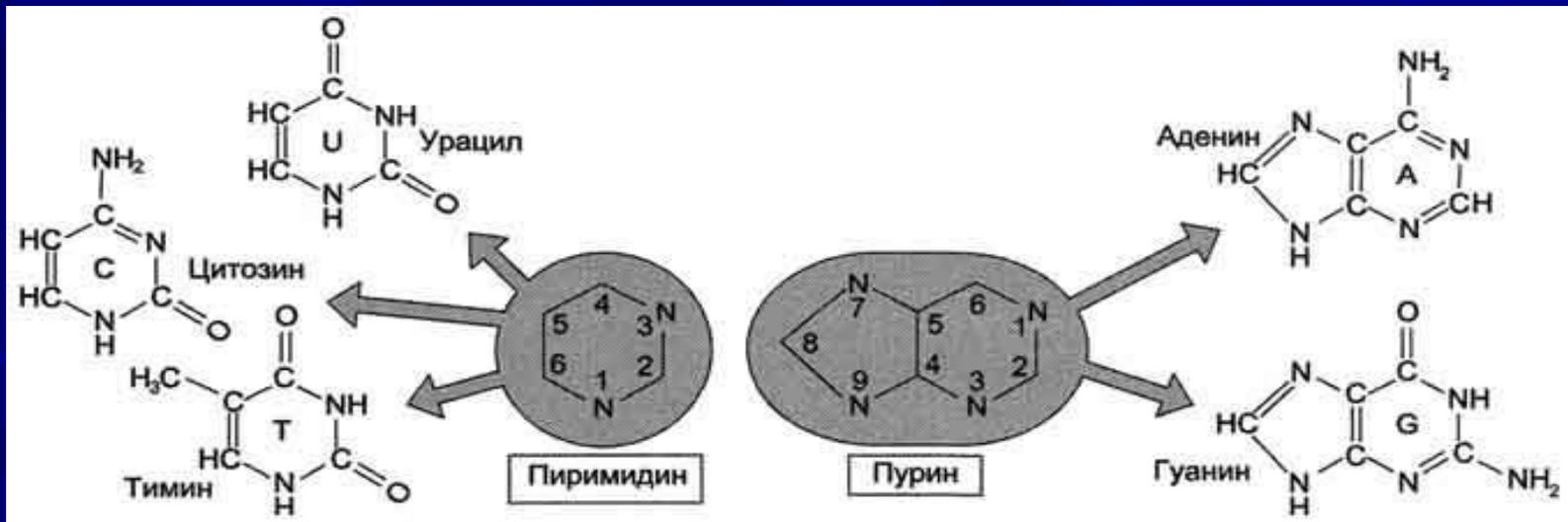
# Транспортная функция белков

## Мембранный белок из семейства ABC-транспортеров



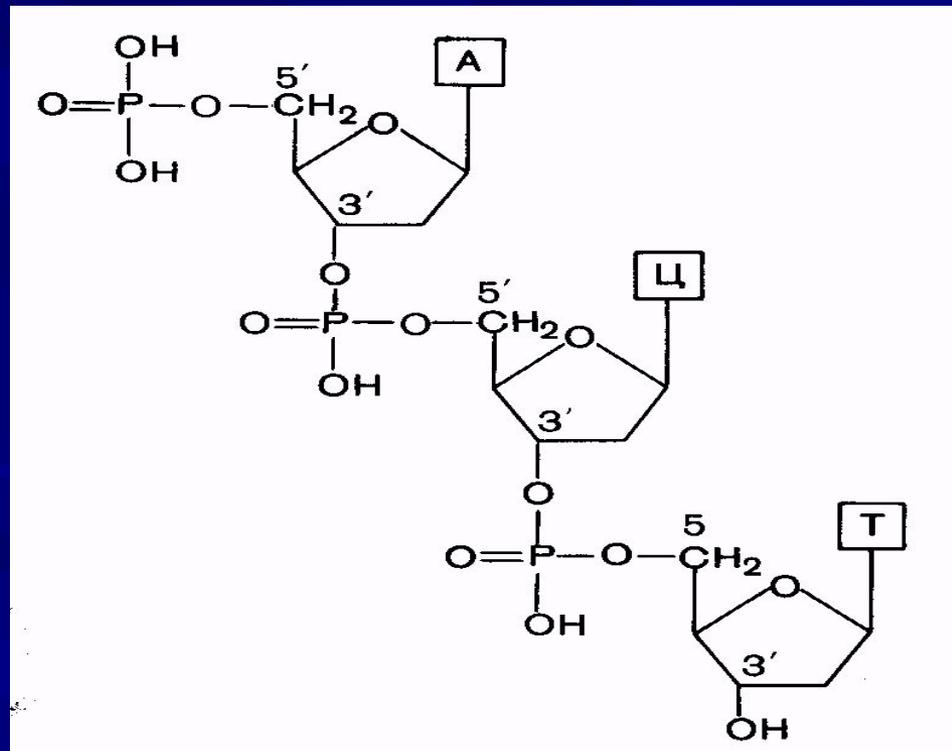
# Нуклеотиды

Нуклеотиды – мономеры нуклеиновых кислот. Состоят из пентозы (рибозы или дезоксирибозы), фосфата и азотистого основания



# Соединение нуклеотидов в одной цепи

Нуклеотиды в одной цепи соединены  
фосфодиэфирной связью.



# Строение АТФ, АДФ, АМФ

Два остатка фосфорной кислоты соединена с АМФ макроэргическими СВЯЗЯМИ.

