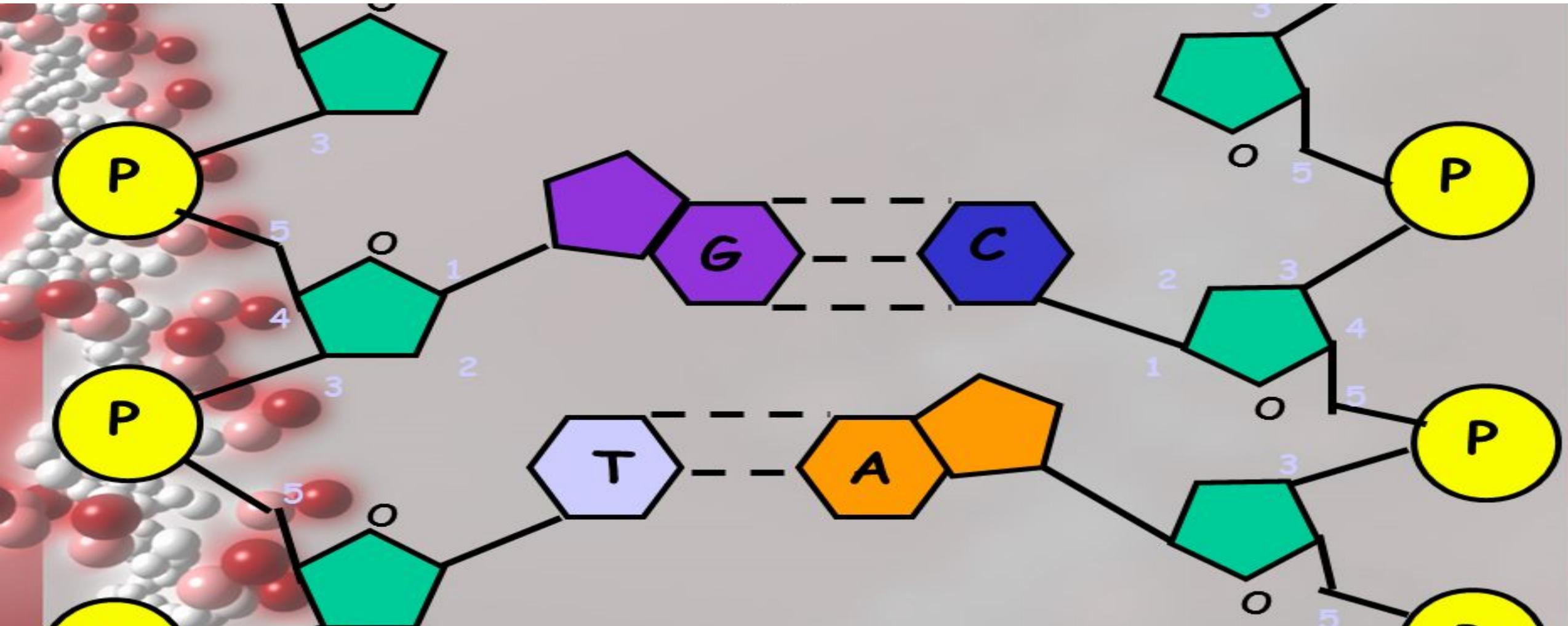


# Молекулярный уровень организации живой природы



# Единство природы:

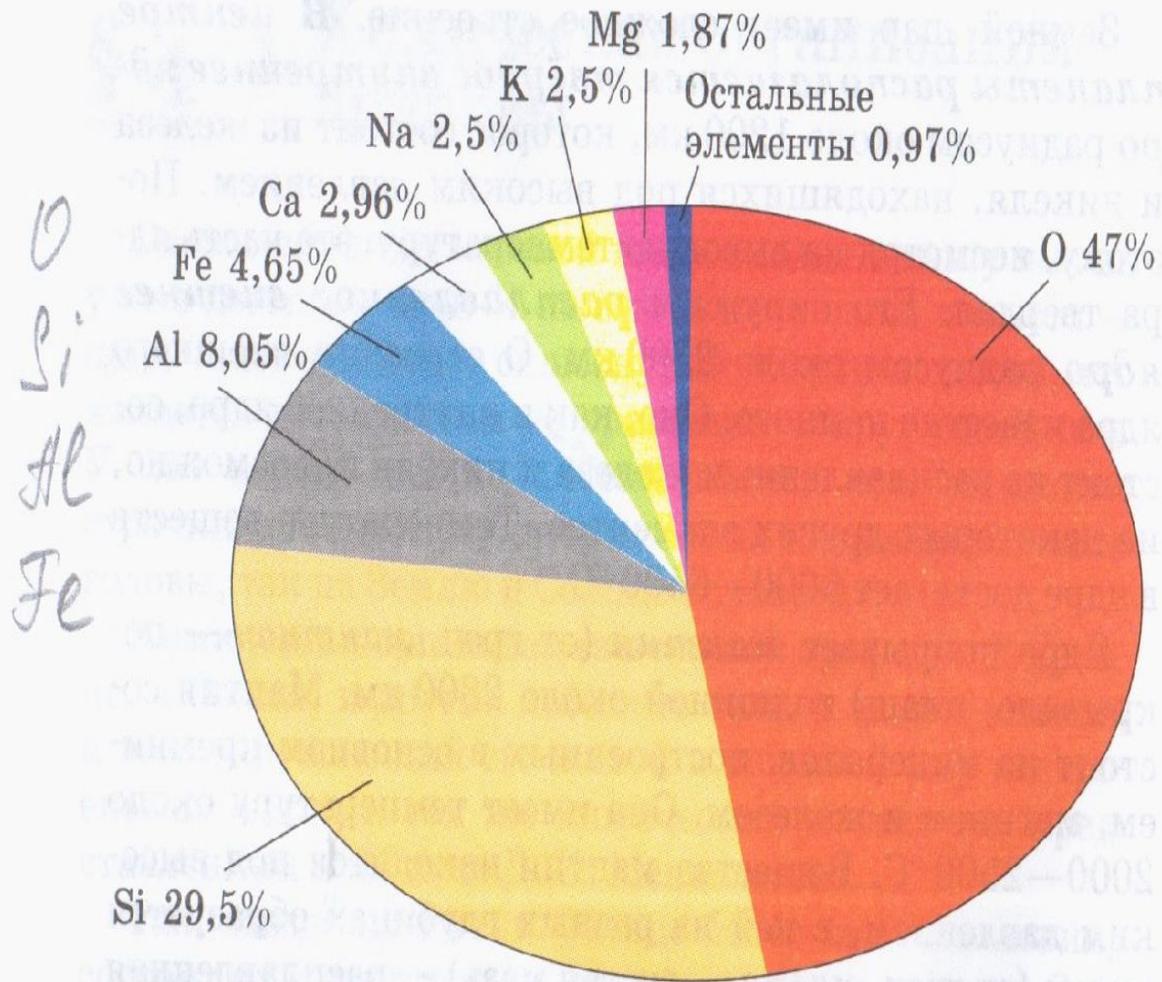


Рис. 7. Состав земной коры

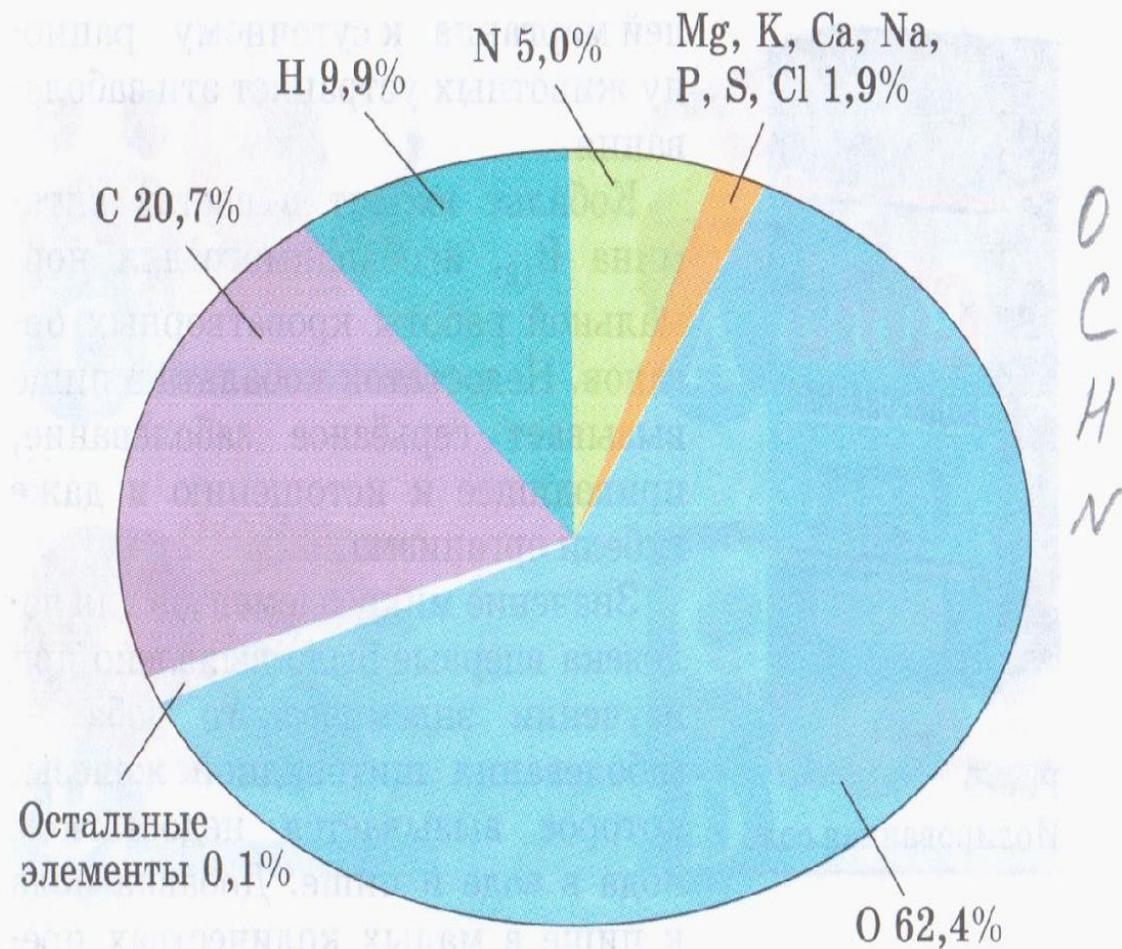


Рис. 8. Химические элементы в организме человека

# Предмет и задачи биохимии

Биологическая химия - это наука о молекулярных основах жизни, которая изучает химический состав и химические процессы, лежащие в основе жизнедеятельности организма.

Биологическая химия изучает:

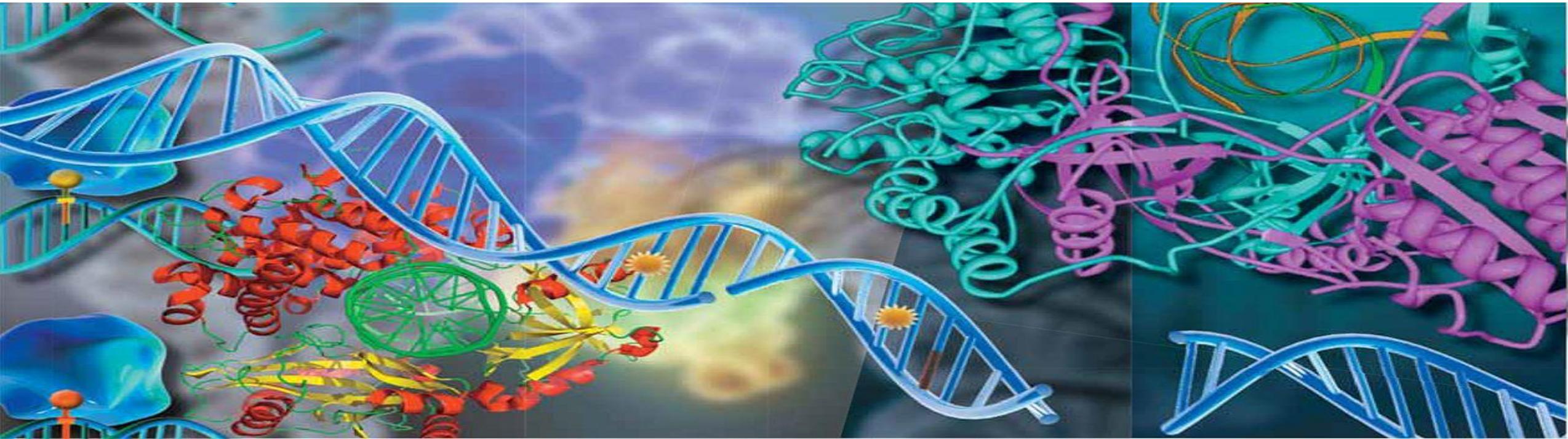
- 1) химическую природу веществ, входящих в состав живых организмов
- 2) их превращения
- 3) связь этих превращений с деятельностью клеток, тканей, органов и организма в целом.

Задачи биохимии:

- 1) объяснить, как функционируют живые системы с точки зрения молекулярных процессов в состоянии «здоровья»;
- 2) объяснить молекулярные процессы, лежащие в основе заболеваний и их эффективного лечения.

Биохимия изучает химию живой природы в широком диапазоне: от человека и позвоночных до бактерий, а также молекулярные основы взаимодействия живых объектов с физическими (например, излучения), химическими (например, ксенобиотики) или биологическими (например, вирусы) факторами окружающей среды. *В зависимости от объекта исследований*

физиологическая химия) — наука о химическом составе живых клеток и организмов, а также о лежащих в основе их жизнедеятельности химических процессах.

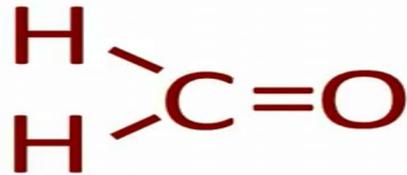


№	Уровни организации	Биологическая система	Элементы, образующие систему
1	Молекулярный	Органоиды	Атомы и молекулы
2	Клеточный	Клетка (организм)	Органоиды
3	Тканевый	Ткань	Клетки
4	Органый	Орган	Ткань
5	Организменный	Организм	Системы органов
6	Популяционно-видовой	Популяция	Особи
7	Биогеоценотический (экосистемный)	Биогеоценоз (экосистема)	Популяция
8	Биосферный	Биосфера	Биогеоценозы (экосистемы)

# Вещества

Органические

(химия углерода)



- Углеводы
- Липиды
- Белки
- Нуклеиновые кислоты
- АТФ
- Ферменты

Неорганические

(все остальные)

- Вода
- Минеральные соли

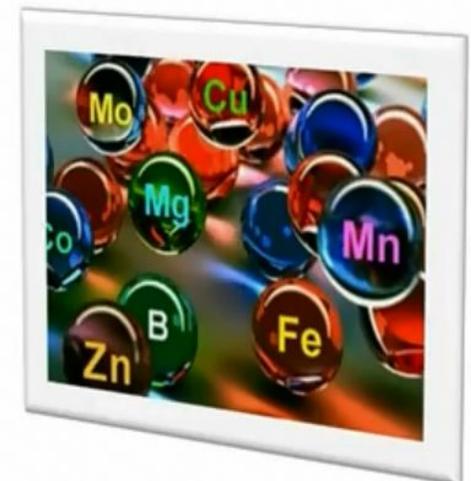


# Неорганические вещества

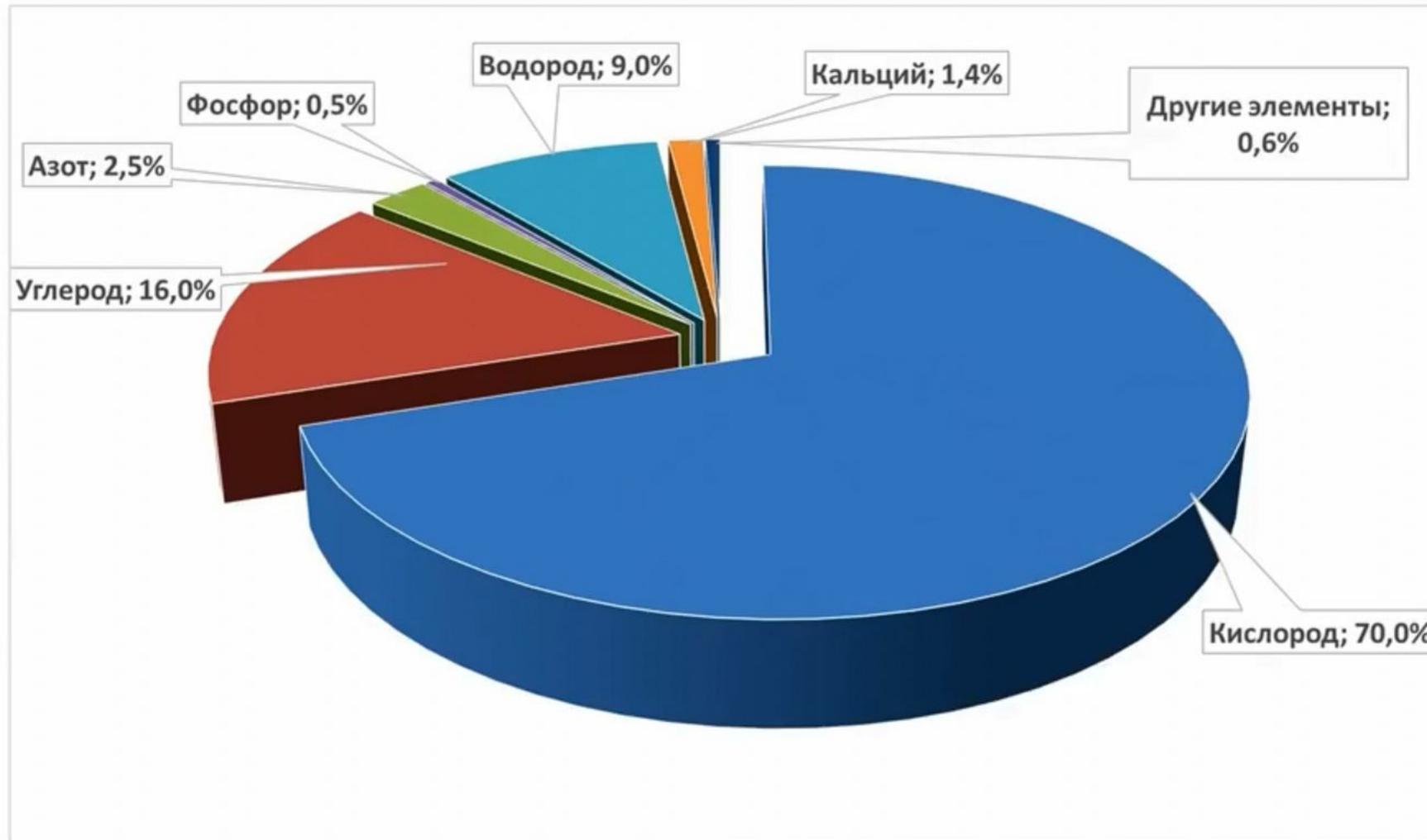
Вода	70-80%	КАТИОНЫ	$K^+$ $Na^+$ $Ca^{2+}$ $Mg^{2+}$ $NH_3^+$
Минеральные соли	1-1,5%	АНИОНЫ	$Cl^-$ $NO_3^-$ $H_2PO_4^-$ $HCO_3^-$ $HPO_4^{2-}$

## Буферные системы:

- Фосфатная (pH= 6-9)
- Бикарбонатная (pH= 7-4)



# Элементы в составе веществ клетки



# Элементы в составе веществ клетки

Элементы, входящие в состав клеток организмов, %		
макроэлементы (до 0,001%)	микроэлементы (от 0,001 до 0,000001%)	ультрамикроэлементы (менее 0,000001%)
Кислород (65—75)	Бор	Уран
Углерод (15—18)	Кобальт	Радий
Азот (1,5—3)	Медь	Золото
Водород (8—10)	Молибден	Ртуть
Фосфор (0,2—1,00)	Цинк	Бериллий
Калий (0,15—0,4)	Ванадий	Цезий
Сера (0,15—0,2)	Иод	Селен
Железо (0,01—0,15)	Бром	
Магний (0,02—0,03)		
Натрий (0,02—0,03)		
Кальций (0,04—2,00)		

**Схема 1**

**ХИМИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ, СОДЕРЖАЩИЕСЯ В ЖИВЫХ ОРГАНИЗМАХ  
(в % на сырую массу)**

**Вода 75—85**

**Органические вещества**

**Минеральные соли 1,0—1,5**

**Белки 10—20**

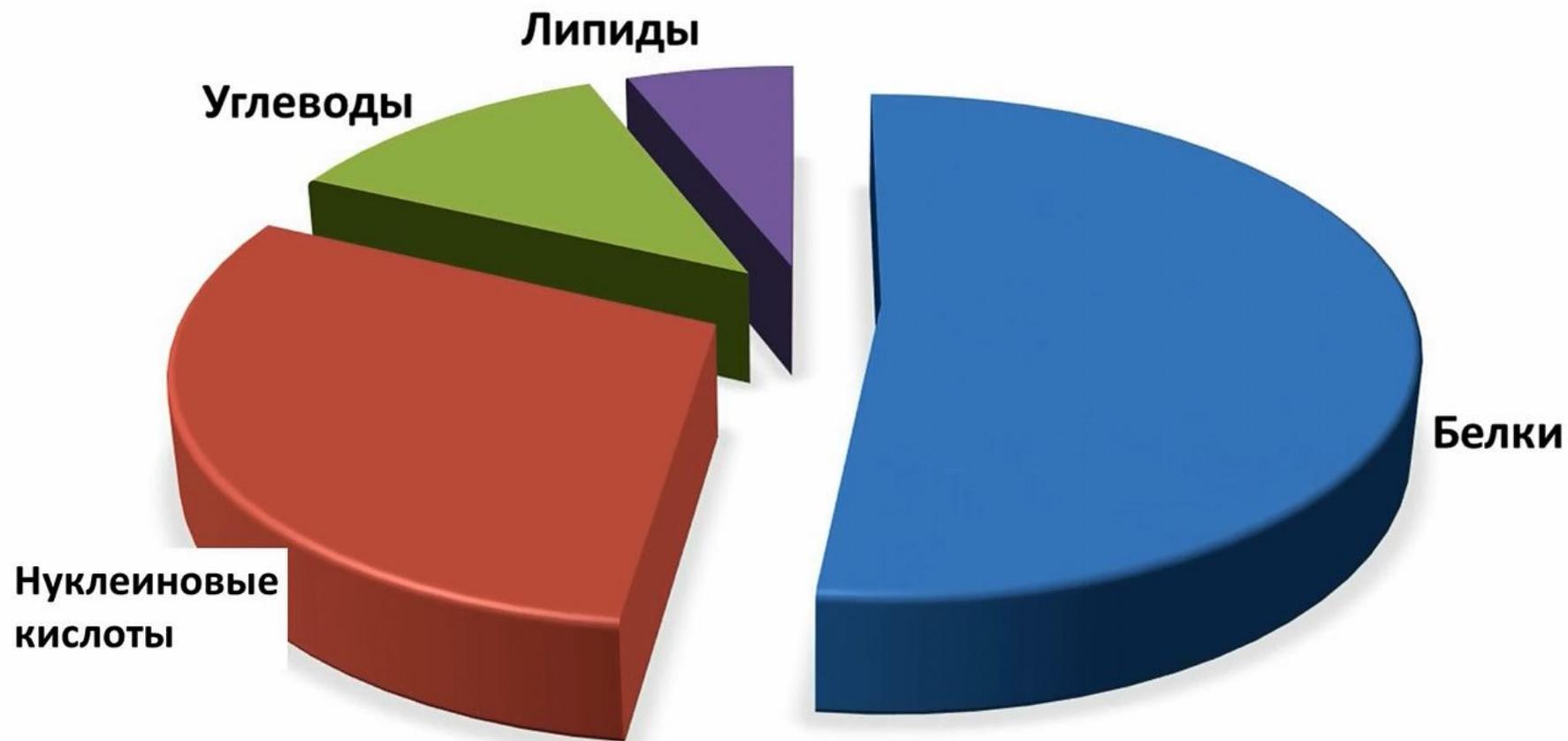
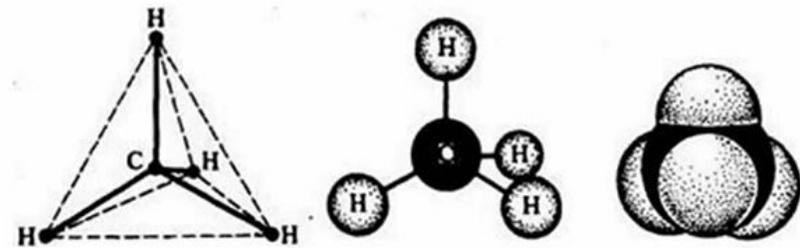
**Углеводы 0,2—2,0**

**Нуклеиновые кислоты 1—2**

**Жиры 1—5**

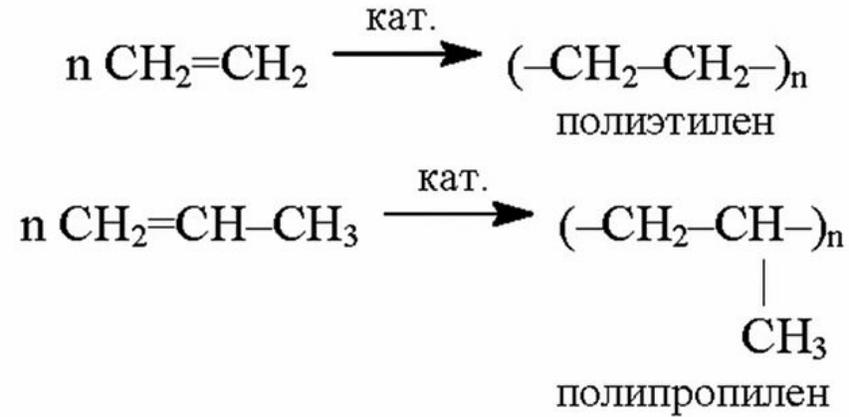
**Низкомолекулярные органические вещества — 0,1—0,5**

# Органические вещества

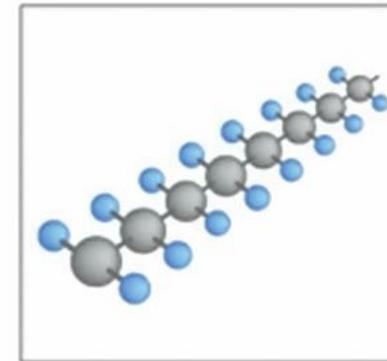


# Способность к полимеризации

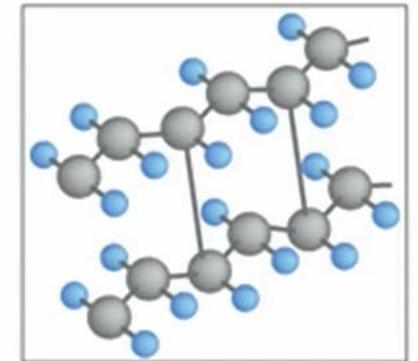
**Мономер** = «кирпичик» из которого собирается **ПОЛИМЕР**



Эта возможность позволяет «маленьким» = низкомолекулярным органическим веществам создавать «длинные» = высокомолекулярные, за счет связи между повторяющимися участками полимера.



полиэтилен

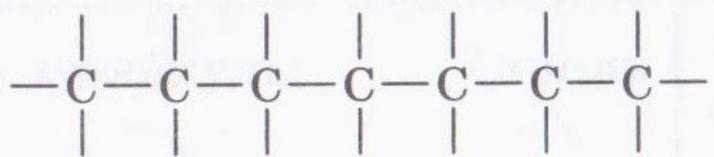


сшитый полиэтилен PEX

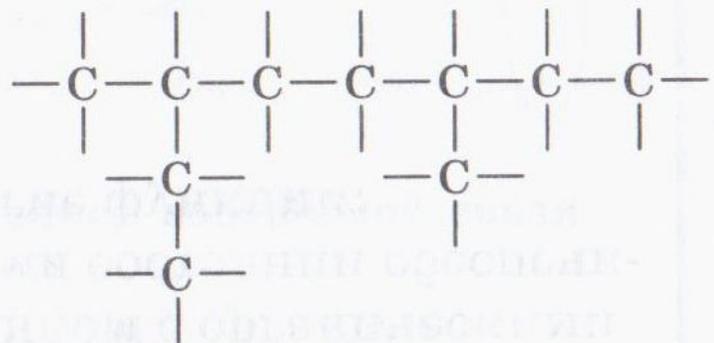


**ОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА** — соединения, содержащие углерод и водород (кроме углекислой кислоты). Между атомами углерода возникают связи одинарные или двойные, на основе которых формируются углеродные цепочки:

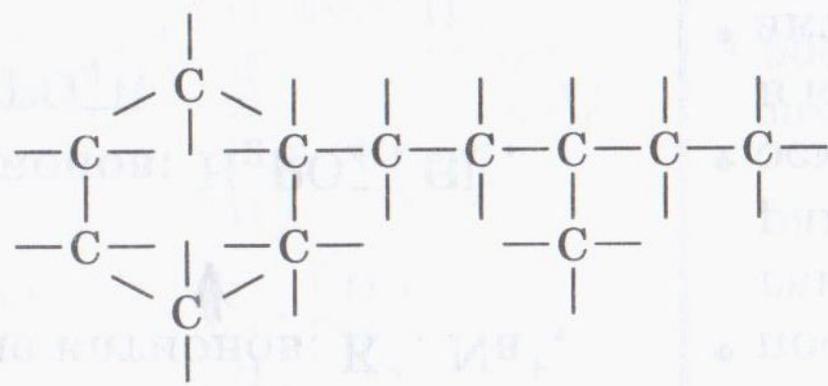
линейные



разветвленные

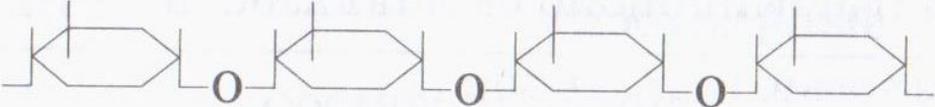


циклические



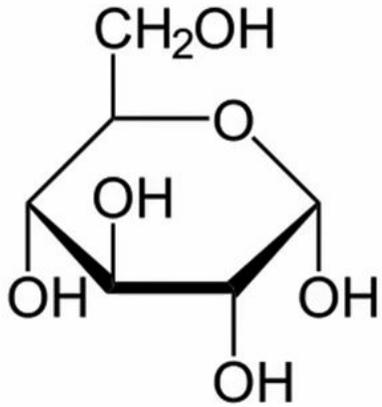
Большинство органических веществ — полимеры, состоят из повторяющихся частиц-мономеров. Регулярными биополимерами называются вещества, состоящие из одинаковых мономеров; нерегулярными — состоящие из разных мономеров

# Углеводы

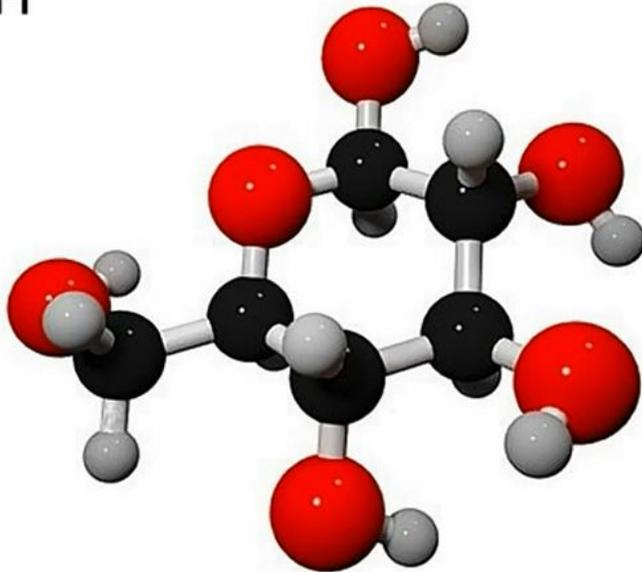
Состав, строение	Функции
<p>ОБЩАЯ ФОРМУЛА — <math>C_n(H_2O)_n</math>, где <math>n</math> не меньше трех.</p> <p>МОНОЗЫ, или моносахариды: триозы (имеет значение глицерин и его производные); пентозы (рибоза и дезоксирибоза); гексозы (глюкоза, фруктоза, галактоза).</p> <p>ОЛИГОСАХАРИДЫ, или дисахариды: сахароза, лактоза, мальтоза.</p> <p>ПОЛИСАХАРИДЫ образованы десятками и сотнями мономерных единиц, которыми являются молекулы глюкозы:</p>  <p>Крахмал, гликоген, клетчатка, хитин построены из линейных или разветвленных цепей моносахаридов</p>	<p><b>Энергетическая</b> — основной источник энергии в клетке, окисление 1 г глюкозы дает 17,1 кДж.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>♦ входят в состав РНК и ДНК</li><li>♦ исходное органическое вещество в цепи питания</li></ul> <p><b>Структурная</b> — во всех без исключения тканях и органах обнаружены углеводы, входящие в состав оболочек клеток и органелл, или органоидов.</p> <p><b>Функция запаса питательных веществ</b> — крахмал в растительных клетках, гликоген — в животных</p>

# Углеводы = сахара

Общая формула  $C_x(H_2O)_y$



Глюкоза



Черный = C

Красный = O

Серый = H

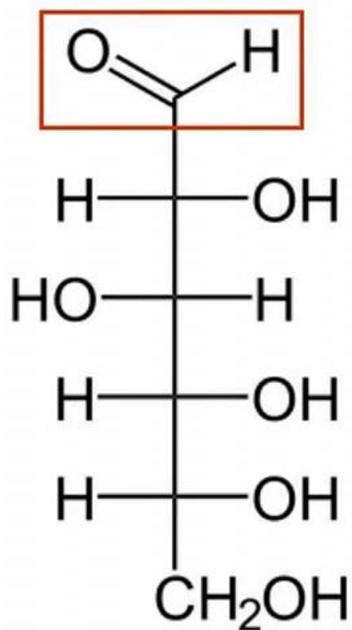
## Примеры углеводов

- ❖ Клеточные стенки растений – **целлюлоза** [полимер]
- ❖ Клеточные стенки грибов = **хитин** [полимер]
- ❖ Внешний скелет насекомых = **хитин** [полимер]
- ❖ Запасное вещество у растений = **крахмал** [полимер]
- ❖ Запасное вещество животных = **гликоген** [полимер]
- ❖ Сахар, который мы кладем в чай = **сахароза** [димер]
- ❖ Сахар в фруктах = **фруктоза** [мономер]
- ❖ Сахар, до которого расщепляет углеводы наш пищеварительный тракт с помощью ферментов = **глюкоза** [мономер]

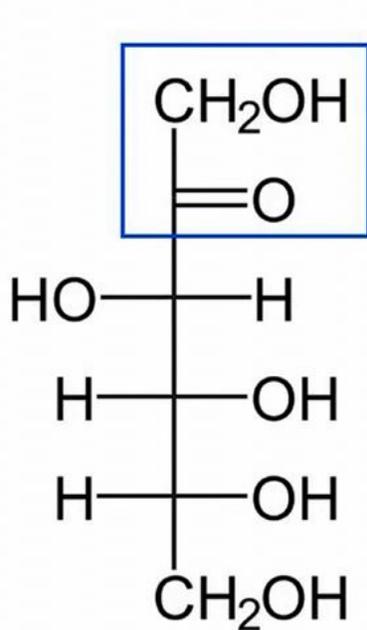


# Моносахариды

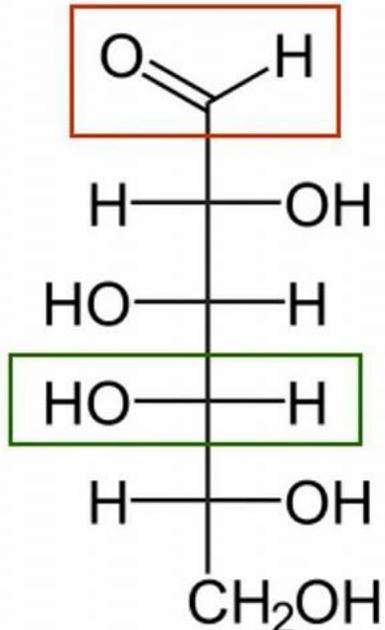
Все полимерные сахара составлены из мономеров – повторяющихся молекул в структуре полимеров.



**Глюкоза**



**Фруктоза**



**Галактоза**

**У основных углеводов 3 мономера:**

1. Глюкоза (самый распространенный)
2. Фруктоза
3. Галактоза

Они отличаются не входящими в них АТОМАМИ, а только их ВЗАИМНЫМ РАСПОЛОЖЕНИЕМ.  
Такие соединения называют ИЗОМЕРАМИ.



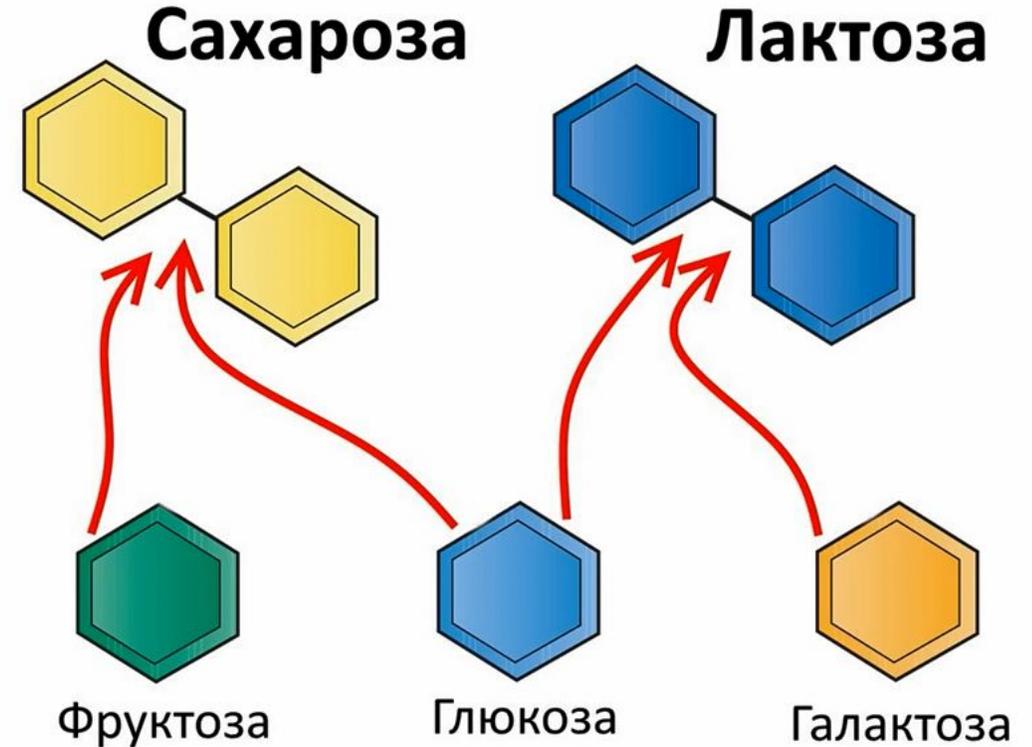
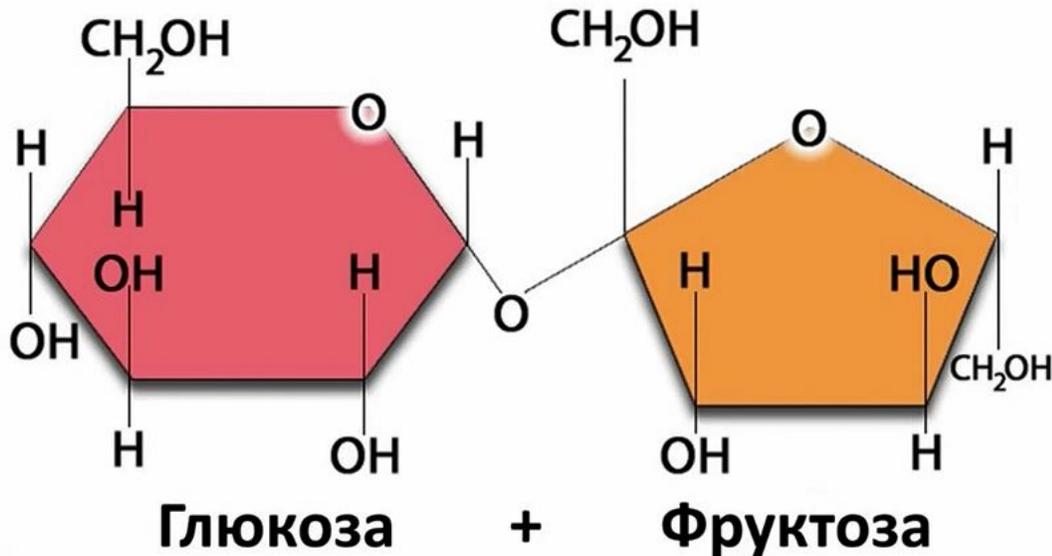
# Дисахариды

Составлены из двух молекул мономеров. Еще не полимеры.

**Глюкоза + Фруктоза = сахароза**

Ее мы используем как основной подсластитель в чае, вареньях, сладких напитках.

## Сахароза



**Глюкоза + Галактоза = лактоза**

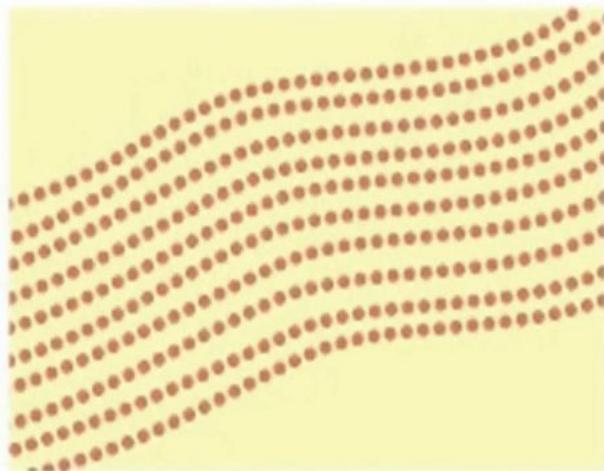
Этот дисахарид есть в молоке. В детстве мы все умеем его усваивать, а вот у взрослых бывает непереносимость лактозы – нет фермента, нужного для расщепления этой молекулы.

# Полисахариды

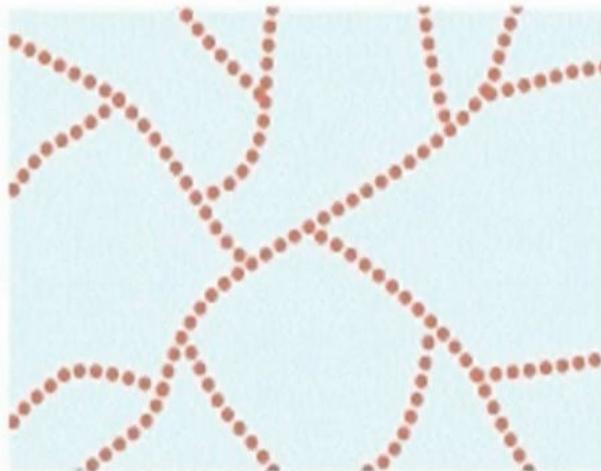
Составлены из множества молекул мономеров.

## Структура полимеров

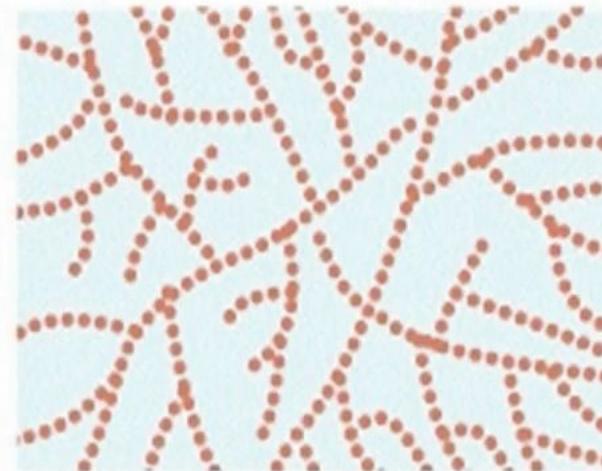
Линейная - целлюлоза



Ветвится - крахмал



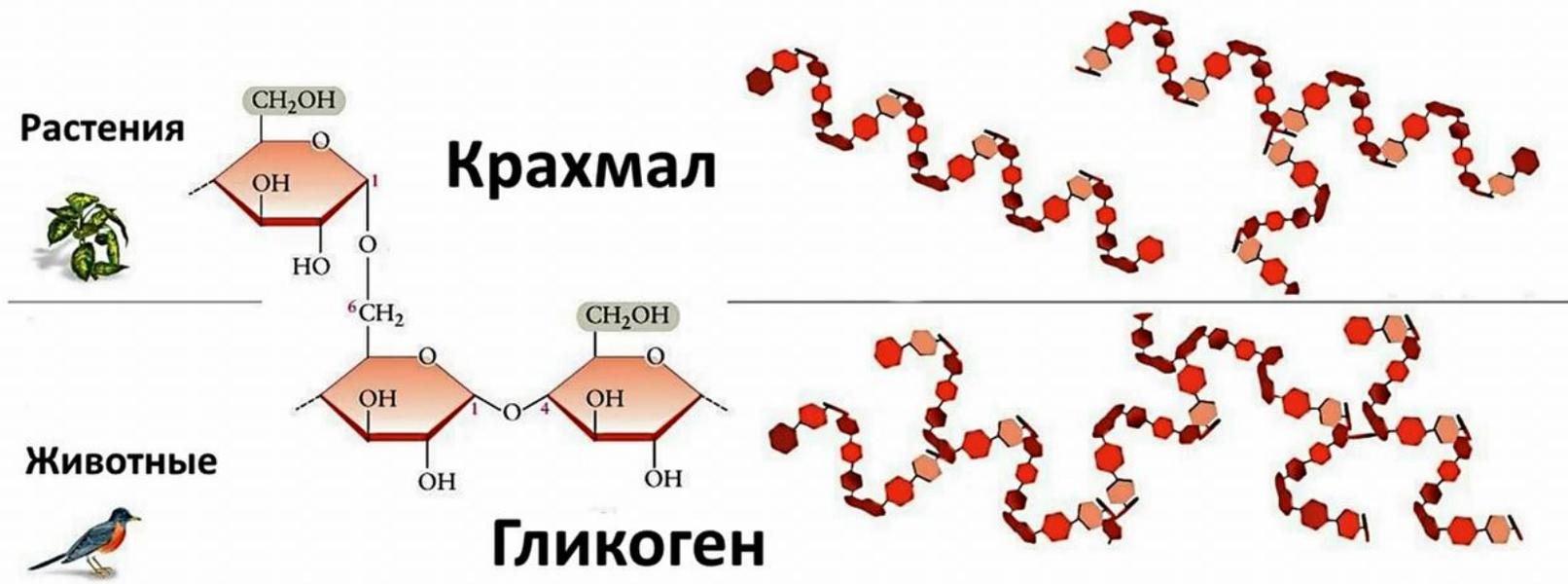
Сильно ветвится - гликоген



© 2001 Sinauer Associates, Inc.



# Структура полисахаридов



**Гликоген** – запасной углевод у животных. Легко переваривается. У человека запас гликогена в печени достигает 400 грамм.

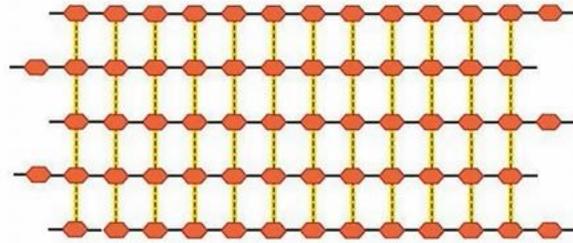
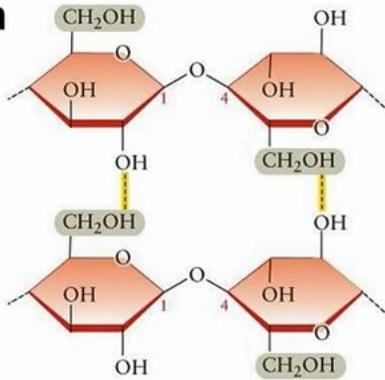
**Крахмал** – запасной углевод у растений. Легко переваривается. Его много в картофеле.



# Структура полисахаридов

**Целлюлоза**

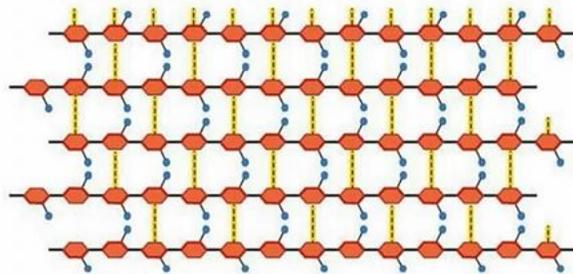
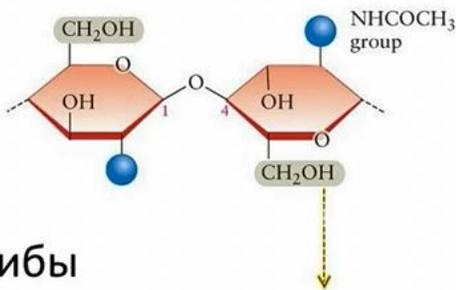
растения



**Хитин**



грибы



**Целлюлоза** – материал клеточных стенок у растений. Собственно из нее сделано все деревянное. Не переваривается у человека, но некоторые бактерии могут «вытащить» глюкозу из этой упаковки.

**Хитин** – материал клеточных стенок у грибов и панцирей членистоногих.

Не переваривается у человека, но некоторые бактерии могут «вытащить» глюкозу из этой упаковки.

Именно поэтому грибы не особо питательные. Человек не может разрушить стенки их клеток.



# Функции углеводов в клетке

**Энергетическая** – одна из основных функций углеводов. Углеводы (глюкоза) – основные источники энергии в животном организме. Обеспечивают до 67% суточного энергопотребления (не менее 50%). При расщеплении 1 г углевода выделяется 17,6 кДж, вода и углекислый газ.

**Запасающая** функция выражается в накоплении крахмала клетками растений и гликогена клетками животных, которые играют роль источников глюкозы, легко высвобождая ее по мере необходимости.

**Опорно-строительная.** Углеводы входят в состав клеточных мембран и клеточных стенок (целлюлоза входит в состав клеточной стенки растений, из хитина образован панцирь членистоногих, муреин образует клеточную стенку бактерий)

**Рецепторная.** Некоторые выполняют рецепторную функцию, воспринимая сигналы, поступающие из внешней среды.

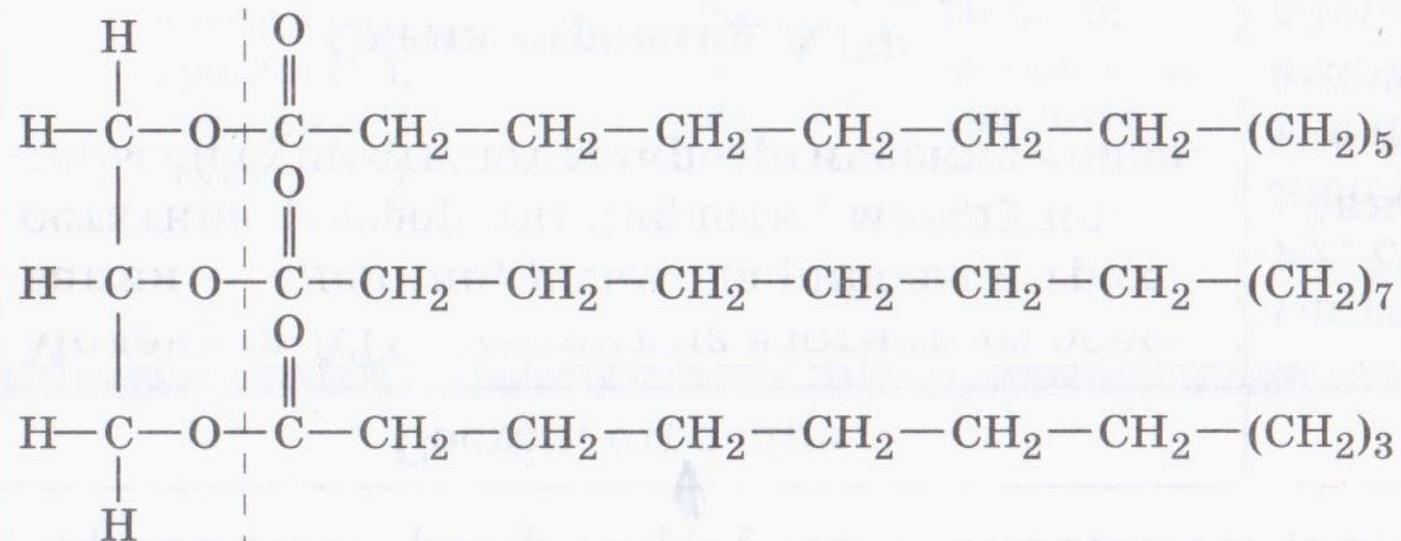
**Защитная.** Слизи, выделяемые различными железами, богаты углеводами и их производными (например, гликопротеинами). Они предохраняют пищевод, кишечник, желудок, бронхи от механических повреждений, препятствуют проникновению в организм бактерий и вирусов.

# Липиды

Жиры и жироподобные вещества объединяют термином «липиды». Липиды — органические соединения с различной структурой, но общими свойствами. Они нерастворимы в воде, но хорошо растворяются в органических растворителях: эфире, бензине, хлороформе и др. Липиды широко представлены в живой природе

## Состав, строение

**ЖИРЫ** — сложные соединения трехатомного спирта — глицерина и высокомолекулярных жирных кислот:



остаток  
глицерина

остатки трех молекул жирных кислот

## Функции

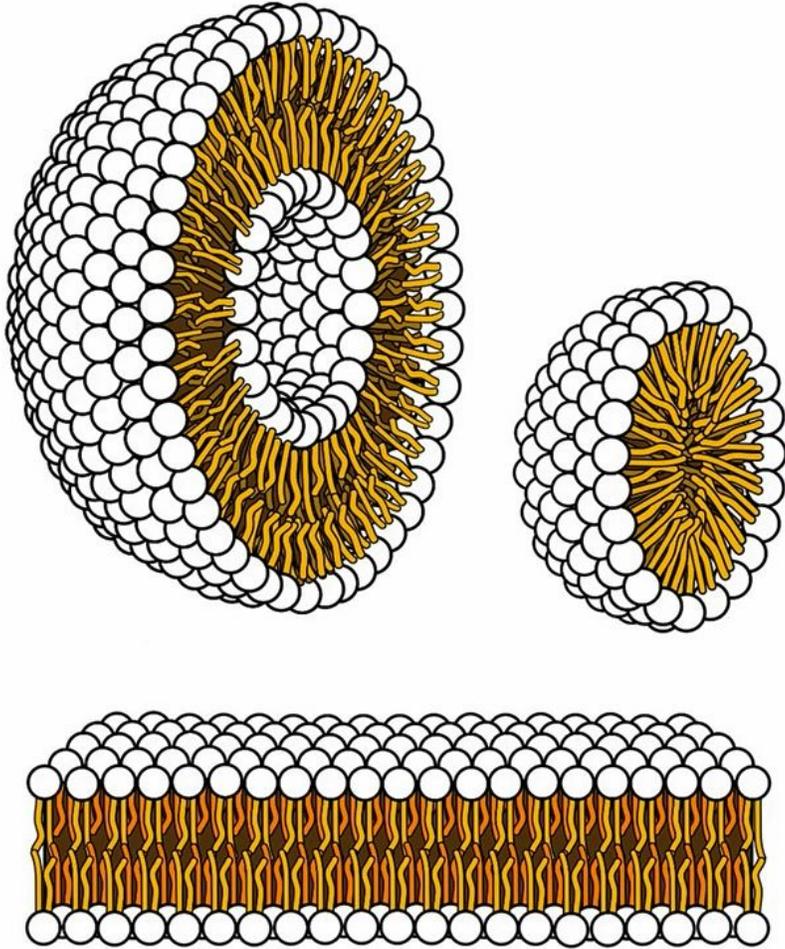
**Энергетическая** — липиды обеспечивают 25—30% всей энергии, необходимой организму. При полном распаде 1 г жира выделяется 38,9 кДж энергии, что примерно в 2 раза больше по сравнению с углеводами и белками.

**Функция запасаания питательных веществ.** Жиры являются своего рода «энергетическими консервами». Запасными питательными веществами могут быть капли жира внутри клетки.

Жиры НЕ полимеры!

# Липиды

*Термин шире чем «жиры»*

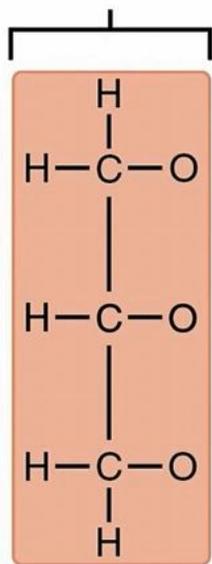


- Входят в состав ВСЕХ клеточных мембран.
- Некоторые гормоны имеют жировую природу
- Некоторые витамины имеют жировую природу
- В жирах животные и растения запасают энергию на длительные сроки.
- В некоторых клетках липидов очень мало, всего несколько процентов, а вот в клетках подкожной жировой клетчатки млекопитающих их содержание достигает 90%.

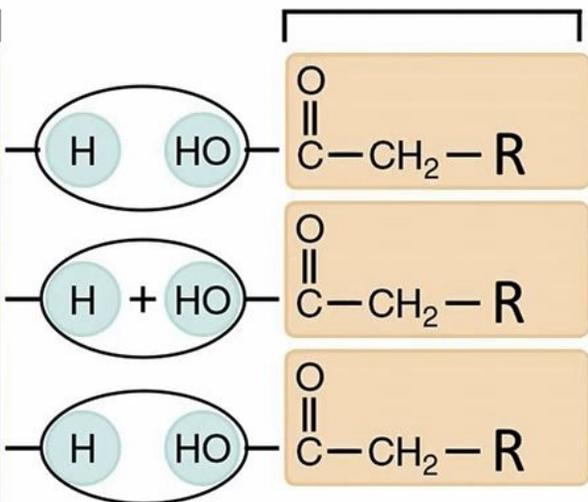
# Жиры – строение молекулы

Глицерин (спирт) + Жирные кислоты = **ЖИР**

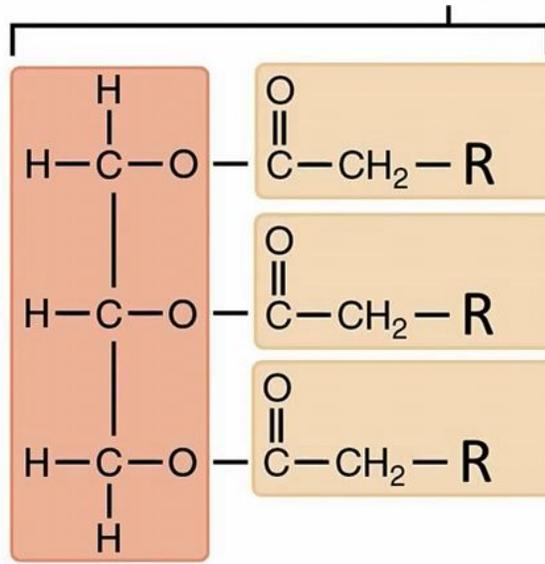
Глицерин



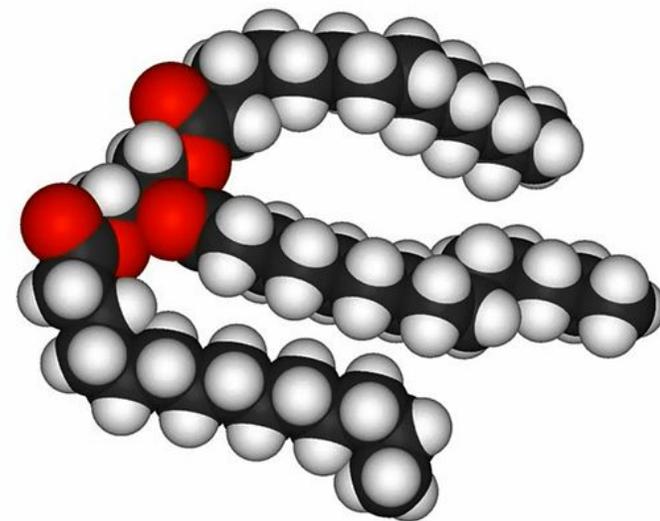
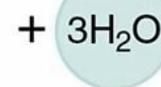
Жирные кислоты



Жир



Вода



Большинство жиров **неполярны** и, следовательно, **нерастворимы в воде**, но хорошо растворимы в **органических растворителях** (бензин, хлороформ, эфир)

Соединения глицерина, жирных кислот и остатка фосфорной кислоты — **фосфолипиды**.

Соединения липидов и углеводов образуют сложные вещества — **гликолипиды**

**Структурная:** фосфолипиды — основные компоненты мембран клетки; участвуют в образовании многих биологически важных соединений.

Гликолипиды входят в состав клеток мозга и нервных клеток.

**Регуляторные функции** связаны с тем, что многие жиры — компоненты витаминов.

**Терморегуляция** — жиры плохо проводят тепло. Они откладываются под кожей, образуя у некоторых животных большие скопления.

**Защитная** — защита от ударов, гидро-, термоизоляция

Комплексные соединения различных белков с жирами называются **липопротеидами**

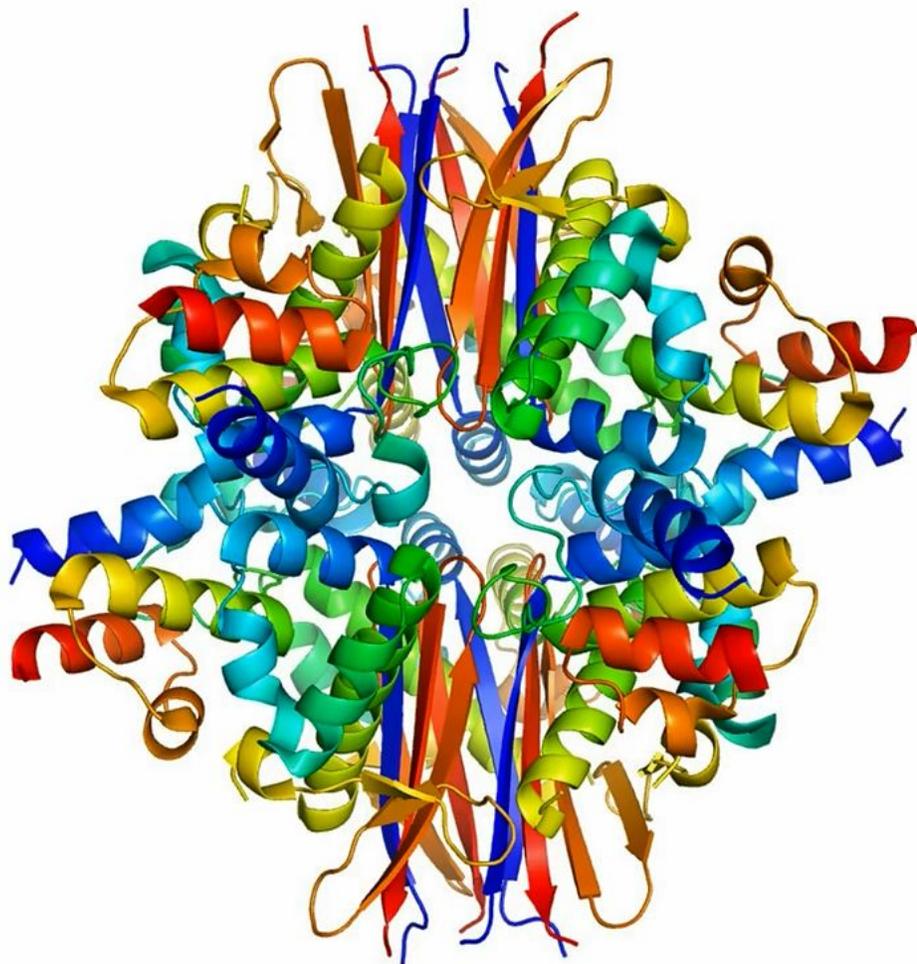
**Жиры** — поставщики эндогенной воды

# Функции жиров в клетке

1. Энергетическая	Основная функция. При расщеплении 1 г липидов выделяется 38,9 кДж
2. Структурная	Принимают участие в образовании клеточных мембран.
3. Запасающая	Жиры и масла являются резервным пищевым веществом у животных и растений.
4. Защитная	Прослойки жира и жировые капсулы обеспечивают амортизацию внутренних органов. Слои воска используются в качестве водоотталкивающего покрытия у растений и животных.
5. Теплоизоляционная	Подкожная жировая клетчатка препятствует оттоку тепла в окружающее пространство. Важно для водных млекопитающих или млекопитающих, обитающих в холодном климате.
6. Регуляторная	Регулируют рост растений. Половой гормон тестостерон отвечает за развитие мужских вторичных половых признаков. Половой гормон эстроген отвечает за развитие женских вторичных половых признаков, регулирует менструальный цикл.
7. Источник воды	При окислении 1 кг жира выделяется 1,1 кг воды. Важно для обитателей пустынь.
8. Каталитическая	Жирорастворимые витамины А, D, Е, К

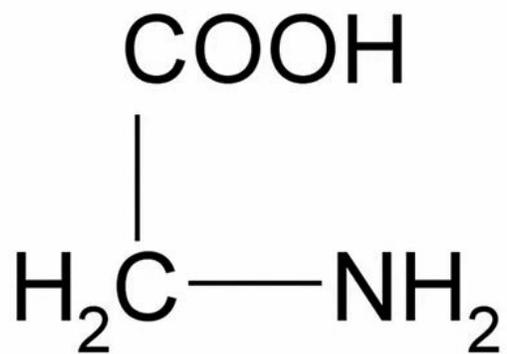
# Белки

## Белки полимеры!



- ❖ Образуют клеточный скелет
- ❖ Входят в состав мембран – каналы для транспорта
- ❖ Все ферменты - белки
- ❖ Именно информация о структуре белков и хранится в ядре клетки!
- ❖ Могут быть гигантскими молекулами.
- ❖ Самые разнообразные функции

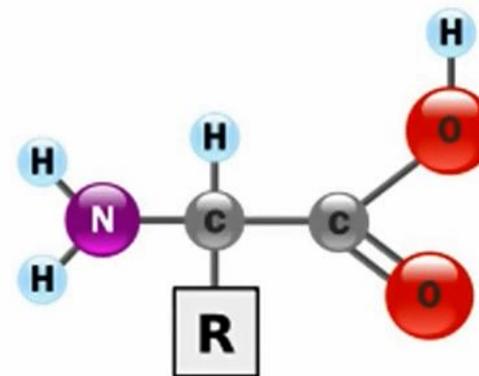
# Белки – строение молекулы



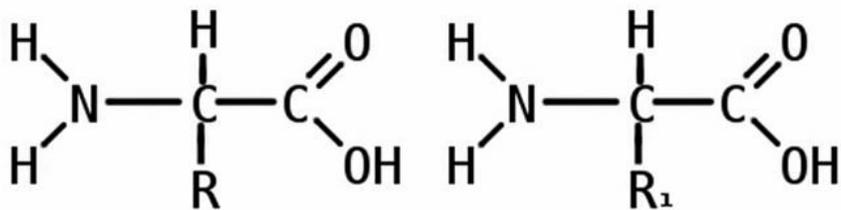
Глицин – самая простая

**Аминокислота**

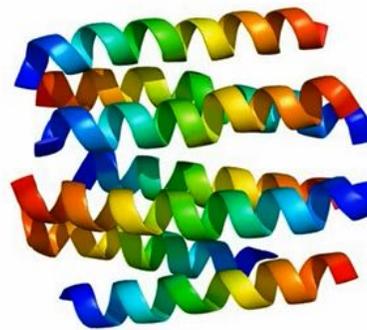
Мономер белков!



Общая формула



**Пептид – от 2 и более аминокислот**



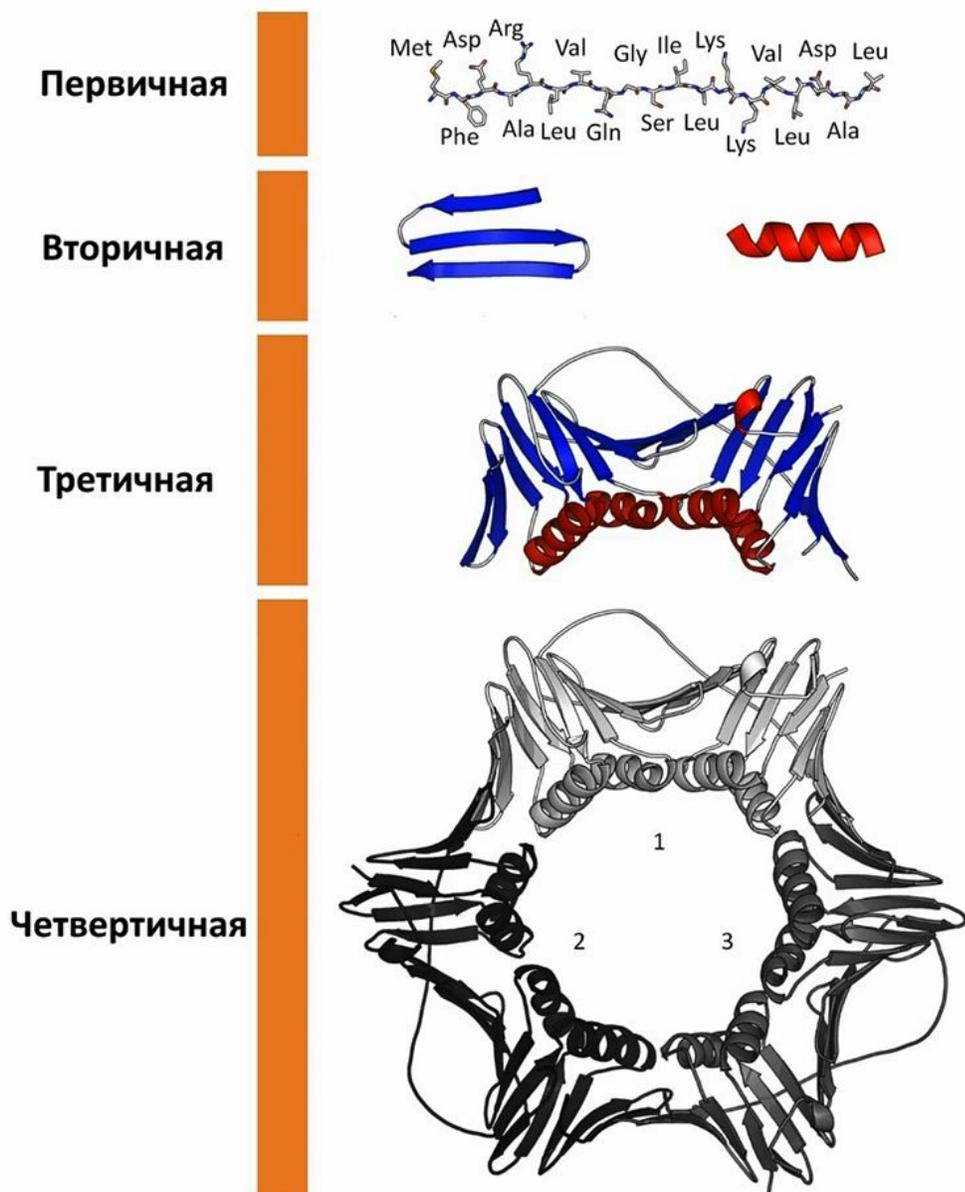
**Белок – больше  
100 аминокислот**

Аминокислота	Сокращенное обозначение	R-группа	Примечание
Аланин	Ала	—CH <sub>3</sub>	
Аргинин	Арг		Основная аминокислота; для детей незаменимая
Аспарагин	Асп	—CH <sub>2</sub> —CO—NH <sub>2</sub>	R содержит амидогруппу
Аспарагиновая кислота	Асп	—CH <sub>2</sub> —COOH	Кислая аминокислота
Цистеин	Цис	—CH <sub>2</sub> —SH	R содержит серу
Глутамин	Гли	—(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> —CO—NH <sub>2</sub>	R содержит амидогруппу
Глутаминовая кислота	Глу	—(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> —COOH	Кислая аминокислота
Глицин	Гли	—H	
Гистидин	Гис		Основная аминокислота; для детей незаменимая
Изолейцин	Иле		Незаменимая аминокислота
Лейцин	Лей		Незаменимая аминокислота
Лизин	Лиз	—(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> —NH <sub>2</sub>	Основная аминокислота; незаменимая
Метионин	Мет	—(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> —S—CH <sub>3</sub>	Незаменимая аминокислота; R содержит серу
Фенилаланин	Фен	—CH <sub>2</sub> —	Незаменимая аминокислота; R содержит ароматическое кольцо
Пролин	Про		<b>Иминокислота</b> (=NH вместо —NH <sub>2</sub> ). В гидроксипролинс в положении, обозначенном звездочкой, один из атомов водорода замещен гидроксильной группой
Серин	Сер	—CH <sub>2</sub> —OH	
Треонин	Тре		Незаменимая аминокислота
Триптофан	Три		R содержит ароматическое кольцо; незаменимая аминокислота
Тирозин	Тир	—CH <sub>2</sub> —	R содержит ароматическое кольцо
Валин	Вал		Незаменимая аминокислота

### Таблица названий и обозначений аминокислот

A	Ala	Alanine	Аланин
R	Arg	Arginine	Аргинин
N	Asn	Asparagine	Аспарагин
D	Asp	Aspartic Acid	Аспарагиновая кислота
C	Cys	Cysteine	Цистеин
Q	Gln	Glutamine	Глутамин
E	Glu	Glutamic Acid	Глутаминовая кислота
G	Gly	Glycine	Глицин
H	His	Histidine	Гистидин
I	Ile	Isoleucine	Изолейцин
L	Leu	Leucine	Лейцин
K	Lys	Lysine	Лизин
M	Met	Methionine	Метионин
F	Phe	Phenylalanine	Фенилаланин
P	Pro	Proline	Пролин
S	Ser	Serine	Серин
T	Thr	Threonine	Треонин
W	Trp	Tryptophan	Триптофан
Y	Tyr	Tyrosine	Тирозин
V	Val	Valine	Валин

# Компактизация (структурная «укладка» белков)



- **Первичная**

Последовательность аминокислот в цепочке

- **Вторичная**

Свертывание в спираль

- **Третичная**

Свёртывание в «клубок» - глобулу

- **Четвертичная**

Комплекс из нескольких глобул

# Функции белков в клетке

1. Строительная	Белки участвуют в образовании клеточных и внеклеточных структур: входят в состав клеточных мембран (липопротеины, гликопротеины), волос (кератин), сухожилий (коллаген) и т.д.
2. Транспортная	Белок крови гемоглобин присоединяет кислород и транспортирует его от легких ко всем тканям и органам, а от них в легкие переносит углекислый газ; в состав клеточных мембран входят особые белки, которые обеспечивают активный и строго избирательный перенос некоторых веществ и ионов из клетки во внешнюю среду и обратно.
3. Регуляторная	Гормоны белковой природы принимают участие в регуляции процессов обмена веществ. Например, гормон инсулин регулирует уровень глюкозы в крови.
4. Защитная	Антитела иммунной системы белковой природы. Фибрин способствует остановке кровотечений
5. Двигательная	Сократительные белки актин и миозин обеспечивают сокращение мышц у многоклеточных животных
6. Сигнальная	В поверхностную мембрану клетки встроены молекулы белков (рецепторы), способных осуществлять прием сигналов из внешней среды и передачу команд в клетку.
7. Энергетическая	При распаде 1 г белка до конечных продуктов выделяется 17,6 кДж. Однако в качестве источника энергии белки используются только тогда, когда другие источники (углеводы и жиры) израсходованы.
8. Каталитическая	Одна из важнейших функций белков. Обеспечивается белками - ферментами, которые ускоряют биохимические реакции, происходящие в клетках.