

# ***Неорганические вещества клетки***

- В природе различают  
***органические и  
неорганические***  
вещества

- Тела природы состоят из элементарных химических веществ, классификация, которых дана в периодической системе Менделеева.
  - Других элементов в природе во Вселенной не существует, например Солнце состоит из гелия. (ядерн. р-ция)

# Ядерный синтез

- Солнце продуцирует энергию в ходе процесса, который называется ядерным синтезом.
- Ядерный синтез — это управляемый взрыв в центре Солнца, где температура колеблется от 15 миллионов до 22 миллионов градусов Цельсия. Каждую секунду в недрах Солнца 4 миллиона тонн водорода превращаются в гелий. Мощность светового потока, который при этом излучается, равна мощности 4 триллионов электрических лампочек.

Источник: <http://www.voprosy-kak-i-pochemu.ru/kak-obrazovalos-solnce/#ixzz1yhDoKSRO>

- *Вернадский В. И.* разделил вещество на *живое и неживое (косное)*.
- Живое есть только на планете Земля и то по сравнению с Вселенскими размерами в очень малом, мизерном количестве.
  - Ноосфера –  
МЫСЛЯЩАЯ ОБОЛОЧКА ЗЕМЛИ

# ***Элементарный химический состав живого вещества, клетки***

- Из 112 химических элементов в клетке обнаружено 70.
- Из них **24 присутствуют во всех типах клеток.**
- Элементарные химические вещества в организме делят на ***макроэлементы, микроэлементы, ультрамикроэлементы***

# Элементарный химический состав клетки

- **Макроэлементы 99,9 %** составляют от всех веществ **95-98%** **H, O, C, N** -- так называемые **органогенные** вещества
  - H – более 10%
  - O – 65-75%
  - C – 15-20%
  - N – 1,5 –3 %
- **1,9%** остальные K, Ca, Na, F, Cl, Fe, S, Mg в клетке их десятые и сотые доли процента.

- **Микроэлементы – 0,1%**

**B, Br, Co, Cu, Mo, Zn, V, J,**

бор, бром, кобальт, медь, молибден, цинк, ванадий, йод

- В клетке они представлены тысячными и миллионными долями процента

- Они входят в состав *ферментов, гормонов и других активных* веществ

- **Ультрамикроэлементы**

**U, Ra, Au, Hg, Be, Cs, Se**

уран, радий, золото, ртуть, бериллий, цезий, селен

- Их концентрация в клетке более миллионной доли процента

*Различия в химическом составе между живым  
и косным веществом,  
между живой и неживой природой*

- На атомарном уровне различий между живым и косным веществом, между живой и не живой природой нет.
- Элементарный состав организмов и среды, в которой они обитают различен.
  - *Кремния* в почве -33%
  - *Кислорода* в почве 50%
  - В растениях *кремния* – 0,15%
  - В растениях *кислорода* - 70%

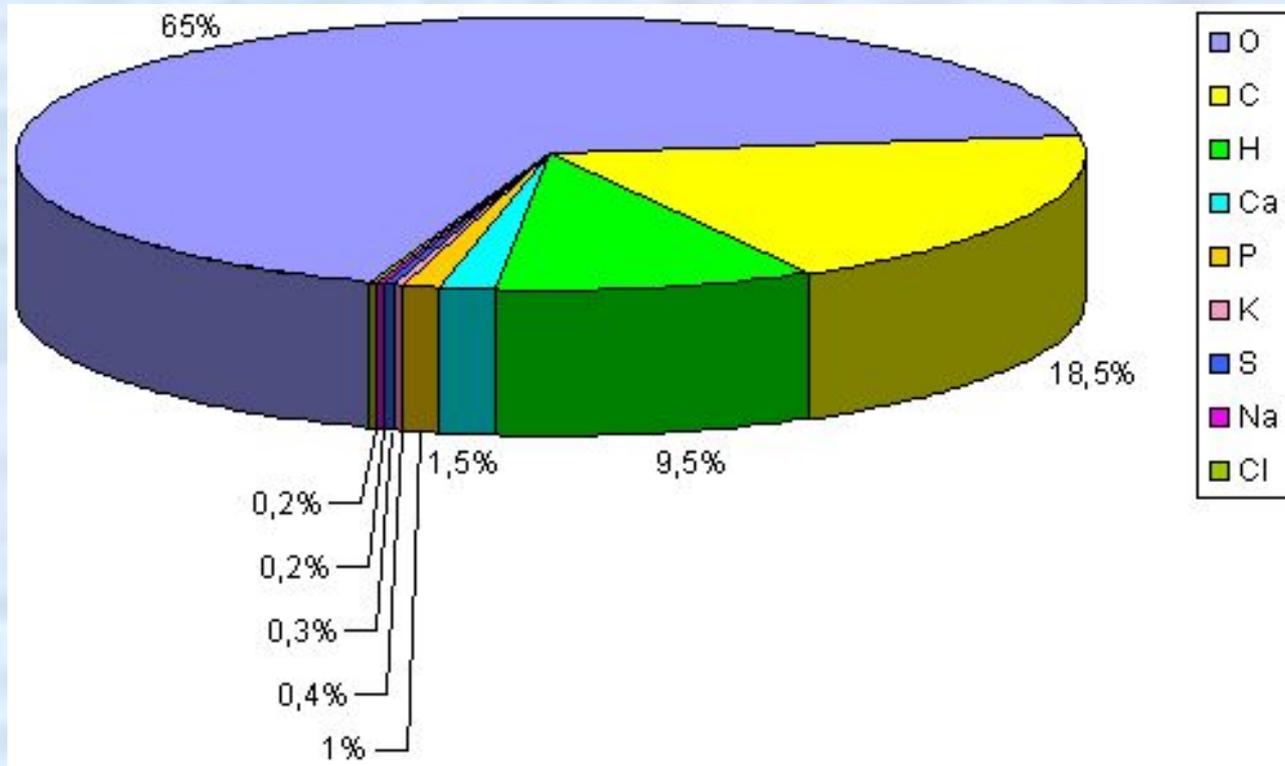
# Некоторые организмы способны избирательно концентрировать в своих телах некоторые химические элементы

Например:

- Водород (H) - водоросли
- Радий (Ra) - ряска
- Литий (Li) - лютик
- Кремний (Si) - злаки, диатомовые водоросли
- Медь (Cu) - моллюски и ракообразные
- Железо (Fe) - позвоночные

## Неорганические вещества, входящие в состав клетки.

Содержание химических элементов в теле человека:



таблица

- Назовите химические элементы, составляющие большую часть живых организмов?

# Неорганические вещества клетки: ВОДА

- *Вода и её роль в клетке*

- Все живые организмы в своём составе содержат воду в разном количестве.
- Так например:
  - в костной ткани ----- 20%
  - в жировой ткани ----- 40%
  - в мозге ----- 85%
  - в сухих семенах ----- 15%
  - в теле медузы ----- 95%
  - в плодах огурцов ----- 95%
  - в корнях огурцов ----- 60%

# ***Вода и её роль в клетке***

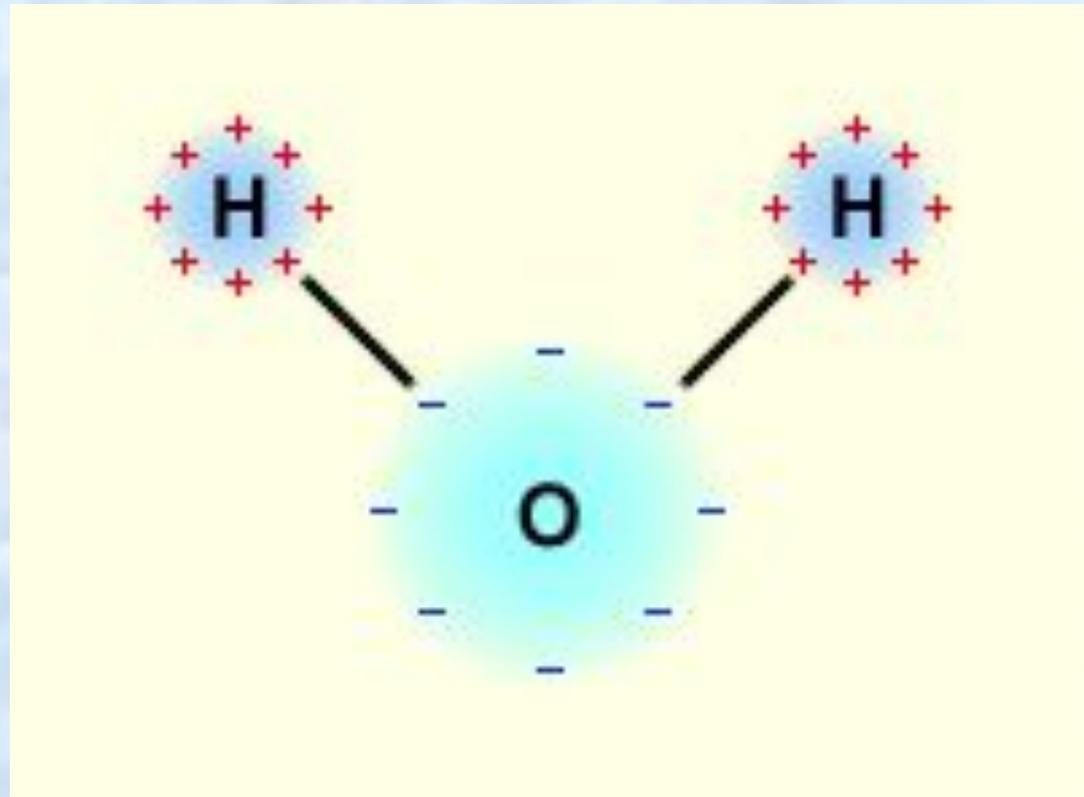
- Причины разного количества воды в разных тканях различные. Одна из причин - разная скорость или интенсивность обменных процессов. Например:
  - в эмбрионах ----- 95%
  - в молодом организме ---- 80%
  - в стареющем организме –60%
- Без воды человек может прожить 5-6 дней (14 дней).
- Другие животные дольше, верблюд в активном состоянии, спячка (зимняя, летняя) анабиоз, покой у семян, спора, циста.

# ***Вода и её роль в клетке***

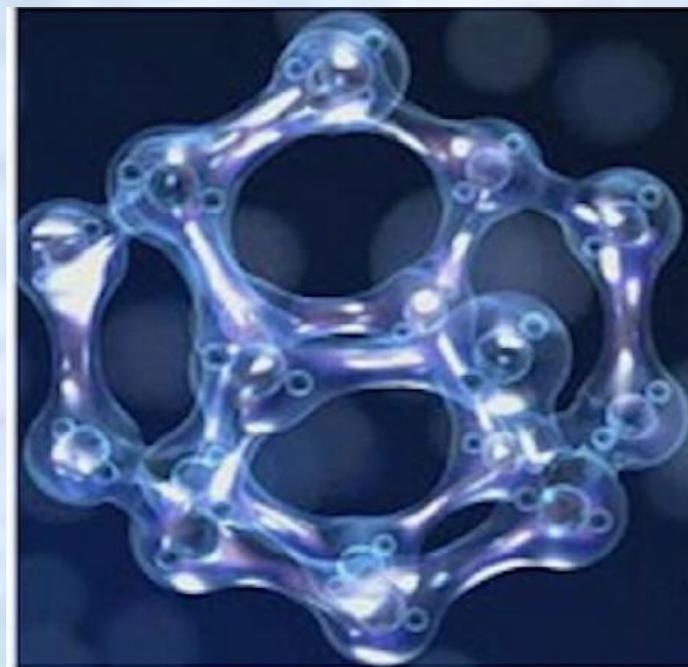
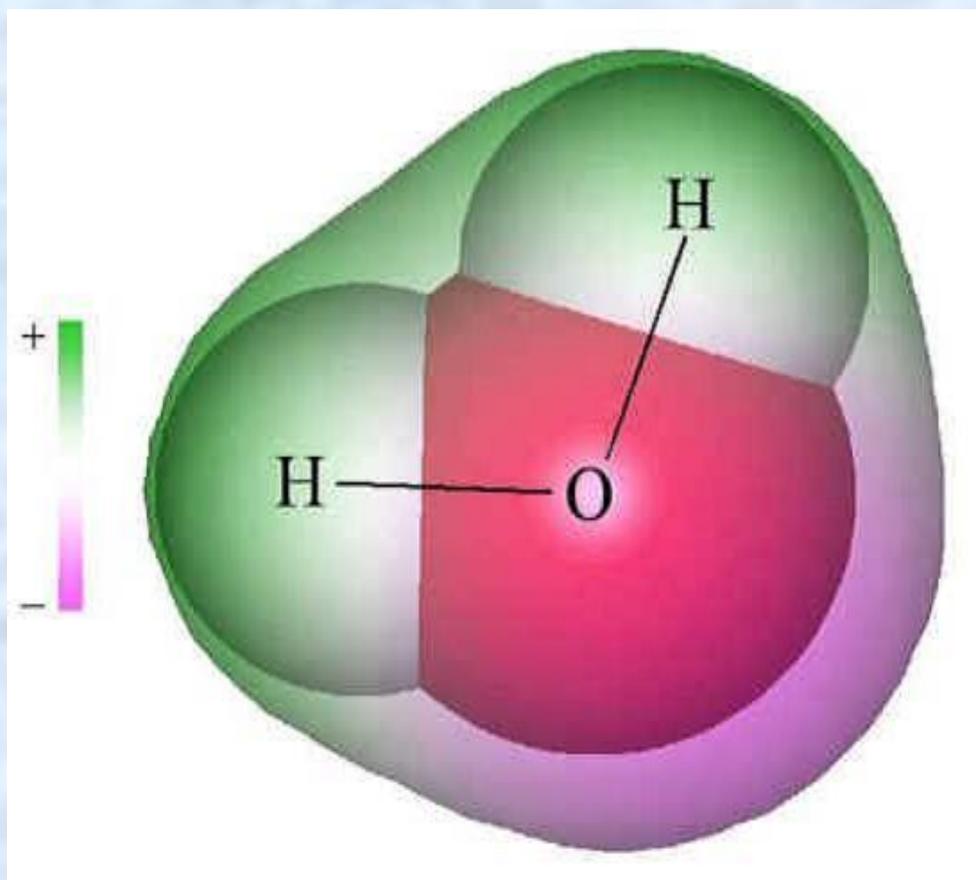
- **Молекула воды – диполь**

- Молекула воды электронейтральна, но электрический заряд в молекуле расположен не равномерно.
- Молекулы воды особым образом ориентируются в электрическом поле способны присоединятся к различным молекулам или участкам молекул образуя так называемые гидраты.
- Между молекулами воды могут образовываться водородные связи.

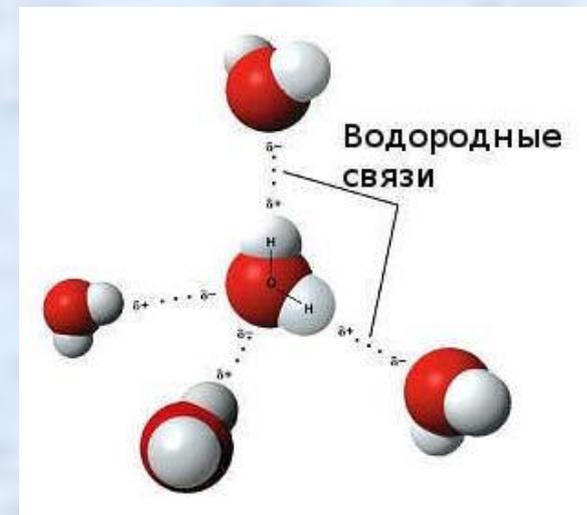
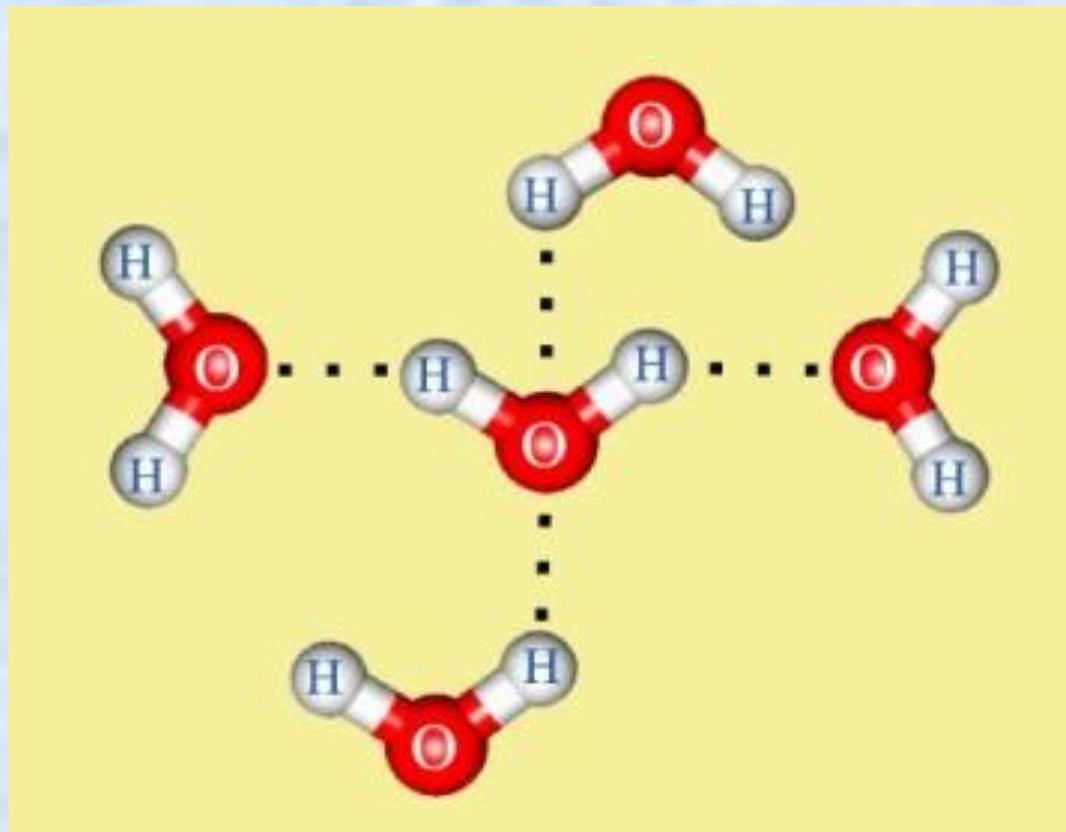
# Диполь – $\text{H}_2\text{O}$



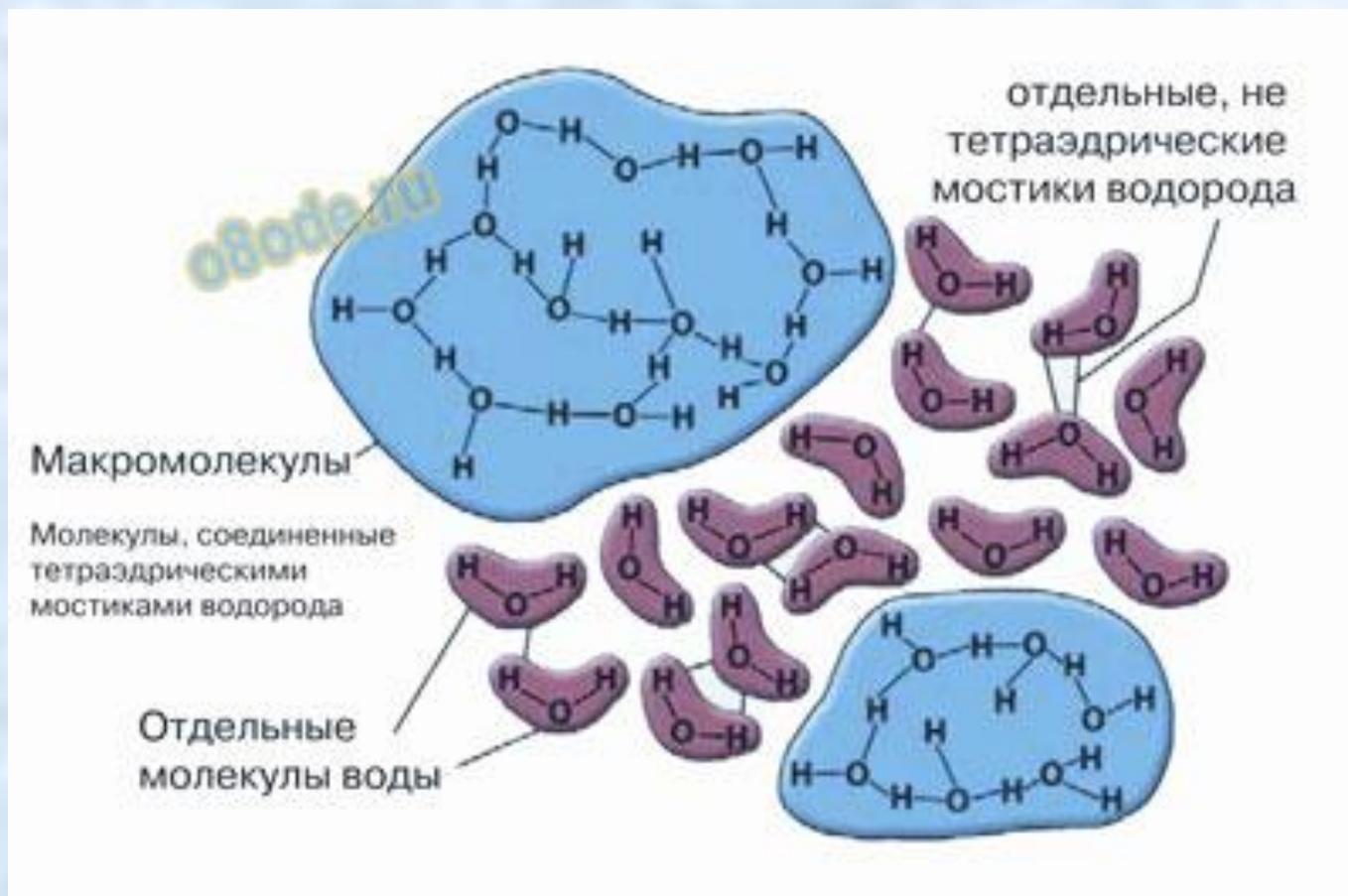
# Диполь – $\text{H}_2\text{O}$

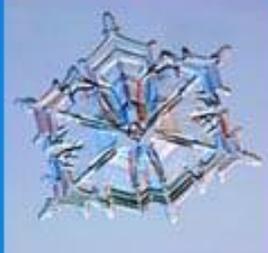
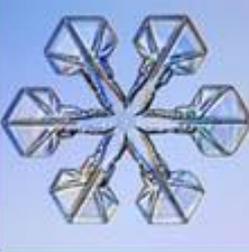


# Водородные связи



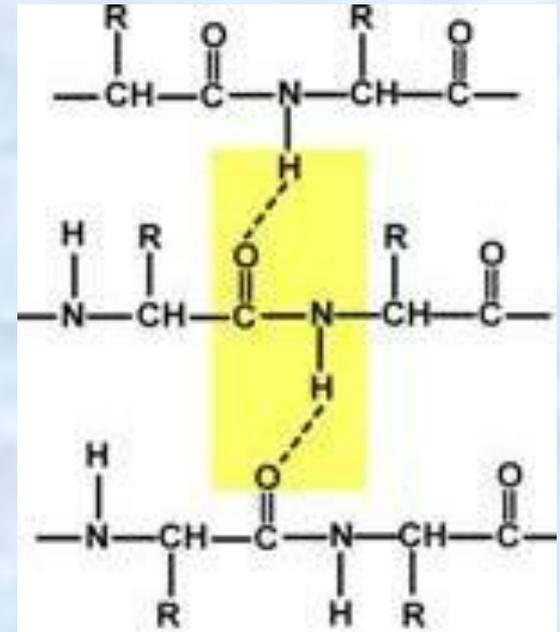
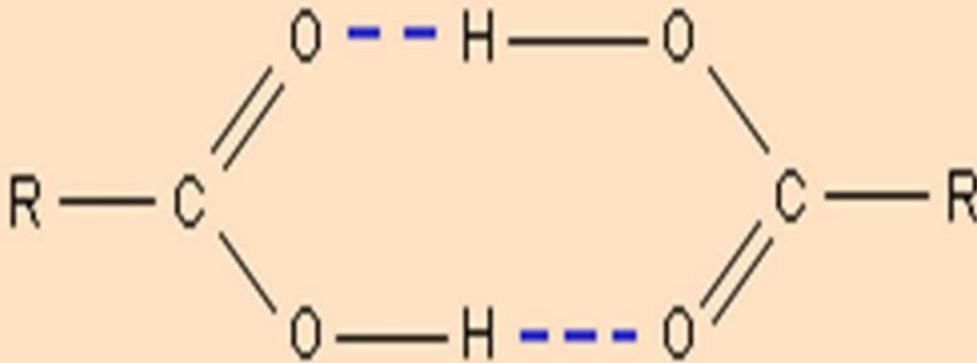
Форма кластера удерживается за счёт взаимного притяжения друг к другу молекул, имеющих положительно и отрицательно заряженные полюса.



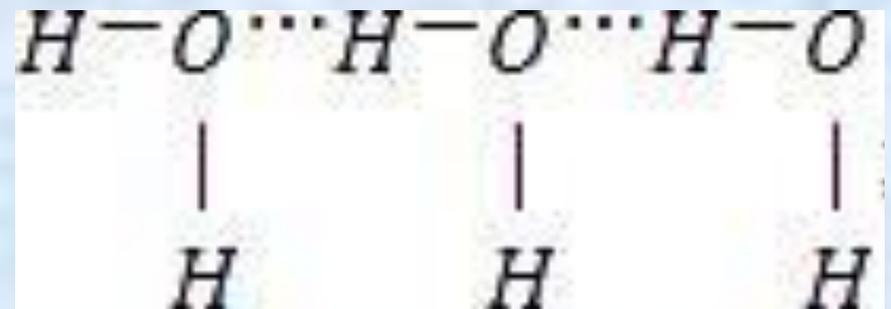
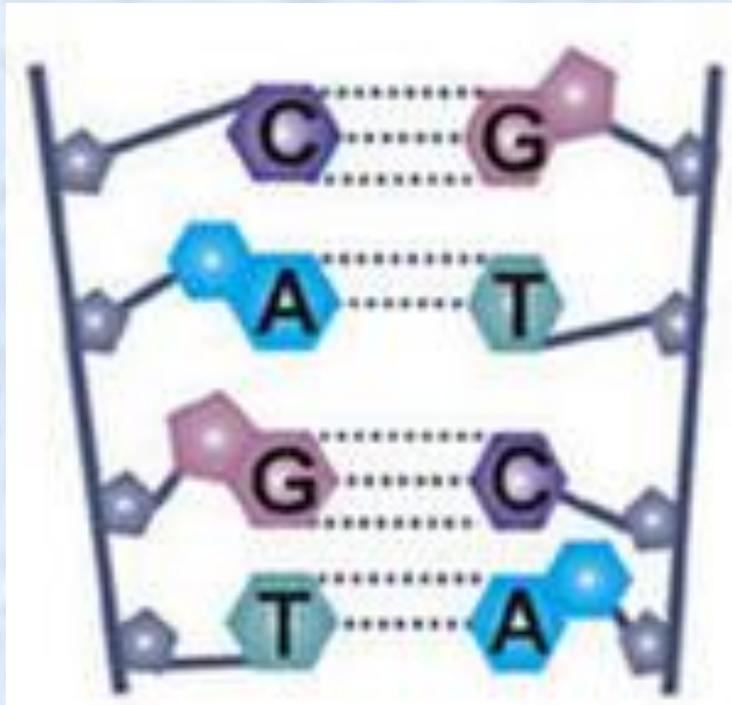


# Водородные связи

Образование межмолекулярной водородной связи.



# Водородные связи





### **Свойства воды:**

- малые размеры молекулы;
- полярность молекул;
- способность образовывать водородные связи друг с другом.

- В клетках и тканях различают две формы воды - ***свободную и связанную***.
- **Свободная** обладает достаточной подвижностью и участвует в основном в транспорте веществ в организме.
  - **Связанная** может формировать *гидратные оболочки* ионов и молекул,
- образовывать *коллоидные* растворы белков, *капиллярно* связываться со стенками сосудов.

# Функции воды:

- Вода хороший **растворитель** для полярных веществ.
- Если энергия притяжения молекул воды, к молекулам какого-либо вещества выше, чем энергия притяжения между молекулами воды, то вещество растворяется.

- В зависимости от этого различают вещества:

(греч. Hidro - вода,  
philio – люблю, phobos боязнь).

- **Водорастворимые, гидрофильные** – соли, щёлочи, кислоты
  - **Водонерастворимые, гидрофобные** – жироподобные вещества, каучук
  - и *амфифильные* – фосфолипиды.
- Из них построена клеточная мембрана.

Молекулы сахара (белые кружочки), находящиеся на поверхности кристалла сахара, окружены молекулами воды (темные кружочки). Между молекулами сахара и воды возникают межмолекулярные связи, благодаря которым молекулы сахара отрываются от поверхности кристалла. Молекулы воды, не связанные с молекулами сахара, на рисунке не показаны.





- **Вода – хороший растворитель для полярных веществ.**

## РАСТВОРЕНИЕ ВЕЩЕСТВ С КОВАЛЕНТНОЙ ПОЛЯРНОЙ СВЯЗЬЮ

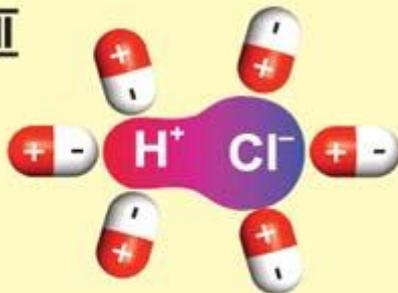
I



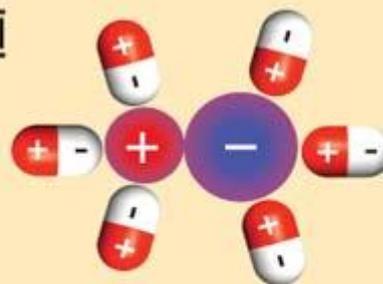

Диполь  $\text{H}_2\text{O}$

Ориентация диполей воды вокруг полярной молекулы  $\text{HCl}$ 

II

"Растаскивание" молекулы  $\text{HCl}$  диполями воды

III



Переход полярной структуры в ионную

IV



Гидратированный катион

Гидратированный анион

- Неполярные вещества,  
а так же неполярные участки молекул  
**гидрофобны,**  
то есть отталкивают воду, и в её  
присутствии притягиваются друг к другу.
- Такие взаимодействия обеспечивают  
стабильность мембран.

- Вода служит средой для транспорта различных веществ.
- Вода участник многих реакций в организме, такие реакции называются реакциями *гидролиза lisis* – греч. - расщепление.
- Расщепление белков, углеводов.  
**Фотолиз** воды при фотосинтезе.

- Вода обладает большой **теплоёмкостью** и **теплопроводностью** (?)
- В водоёмах суточные и годовые колебания температур меньше, и идут с меньшей скоростью.
- При испарении воды расходуется большое количество тепла - **терморегуляция** животных и растений.
- Вода играет роль в **осмотическом** поступлении веществ в клетку и в организм и в поддержании **тургора**.
- В суставах вода - смазка.
- Лёд защищает водоёмы от промерзания.
- Вода среда обитания животных и растений.



- Поверхностное натяжение: обеспечивает движение воды по капиллярам организмов;
- Плотность льда меньше плотности воды: он не тонет, и водоёмы промерзают сверху вниз (в противном случае реки и озера холодных и умеренных поясов промёрзли бы за зиму насквозь);
- Необходимый компонент **метаболических реакций** (фотосинтез, гидролиз);

# Минеральные соли

- Минеральные соли в организме могут находиться:
  - Либо в виде **ионов**, например:
    - **катионы** –  $\text{NH}_3^+$ ;  $\text{K}^+$ ;  $\text{Na}^+$ ;  $\text{Mg}^{2+}$ ;  $\text{Ca}^{2+}$
    - **анионы** –  $\text{HPO}_4^{2-}$ ;  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ;  $\text{Cl}^-$ ;  $\text{HCO}_2^-$ ;
  - либо в виде нерастворимых соединений -  
зубы, кости, раковины моллюсков.

# Роль солей в живых организмах

Поддержание т.н. **трансмембранного потенциала**.  
В частности концентрация **K<sup>+</sup>** внутри клетки очень высокая, а **Na<sup>+</sup>** низкая.

В окружающей среде картина обратная. Это поддерживается благодаря работе **Na-K- насоса**, который работает с **затратами энергии (АТФ)**.

Разность потенциалов обуславливает такие важные процессы, как передача возбуждения по нерву или мышце.

Пока клетка жива в ней постоянно поддерживается мембранный потенциал (-40мВт)

От наличия анионов  
 $\text{HPO}_4^{2-}$ ;  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ;  $\text{HCO}_2$  зависят *буферные*  
свойства биологических сред.

***Буферность*** это способность  
поддерживать ***кислотность (pH)***  
растворов на одном уровне, при  
добавлении кислот или щелочей.

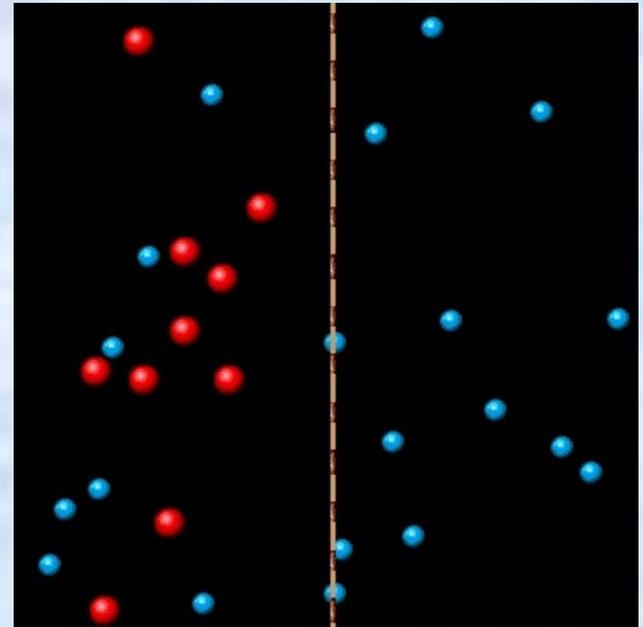
(Нейтральная **pH 6,9-7,4**  
для крови **pH = 7,4**)

# Осмоз

- От наличия солей зависят **осмотические** свойства клетки.

- Рис. «Осмоз через полупроницаемую мембрану»

Частицы растворителя (синие) способны пересекать мембрану, частицы растворённого вещества (красные) — нет.



- Мембрана клетки ***полупроницаема***, т. е. проницаема для воды и непроницаема для многих *ионов* и других *гидрофильных* веществ.
- Если концентрация солей в клетке будет высокой, то вода будет поступать внутрь клетка, обеспечивая ***тургорное давление***.

- **Тургорное давление** (лат. *turgor* — набухание)— внутреннее давление, которое развивается в растительной клетке, когда в нее в результате *осмоса* входит вода и цитоплазма прижимается к клеточной стенке; это давление препятствует дальнейшему проникновению воды в клетку.

- Катионы  $Mg^{2+}$ ;  $Ca^{2+}$  являются активаторами **ферментов**.
- Остатки фосфорной и серной кислот участвуют в реакциях **фосфорилирования и сульфатирования**.
- Соляная кислота (HCl) создаёт кислую среду в желудке. Для чего?

# Функции некоторых ионов в клетке

- $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$

передача возбуждения по нерву или мышце.

- $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$

активизируют ферменты

- $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$

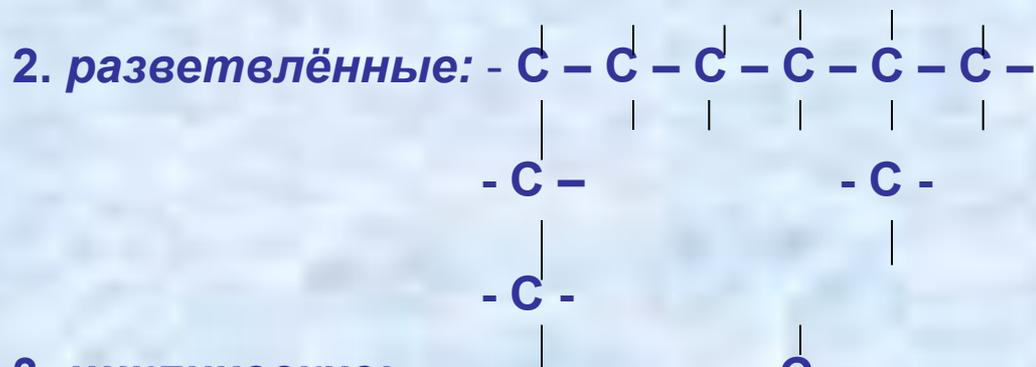
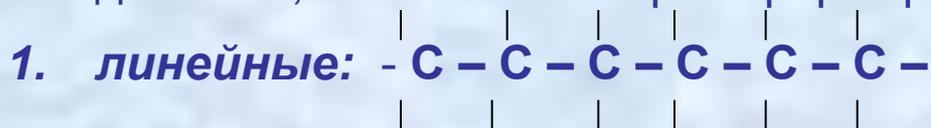
изменяют активность ферментов

- $\text{HSO}_4^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$

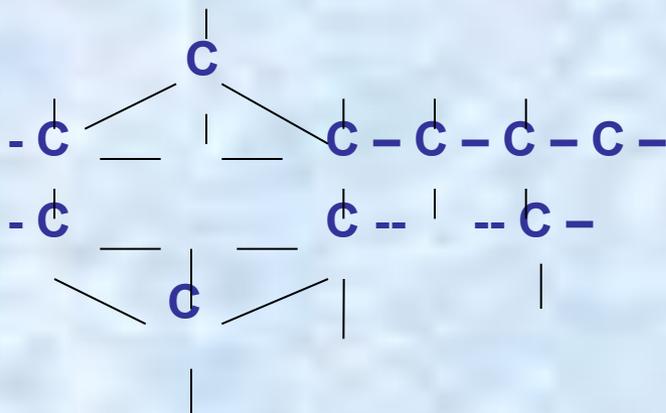
выводят нерастворимые в воде чужеродные вещества

# Урок 26. Органические вещества, входящие в состав клетки.

**Органические вещества** – соединения, содержащие углерод (кроме карбонатов). Между атомами углерода возникают связи одинарные или двойные, на основе которых формируются углеродные цепочки:



3. *циклические:*



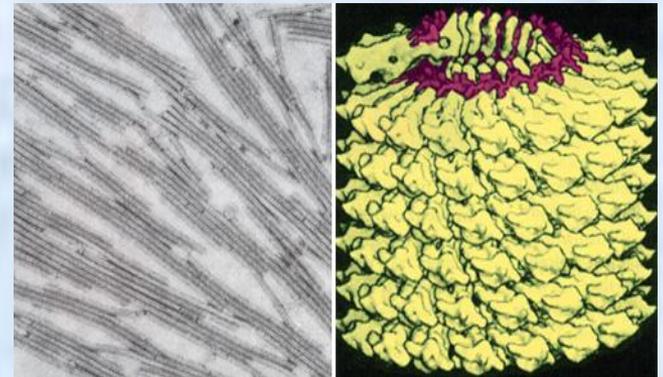
## Органические вещества клетки. Белки.

-Вспомните определение «жизни», данные Ф.Энгельсом, Волькштейном. Что можно сказать о роли белков на основании этих определений? (учебник, с. 11)

-Продолжите заполнять таблицу «Химическая организация клетки».

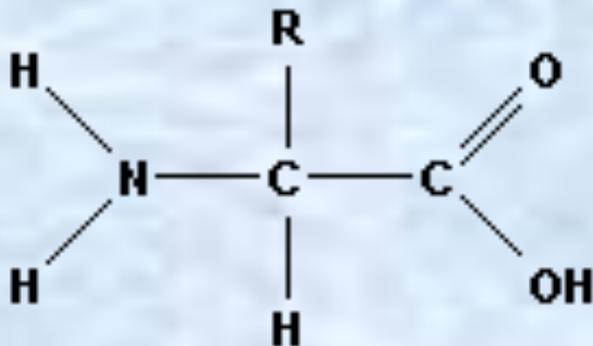
-**БЕЛКИ** – нерегулярные биополимеры, мономерами которых являются 20 аминокислот.

Часть белков образует комплексы с молекулами, содержащими **серу**, **фосфор**, **железо**, **цинк** и **медь**. Молекулярная масса белковых цепей колеблется от нескольких тысяч до нескольких миллионов (в **вирусе табачной мозаики** – около 40 000 000 молекул); в их состав входят сотни (иногда – сотни тысяч) аминокислотных остатков.



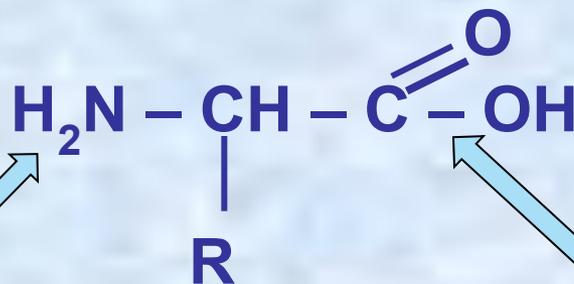
Вирус табачной мозаики.

# Органические вещества клетки. Белки.



Пространственная структура  
аминокислот.

Общая формула аминокислот:



Аминогруппа  
обладает свойствами  
основания

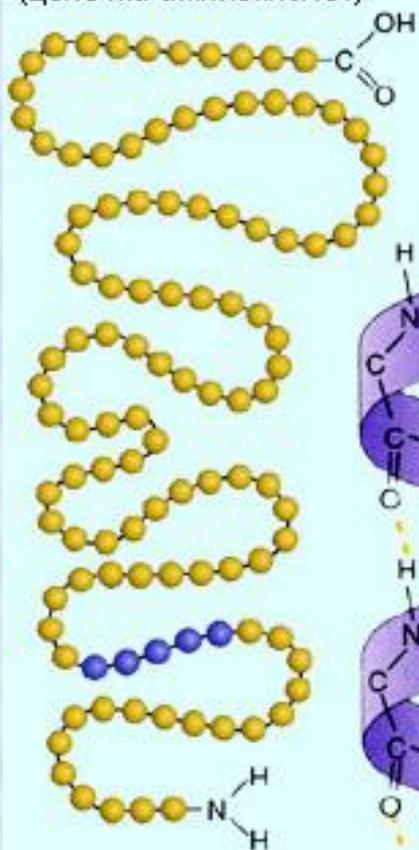
Карбоксильная  
группа обладает  
кислотными  
свойствами

Группа радикал –  
разная у всех

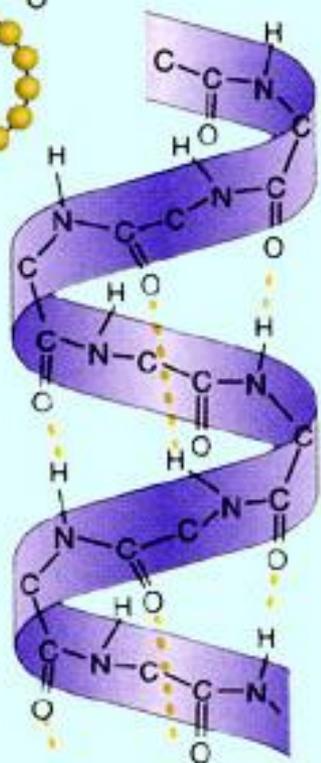
# Органические вещества клетки. Белки.

## Структура белка.

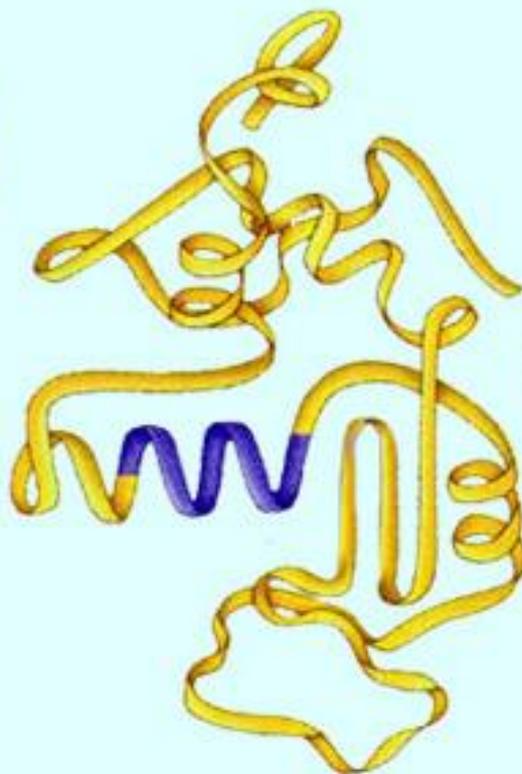
Первичная структура  
(цепочка аминокислот)



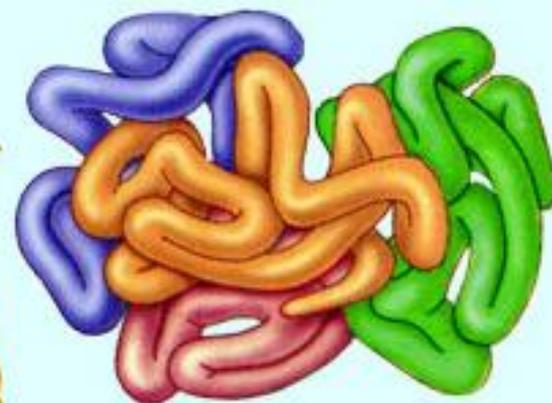
Вторичная структура  
( $\alpha$ -спираль)



Третичная структура



Четвертичная структура  
(клубок белков)



# Органические вещества клетки. Белки.

## Классификация белков:

1. **Простые белки** (состоящие только из аминокислот): **альбумины** (яичный альбумин и сывороточный альбумин крови), **глобулины** (антитела в крови, фибрин), **гистоны**, **склеропротеины** (**кератин** волос, кожи и перьев, **коллаген** сухожилий, **эластин** связок).
2. **Сложные белки** (включающим небелковый материал): **фосфопротеины** (**казеин** молока, **вителлин** яичного желтка), **гликопротеины** (плазма крови, муцин), **нуклеопротеины** (хромосомы и рибосомы), **хромопротеины** (**гемоглобин**, **фитохром**, **цитохром**), **флавопротеины**, **металлопротеины**.



Пользуясь учебником (с. 108 – 109), выпишите функции белков в таблицу.

В состав молока входит белок казеин.

[Проверь себя](#)

## Органические вещества клетки. Углеводы.

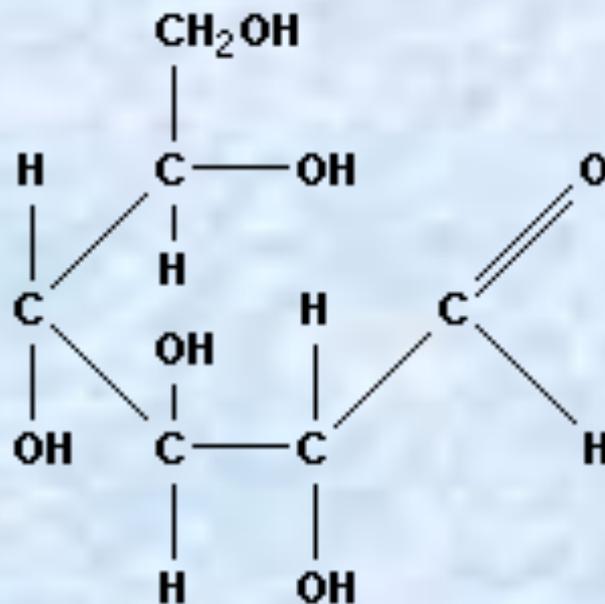
**Углеводы (сахариды)** – органические вещества с общей формулой  $C_n(H_2O)_m$ , где  $n$  и  $m$  – натуральные числа.

Название «**углеводы**» говорит о том, что в их молекулах **водород** и **кислород** находятся в том же отношении, что и в воде.

В животных клетках содержится небольшое количество углеводов, а в растительных – почти 70 % от общего количества органических веществ.



**Многообразие моносахаридов.**



## Органические вещества клетки. Углеводы.

**Полисахариды** состоят из моносахаридов. Большие размеры делают их молекулы практически нерастворимыми в воде; они не оказывают влияние на клетку и потому удобны в качестве запасных веществ. При необходимости они могут быть превращены обратно в сахара путём гидролиза.



**Крахмал** (полимер глюкозы) запасается в клетках в виде крахмальных зерен. Эквивалентом крахмала в животном организме является **гликоген** (у позвоночных он содержится в печени и мышцах). Крахмал и гликоген играют роль резерва пищи и энергии.

## Органические вещества клетки. Углеводы.

**Целлюлоза** - полимером глюкозы. В ней заключено около 50 % углерода, содержащегося в растениях, служит идеальным строительным материалом для стенок растительной клетки. Целлюлоза – ценный источник глюкозы, однако для её расщепления необходим фермент целлюлаза, сравнительно редко встречающийся в природе. Поэтому в пищу целлюлозу употребляют только некоторые животные (например, жвачные). Велико и промышленное значение целлюлозы – из этого вещества изготавливают хлопчатобумажные ткани и бумагу.



## Органические вещества клетки. Углеводы.

**Хитин** близок к целлюлозе; он встречается у некоторых форм **грибов**, а также как важный компонент **наружного скелета** некоторых животных.

**Камеди** и **слизи** имеют важную защитную функцию в организмах растений и животных.



Продолжите заполнять таблицу «Химическая организация клетки».

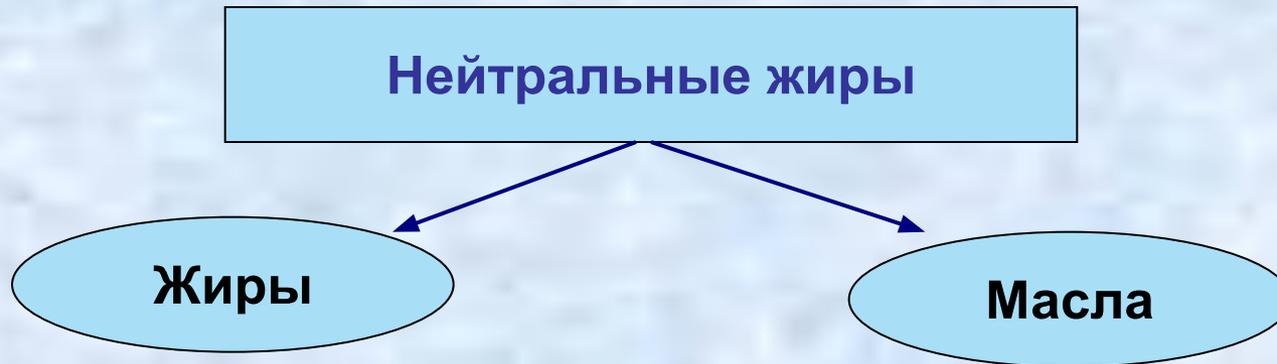
## Органические вещества клетки. Липиды.

**Липиды** - нерастворимые в воде органические вещества. **Жирные кислоты** имеют общую формулу  $R \cdot COOH$ , где **R** – атом водорода или радикал типа  $-CH_3$ . В липидах радикал обычно представлен длинной углеводородной цепью; этот «хвост» гидрофобен, что и определяет плохую растворимость липидов в воде



Одним из компонентов оливкового масла является ненасыщенная жирная олеиновая кислота

## Органические вещества клетки. Липиды.



**Жиры** остаются твёрдыми при 20 °С. **Масла** находятся при этой температуре в жидкой фазе.

Масла включают ненасыщенные жирные кислоты (имеющие одну или несколько двойных связей  $C=C$ ), жиры – насыщенные жирные кислоты (без двойных связей).

Продолжите заполнять таблицу «Химическая организация клетки».

## Органические вещества клетки. Липиды.

**Фосфолипиды** состоят из остатков жирных кислот и фосфорной кислоты. Благодаря наличию полярной фосфатной группы часть молекулы приобретает способность растворяться в воде, другая же часть молекулы остаётся нерастворимой. Из фосфолипидов строятся все плазматические мембраны живых клеток.

**Воска** – сложные эфиры жирных кислот и длинноцепочечных спиртов. Они используются животными и растениями в качестве водоотталкивающего покрытия (пчелиные соты, покрытие перьев птиц, эпидермис некоторых плодов и семян).

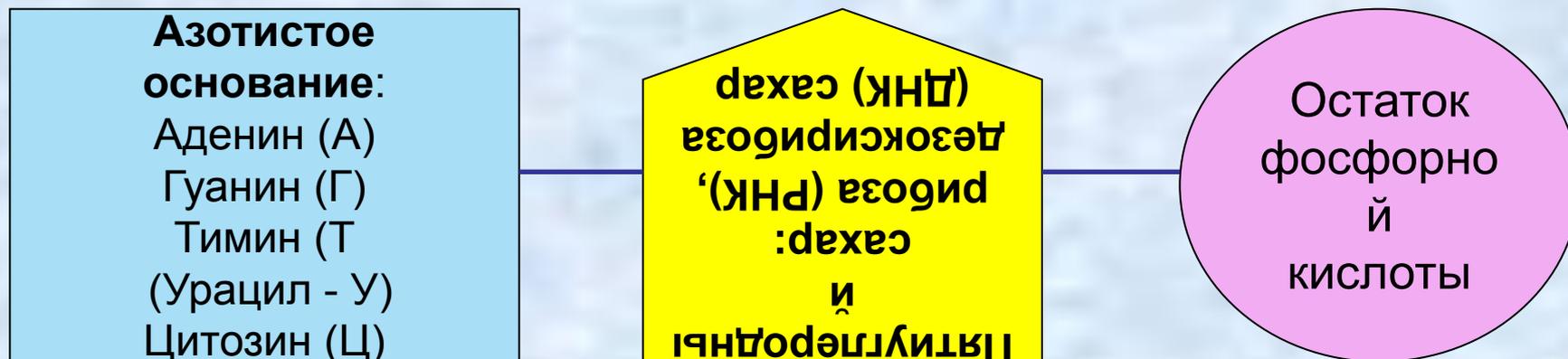


## Урок 27. Органические вещества клетки. Нуклеиновые кислоты.

**Нуклеиновые кислоты** содержат в себе генетический материал всех живых организмов. Выяснение их структуры открыло новую эру в наших знаниях о природе.

Составными частями нуклеиновых кислот являются **нуклеотиды**.

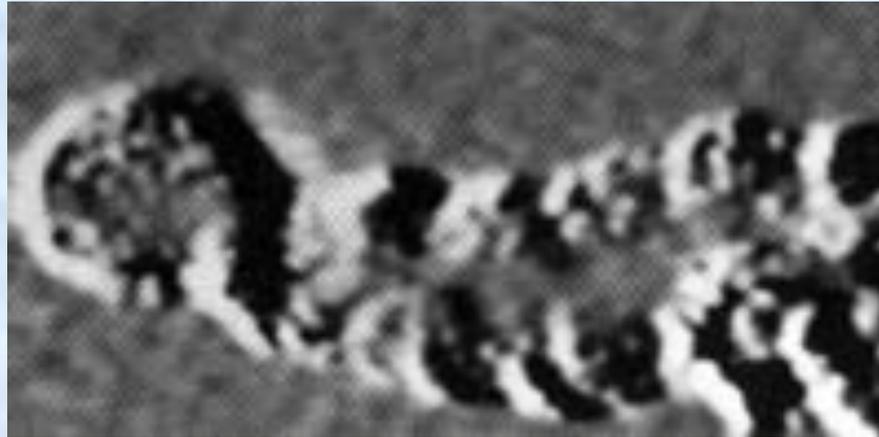
### Строение нуклеотида



**Аденин (А), Гуанин (Г)** - относятся к классу **пуринов**. **Цитозин (Ц), Тимин (Т; в РНК - Урацил (У))** - к **пиримидинам**. **Фосфорная кислота** определяет кислотные свойства нуклеиновых кислот.

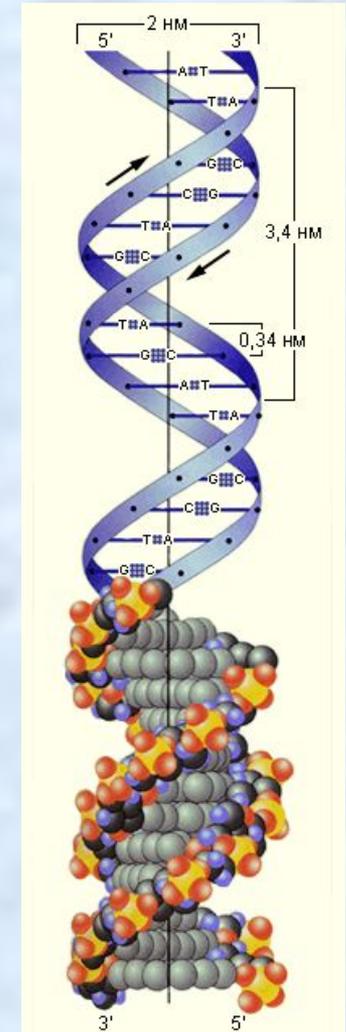
## Органические вещества клетки. Нуклеиновые кислоты.

Первая  
фотография ДНК



Выяснить структуру ДНК удалось в 1953 году английским ученым [Д. Уотсону](#). Выяснить структуру ДНК удалось в 1953 году английским ученым Д. Уотсону и [Ф. Крику](#).

**ДНК** - две правозакрученные полинуклеотидные цепи, свитые в спираль. Шаг спирали составляет **3,4 нм** (по 10 пар оснований в витке), а диаметр витка – **2 нм**. Фосфатные группировки находятся снаружи спирали, а азотистые основания – внутри.



Двойная спираль ДНК

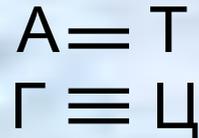
## Органические вещества клетки. ДНК.

Правило Э. Чаргаффа

$$(A + T) + (G + C) = 100\% \text{ в ДНК}$$

$$A = T, G = C$$

**Комплементарность:** пары соединяются водородными связями между основаниями в строго определённом порядке:



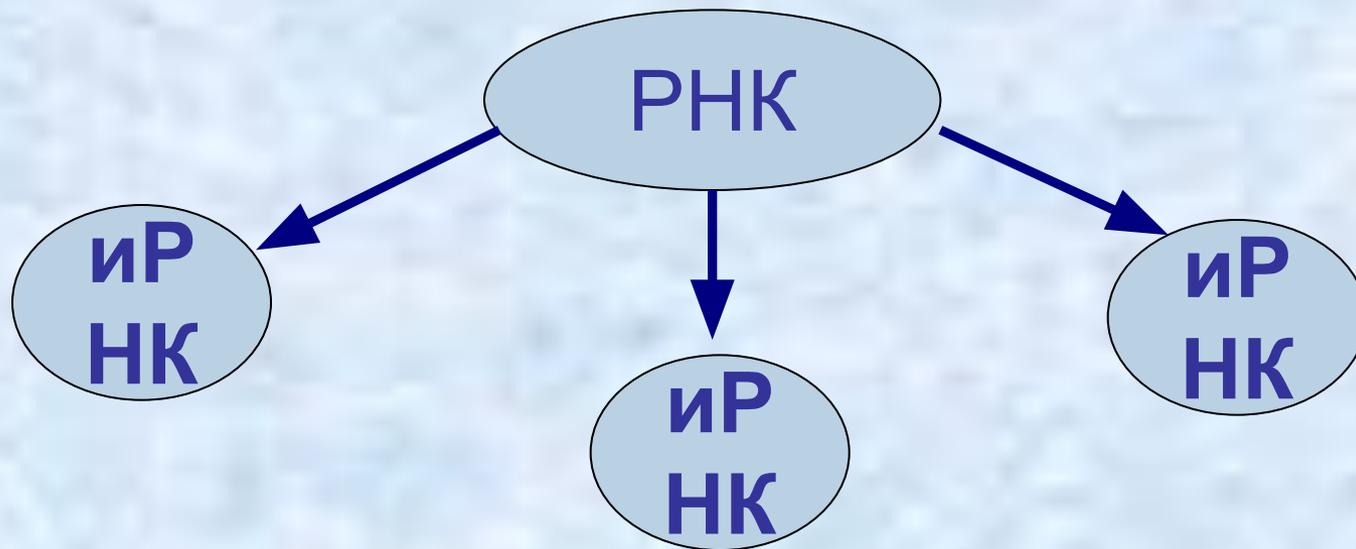
Самоудвоение ДНК

Особенности строения АТФ

## Органические вещества клетки. РНК.

Молекула РНК состоит из одной цепи и имеет меньшие размеры.

Существует три основных вида РНК:



Пользуясь материалом учебника с.111 – 112, выпишите функции нуклеиновых кислот в таблицу «Химическая организация клетки».



## Органические вещества клетки. Нуклеиновые кислоты.

**Информационная РНК** (и-РНК) является матрицей, которую рибосомы используют при синтезе белка. Её нуклеотидная последовательность комплементарна сообщению, содержащемуся в определённом участке ДНК, т.о. она переносит информацию о структуре белка к его месту синтеза.

**Транспортные РНК** связывает аминокислоты и транспортирует их к месту синтеза белка.

Несколько видов **р-РНК** являются основным компонентом рибосом



**Уотсон** Джеймс Дьюи (06.04.1928, Чикаго), американский биохимик, специалист в области молекулярной биологии, член Национальной АН США (1962), Американской академии искусств и наук (1957), Датской королевской АН (1962). Окончил Чикагский университет (1947). Работал в Копенгагенском университете (1950–51), в Кавендишской лаборатории Кембриджского университета (1951–53 и 1955–56), Калифорнийском технологическом институте (1953–55). С 1956 преподавал биологию в Гарвардском университете (с 1961 профессор).

С 1962 консультант президента США по науке. С 1968 директор лаборатории количественной биологии в Колд-Спринг-Харборе (штат Нью-Йорк).





**Крик** Фрэнсис Харри Комптон (08.06.1916, Нортгемптон), английский биофизик, удостоенный в 1962 Нобелевской премии по физиологии и медицине за открытие молекулярной структуры ДНК. Окончил Милл-Хилл-скул и Юниверсити-колледж в Лондоне. В 1953 получил степень доктора философии в Кембриджском университете. В 1937–39 и с 1947 работал в Кембриджском университете. Во время Второй мировой войны был сотрудником научного отдела Адмиралтейства, участвовал в создании магнитных мин.

В 1953–54 работал в Бруклинском политехническом институте (Нью-Йорк) в рамках программы по изучению структуры белков, в 1962 – в Лондонском университете.



# Химическая организация клетки

Химические соединения, содержащиеся в живых организмах  
(в % на сырую массу)

Неорганические  
вещества

Вода (75 – 85)

Минеральные соли  
(1 – 1,5)

Органические  
вещества

Белки (10 -20)

Углеводы (0,2 – 2,0)

Жиры (1 – 5)

Нуклеиновые кислоты (1  
-2)

Низкомолекулярные орг.  
вещества (0,1-0,5)

