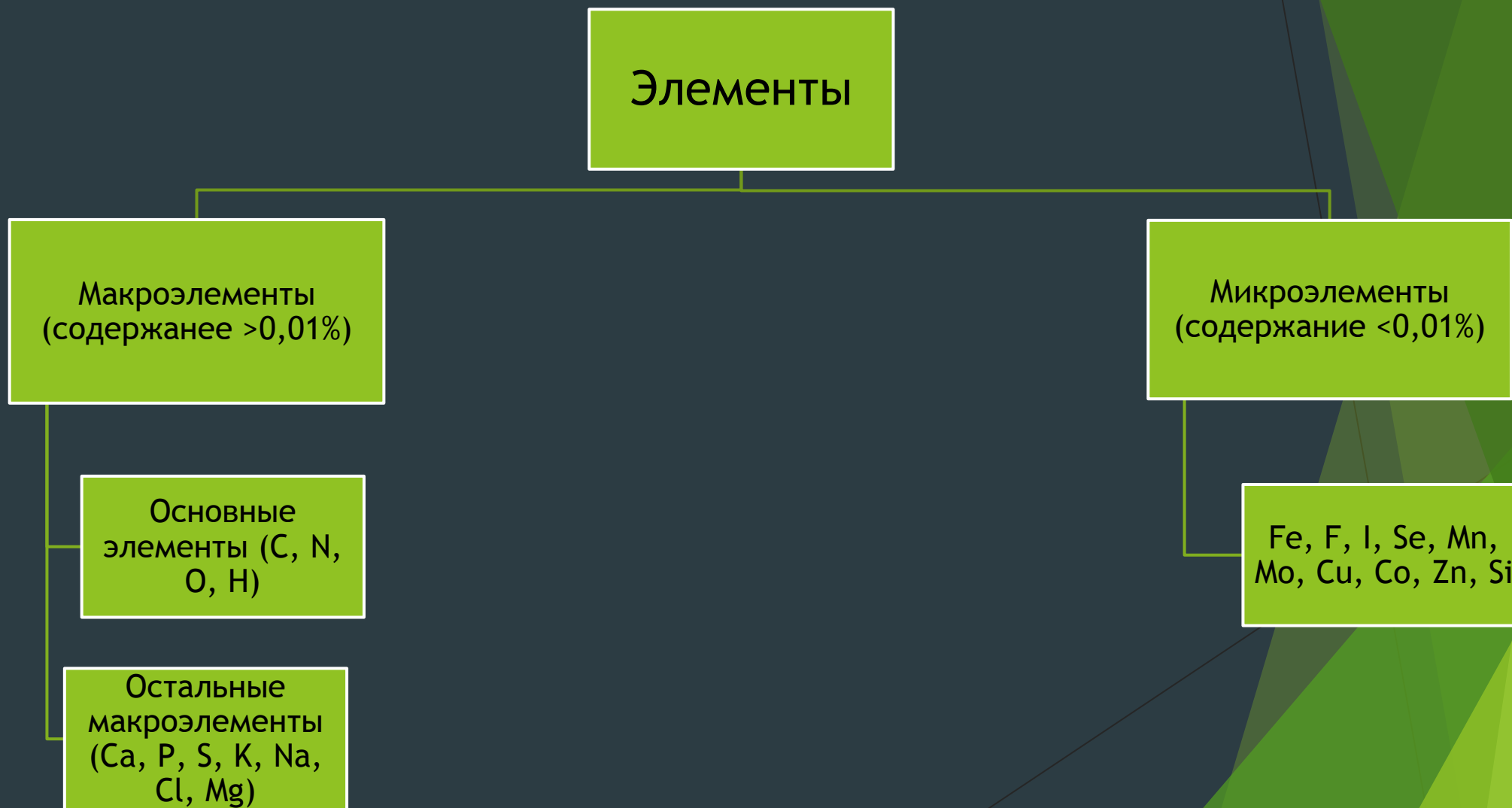


Химические  
КОМПОНЕНТЫ ЖИВЫХ  
организмов

# Химические элементы в организме



# Вода

- ▶ Содержание воды в живых организмах 60 – 75 %, у некоторых до 90%.
- ▶ В разных органах и тканях, а также на разных этапах развития организмов содержание воды может быть различным.

## Функции и свойства воды:

- ▶ Универсальный растворитель, за счет образования водородных связей
- ▶ Определяет внутриклеточное давление
- ▶ Среда для протекания биохимических реакций
- ▶ Теплоёмкость – способность накапливать тепло, обеспечивает защиту от переохлаждения и резких перепадов температуры
- ▶ Теплопроводность – способность переносить и передавать тепло, равномерно распределяя тепло по организму

# Минеральные вещества. pH. Буферные растворы.

- ▶ Минеральные вещества в организмах находятся в растворенном виде
- ▶ Наиболее важные ионы:  $K^+$ ,  $Ca^{+2}$ ,  $Na^+$ ,  $Mg^{+2}$ ,  $HCO_3^-$ ,  $H_2PO_4^-$ ,  $HPO_4^{-2}$ ,  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $HSO_4^-$
- ▶  $K^+$  и  $Na^+$  обеспечивают передачу нервного импульса и транспорт веществ через мембрану клетки
- ▶  $Ca^{+2}$  обеспечивает сокращение мышц, регуляцию деятельности ферментов, свёртывание крови, входит в состав костей
- ▶  $Mg^{+2}$  регулирует работу ферментов, входит в состав костей и зубов, активизирует синтез АТФ, входит в состав хлорофилла
- ▶  $H_2PO_4^-$ ,  $HPO_4^{-2}$  входят в состав нуклеиновых кислот (ДНК и РНК), АТФ
- ▶  $SO_4^{2-}$ ,  $HSO_4^-$  источники атомов серы, необходимых для синтеза аминокислот.
- ▶ pH среды различна в живых организмах. В клетках - нейтральная или слабощелочная, в плазме крови слабощелочная, в желудке кислая, в кишечнике щелочная, на коже кислая, pH мочи может значительно варьировать.
- ▶ Буферный раствор - это раствор состоящий из слабой кислоты и ее растворимой соли. Буферные растворы обеспечивают поддержание pH среды.

# Органические вещества

- ▶ К основным органическим веществам организма относятся белки, липиды, углеводы, нуклеиновые кислоты.
- ▶ Макромолекулы (биополимеры) – это молекулы с большой молекулярной массой. Биополимерами являются: белки, углеводы и нуклеиновые кислоты.
- ▶ Макромолекулы состоят из мономеров:

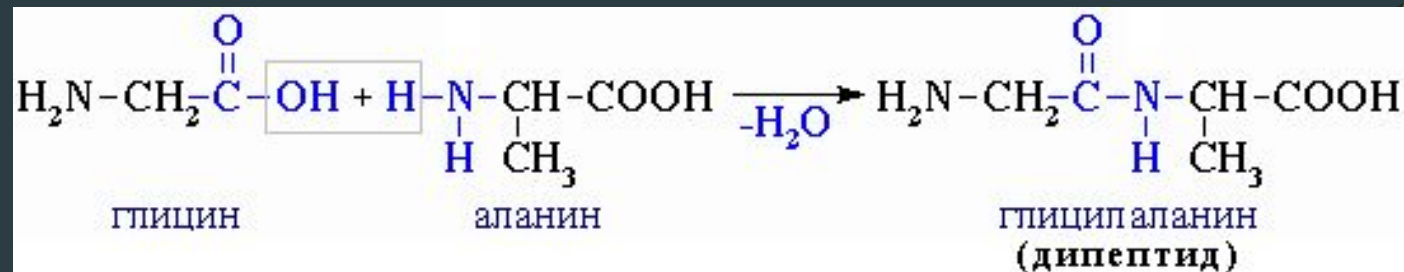
Макромолекула	Мономер
Белки	аминокислоты
Углеводы (полисахариды)	моносахариды
Нуклеиновые кислоты	нуклеотиды

# Белки. Аминокислоты

- ▶ Белки – гетерополимеры состоящие из остатков аминокислот. В организме животных белки составляют 40 – 50% , а в растениях 20 – 35% от сухого вещества
- ▶ Аминокислоты – содержат две функциональные группы – карбоксильную (-COOH) и аминогруппу (-NH<sub>2</sub>)

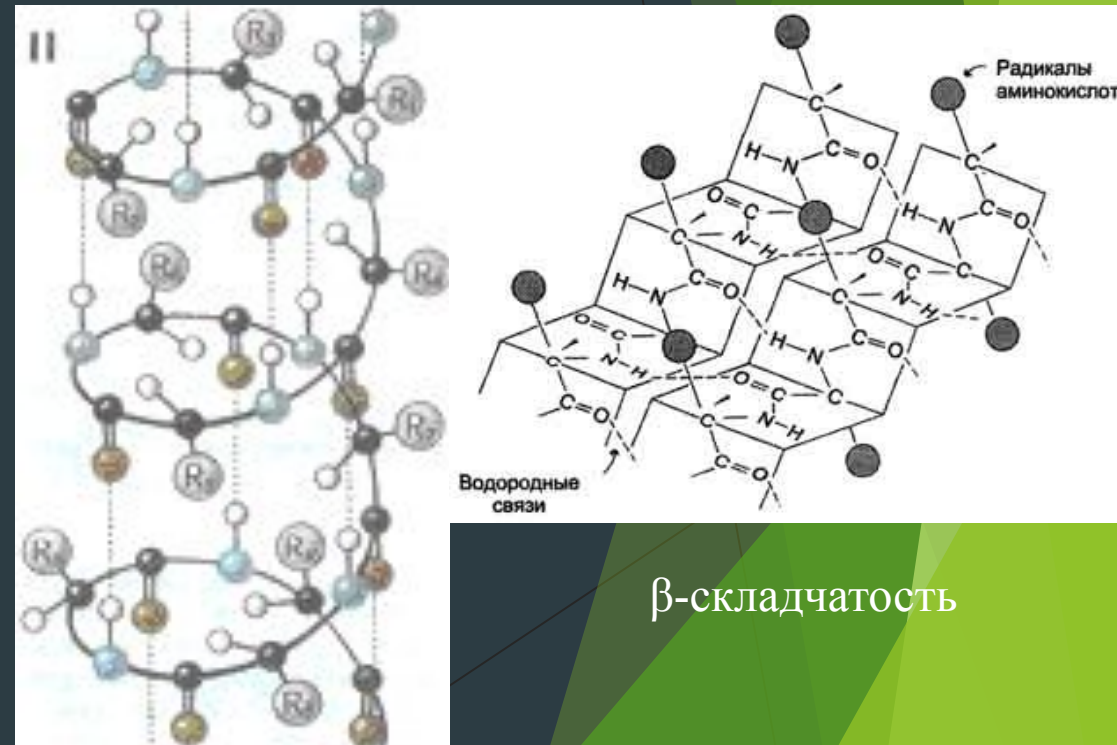
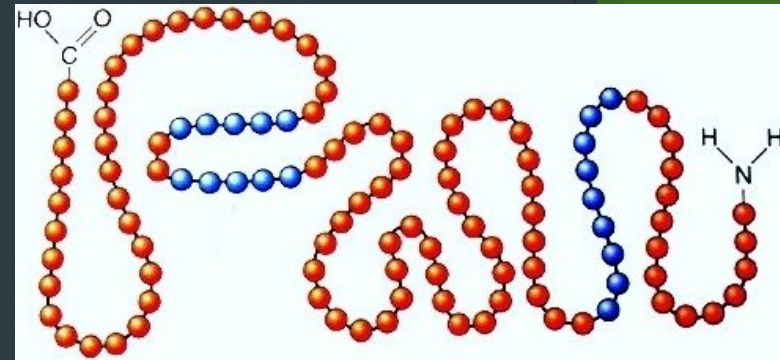
Кислая	Нейтральная	Основная
Если в аминокислоте две карбоксильные и одна аминогруппа	Если в аминокислоте одна карбоксильная и одна аминогруппа	Если в аминокислоте одна карбоксильная и две аминогруппы

- ▶ Всего около 200 аминокислот, но только 20 образуют белки.
- ▶ Заменяемые аминокислоты- это аминокислоты которые могут быть синтезированы организмом из других аминокислот
- ▶ Незаменимые – могут поступать в организм только в готовом виде. Незаменимыми для человека являются: лизин, валин, лейцин, фенилаланин, триптофан, треонин, изолейцин
- ▶ Аминокислоты могут соединяться между собой при помощи пептидной связи. Полипептид – более десяти аминокислот соединенных между собой. Полипептиды в состав которых входит свыше 50 аминокислот называются белками.



# Структура белка

- ▶ Первичная структура белка представлена последовательность аминокислотных остатков соединенных между собой пептидными связями. Эта структура определяет свойства и функции белков. Информация о первичной структуре белка закодирована в ДНК
- ▶ Вторичная структура белка возникает в результате образования водородных связей между карбоксильными группами и аминогруппами разных участков полипептидной цепи. Вторичная структура белка может быть представлена  $\alpha$ -спиралью или  $\beta$ -складчатостью.
- ▶ Спиральную структуру имеют кератин (входит в состав волос, шерсти, когтей, перьев и рогов), миозин ( в составе мышц), коллаген (в составе хрящей, сухожилий, костей).
- ▶ Складчатую структуру имеет фиброин (шелковое волокно шелкопряда)

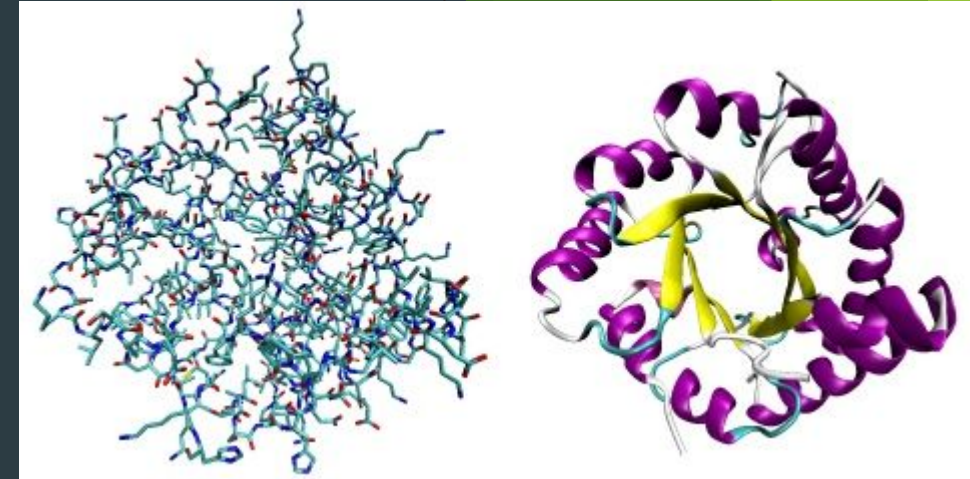


$\alpha$  - спираль

$\beta$ -складчатость

# Структура белка

- ▶ Третичная структура представлена глобулой, которая удерживается дисульфидными мостиками (S-S), водородными связями, ионными, гидрофильно-гидрофобными и др. Третичную структуру имеют белки – миоглобин (белок создающий запасы кислорода в мышцах), многие ферменты кишечника



- ▶ Четвертичная структура – образована несколькими глобулами, соединенными слабыми межмолекулярными связями. Например, гемоглобин, хлорофилл.





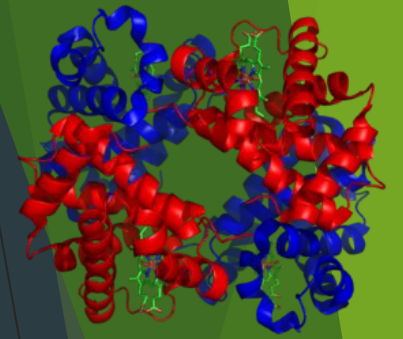
# Классификация и свойства белков

Классификация белков:

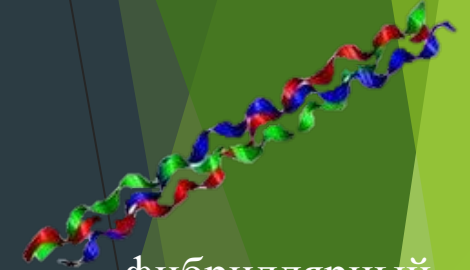
- ▶ Глобулярные – имеют сферическую форму. Например, гемоглобин, иммуноглобулины, альбумин, фибриноген.
- ▶ Фибриллярные – имеют вытянутую форму. Например, кератин, миозин, коллаген.
  
- ▶ Простые белки – состоят только из аминокислот. Например, альбумин, фибрин, трипсин.
- ▶ Сложные белки – содержат в своем составе небелковую часть – ионы металлов, липиды, углеводы, нуклеотиды и др.) Например, иммуноглобулины, большинство ферментов.

Свойства белков:

- ▶ Денатурация – разрушение четвертичной, третичной и вторичной структуры белка. Обратима.
- ▶ Деструкция – разрушение первичной структуры белка. Необратима.
- ▶ Ренатурация – восстановление структур белка. Возможна только после денатурации.
- ▶ Причинами вызывающими денатурацию и деструкцию являются высокая температура, воздействие спиртов, кислот, щелочей, радиации, тяжелых металлов и др.



глобулярный



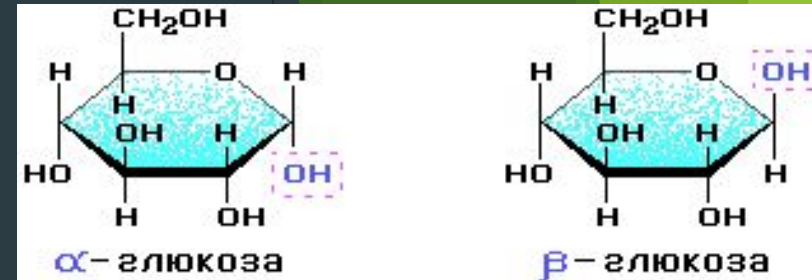
фибриллярный

# Функции белков

- ▶ Структурная – входят в состав биологических мембран, из них образованы хрящи, сухожилия (коллаген), связки (эластин) ногти, рога, копыта, волосы (кератин)
- ▶ Ферментативная – многие белки являются ферментами (биокатализаторы), способствующими расщеплению и синтезу различных веществ. Фермент в ходе реакции не претерпевает превращений, а лишь ускоряет реакции. Подавлять действие белков-ферментов могут ингибиторы.
- ▶ Транспортная – белки-переносчики осуществляют транспорт веществ (газов, жирных кислот, металлов, некоторых гормонов) по организму. Белки клеточной мембраны транспортируют вещества из клетки и в клетку.
- ▶ Сократительная – сократительные белки обеспечивают способность клеток и тканей сокращаться обеспечивая передвижение организмов. Так белки актин и миозин входят в состав мышц, тубулин – в состав микротрубочек, являющихся основой ресничек и жгутиков.
- ▶ Регуляторная – многие белки являются гормонами, регулируя деятельность организма. Например, инсулин и глюкагон являются белками.
- ▶ Сигнальная – белки мембран способны изменять свою структуру при воздействии факторов внешней среды, тем самым передавая сигнал клетке. Например, белок опсин (составная часть родопсина и иодопсин) способен реагировать на свет изменяя свою структуру, как результат возникает нервный импульс передающийся в головной мозг.
- ▶ Защитная – иммуноглобулины, интерфероны, тромбопластин, тромбин, фибриноген по природе являются белками, обеспечивают защиту организма от чужеродных объектов
- ▶ Токсическая – некоторые организмы способны вырабатывать белки (яды) , обладающие токсическим действием на другие организмы.
- ▶ Энергетическая – при окислении 1 г белка выделяется 17,6 кДж энергии. Используются только в крайних случаях.

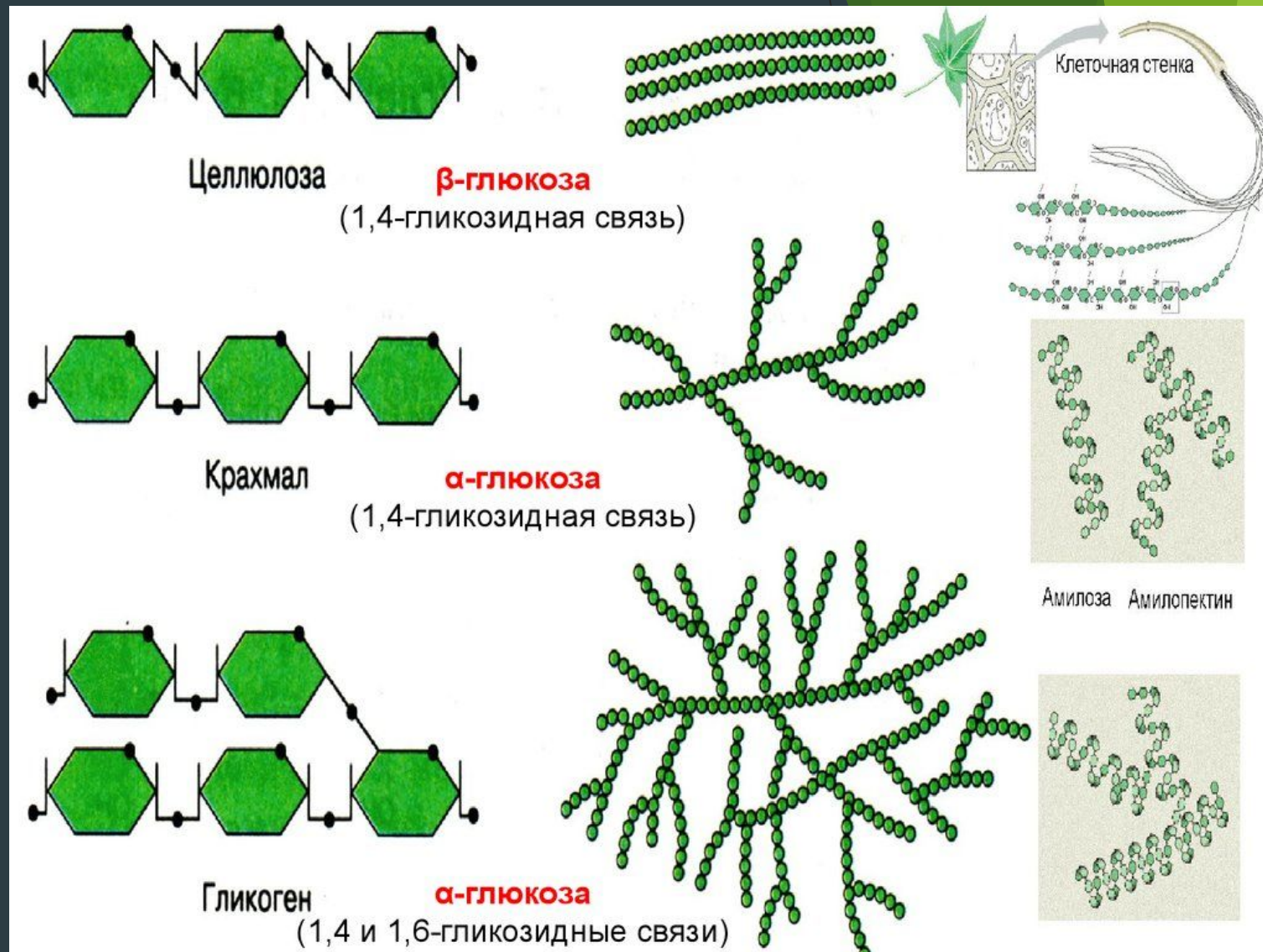
# Углеводы. Моносахариды. Олигосахариды

- ▶ Углеводы подразделяются на три группы: моносахариды, олигосахариды, полисахариды.
- ▶ Углеводы в животной клетке составляют до 10% сухой массы, в растительных до 90%.
- ▶ Моносахариды в зависимости от количества атомов углерода делятся на триозы, тетразы, пентозы, гексозы и гептозы.
- ▶ Важные для организмов пентозы – рибоза (входит в состав РНК) и дезоксирибоза (ДНК). Гексозы – глюкоза, фруктоза, галактоза.
- ▶ В природе существуют в виде циклических  $\alpha$ - и  $\beta$ -форм.
- ▶ По физическим свойствам – белые кристаллические вещества, сладкие на вкус, хорошо растворимы в воде.
- ▶ Олигосахариды – соединения, состоящие из 2 – 10 молекул моносахаридов, соединенных ковалентными связями.
- ▶ Если соединяются два моносахарида, то полученное соединение называют дисахаридом.
- ▶ Важнейшие дисахариды: сахароза (глюкоза + фруктоза) – свекловичный (тростниковый) сахар, лактоза (глюкоза + галактоза) – молочный сахар, мальтоза (глюкоза + глюкоза) – солодовый сахар.
- ▶ Также как и моносахариды дисахариды имеют кристаллическое строение, сладкий вкус, хорошо растворимы в воде.



# Полисахариды

- ▶ Не имеют сладкого вкуса, практически не растворимы в воде.
- ▶ В их состав входит более 10 моносахаридов.
- ▶ Важнейшие полисахариды – крахмал (запасное вещество растений и водорослей), гликоген (запасное питательное вещество грибов и животных), целлюлоза (образует клеточную стенку растений, а также кору, древесину, хлопок), хитин (образует клеточную стенку грибов, покрывает тело членистоногих)
- ▶ По строению различают линейные (целлюлоза и хитин) и разветвленные (крахмал и гликоген) полисахариды

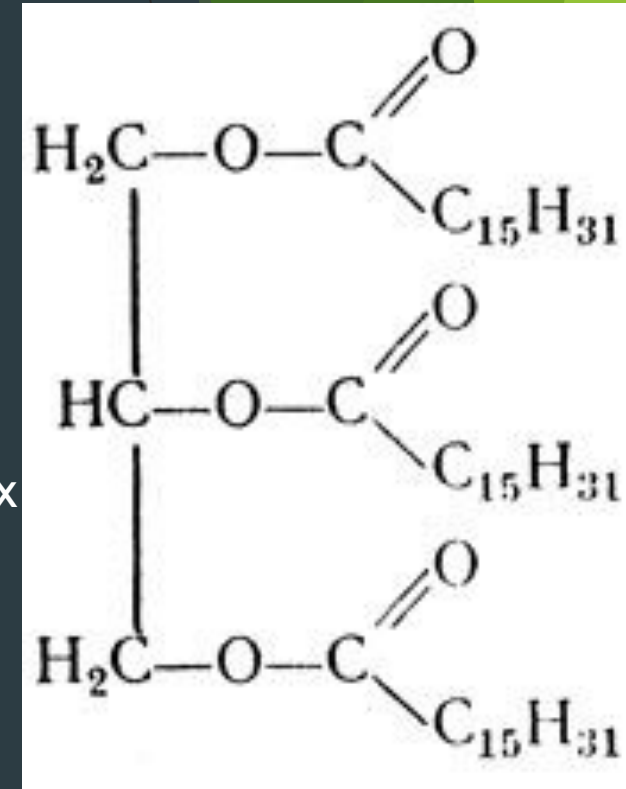


# Функции углеводов

- ▶ Энергетическая – при расщеплении 1г углеводов запасается 17,6 кДж энергии.
- ▶ Структурная – образуют клеточные стенки, покрывают тела членистоногих
- ▶ Рецепторная – углеводы клеточной мембраны способны передавать сигналы в клетку
- ▶ Метаболическая – основа для синтеза многих веществ клетки
- ▶ Запасающая – крахмал и гликоген запасаются в организмах
- ▶ Защитная – хитиновая оболочка членистоногих, раковины моллюсков, камедь (смолы) растений

# Липиды. Нейтральные жиры

- ▶ Сборная группа веществ. Не имеют общего строения. Сходны тем, что нерастворимы в воде, жирные на ощупь.
- ▶ В клетках может содержаться от 5 до 90% жиров
- ▶ Выделяют несколько наиболее важных в живых организмах липидов: нейтральные жиры, фосфолипиды, стероиды и воски.
- ▶ Нейтральные жиры - состоят из глицерина и остатков высших карбоновых кислот. Жидкие жиры состоят из ненасыщенных кислот, а твердые из насыщенных.
- ▶ Нейтральные жиры в больших количествах накапливаются в организмах обитающих при низких температурах



# Фосфолипиды. Воски. Стероиды. Терпены

- ▶ Фосфолипиды – состоят из глицерина, двух остатков высших карбоновых кислот и остатка фосфорной кислоты.
- ▶ Фосфолипиды состоят из полярной гидрофильной головки (остаток фосфорной кислоты) и гидрофобных хвостов (карбоновые кислоты). За счет такого строения они образуют билипидный слой мембран клеток.
- ▶ Воски – жироподобные вещества, покрывающие шерсть животных (вырабатываются сальными железами), перья птиц (вырабатываются копчиковой железой), листья растений и тела наземных членистоногих.
- ▶ Стероиды – наиболее важной группой являются стеринны (холестерин), желчные кислоты, стероидные гормоны (половые, кортизон, альдостерон).
- ▶ Терпены – фитогормоны (гиббереллин), каротиноиды, ментол, камфора

# Функции липидов

- ▶ Строительная – фосфолипиды образуют мембраны клеток
- ▶ Энергетическая – 1г жиров дает 38,9 кДж энергии
- ▶ Источник метаболической воды. Из 1г жиров образуется 1,1 г воды
- ▶ Защитная – нейтральные жиры защищают животных и растения от переохлаждения, жировые капсулы вокруг органов защищают от механических повреждений
- ▶ Регуляторная – стероидные гормоны регулируют многие процессы организма



# Нуклеиновые кислоты. Нуклеотид.

Нуклеиновые кислоты – фосфорсодержащие биополимеры, мономерами которых являются нуклеотиды. В живых организмах встречаются два вида нуклеиновых кислот – ДНК и РНК.

Каждый нуклеотид состоит из азотистого основания, пятиугольного сахара и остатка фосфорной кислоты.

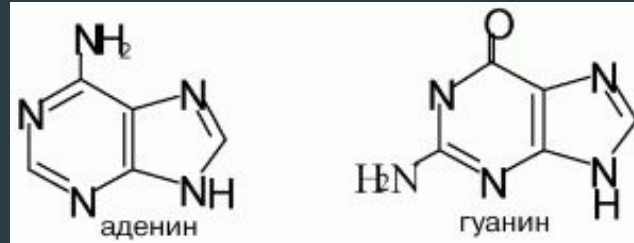
Азотистые основания делятся на две группы: пуриновые (аденин и гуанин) и пиримидиновые (тимин, цитозин и урацил)

Пятиуглеродные сахара – рибоза и дезоксирибоза.

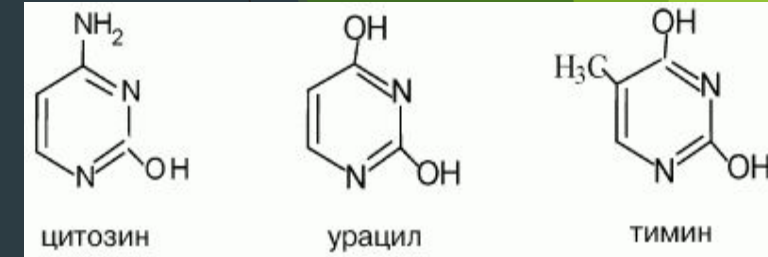
Из отдельных нуклеотидов образуются цепи полинуклеотидов. В образовании связи между отдельными нуклеотидами участвуют – сахара и фосфорная кислота.

На 3' конце полинуклеотидной цепи располагается молекула сахара, на 5' конце остаток фосфорной кислоты.

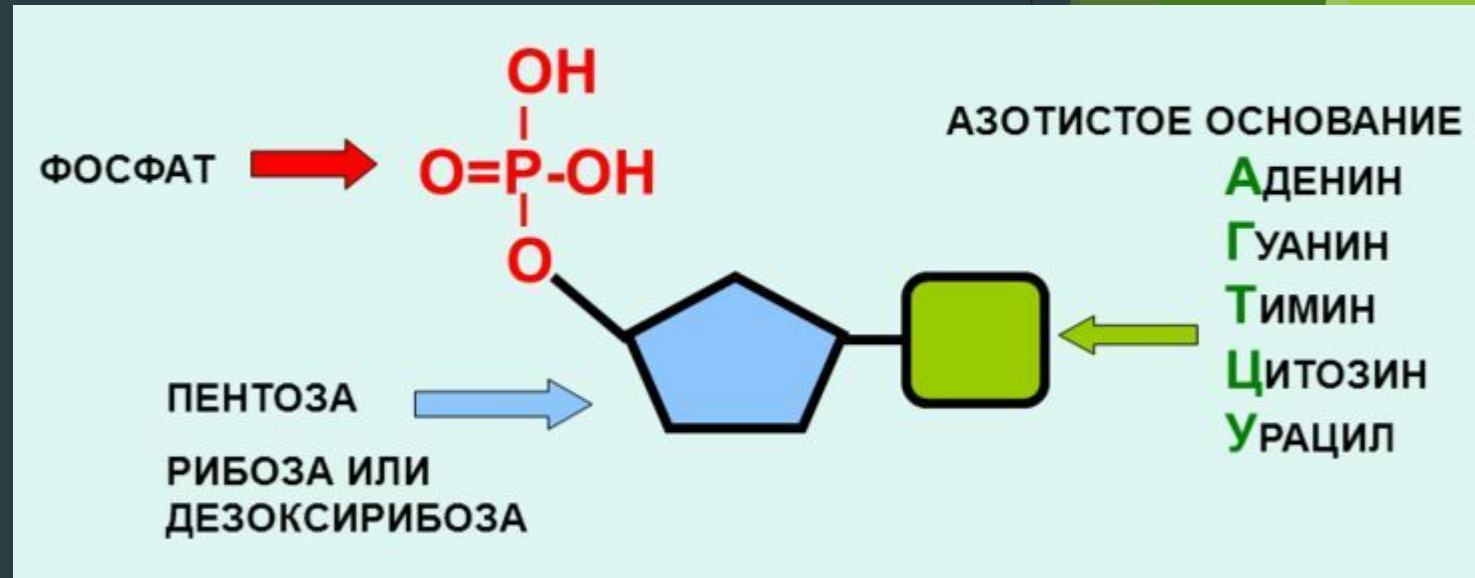
Количество нуклеотидов в нуклеиновой кислоте колеблется от 80 до нескольких сотен миллионов



Пуриновые основания



Пиримидиновые основания



Нуклеотид

# ДНК

- ▶ ДНК состоит из двух полинуклеотидных цепей спирально закрученных относительно друг друга
- ▶ В состав ДНК входят пятиуглеродный сахар дезоксирибоза, остаток фосфорной кислоты и 4 азотистых основания (А, Т, Г, Ц)
- ▶ Соотношение нуклеотидов в ДНК подчиняется правилу Чаргаффа:

$$A = T, G = C,$$

$$A + G = C + T$$

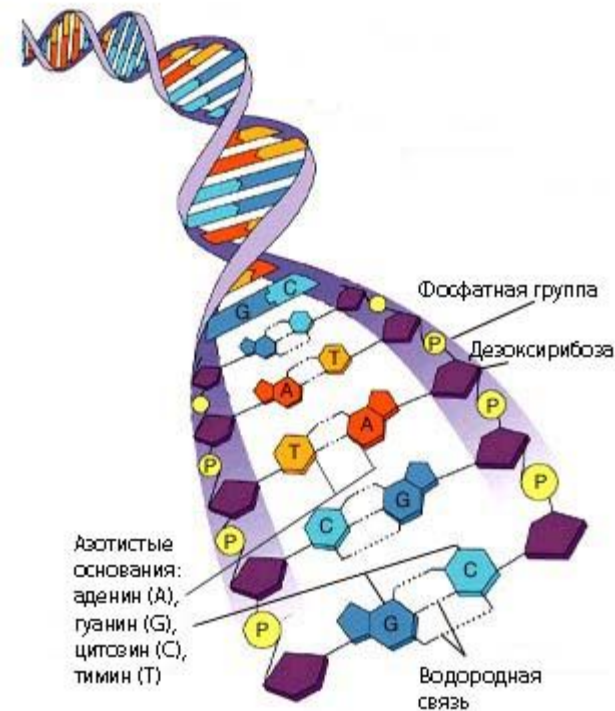
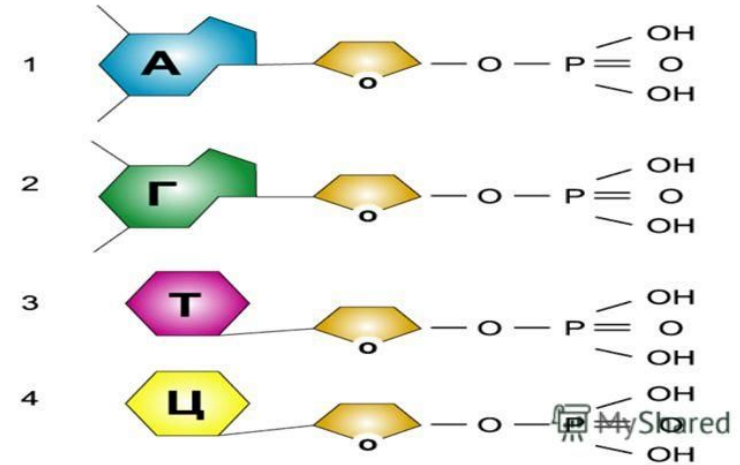
- ▶ Две цепи ДНК антипараллельны и закручены вправо (вторичная структура ДНК).
- ▶ Один виток ДНК – 10 пар нуклеотидов, длиной 3,4 нм.
- ▶ Азотистые основания находятся внутри спирали по принципу комплементарности (напротив А располагается Т, а на против Г располагается ц), между ними возникают водородные связи, удерживающие спираль ДНК.
- ▶ Между А и Т связи двойные
- ▶ Между Ц и Г тройные
- ▶ Разрушение структуры ДНК называется денатурация, ее восстановление ренатурация.
- ▶ ДНК может образовывать и третичную структуру образуя при этом компактные структуры – суперспираль.
- ▶ Функции ДНК: хранение и реализация наследственной информации о строении белков организма

## Азотистые основания:

- Аденин;
- Гуанин;
- Цитазин
- Тимин

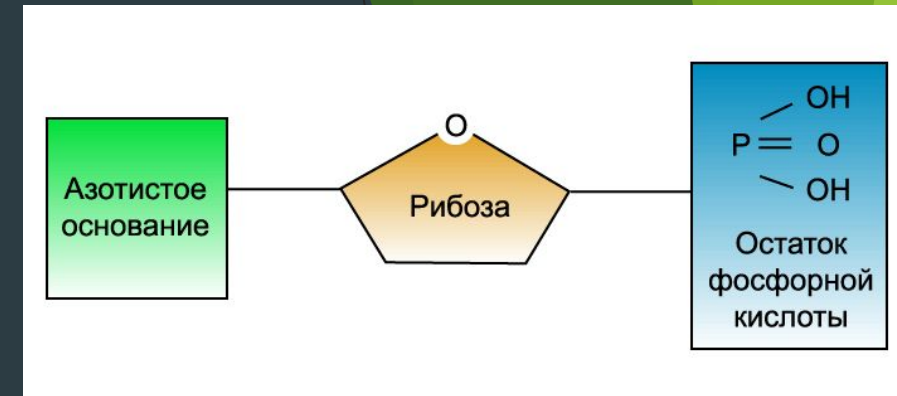
## Углерод: - Дезоксирибоза

## Остаток фосфорной кислоты (ФК)



# РНК

- ▶ Одноцепочечный нуклеотид.
- ▶ Состоит из сахара- рибозы, остатка фосфорной кислоты и одного из четырех оснований (А, У, Г, Ц)
- ▶ Различают три типа РНК: информационная РНК (иРНК), рибосомальная РНК (рРНК), транспортная РНК (тРНК)
- ▶ иРНК (5%) – строится по одной из цепей ДНК и передается на рибосомы является матрицей для синтеза белка
- ▶ рРНК (80%) – образует вместе с белками рибосомы – клеточные структуры служащие для синтеза белка.
- ▶ тРНК (15%) – транспортируют аминокислоты к месту синтеза белка

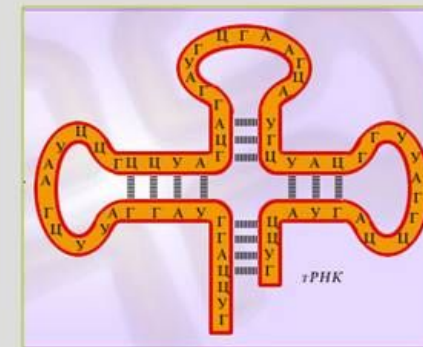


**и - РНК**

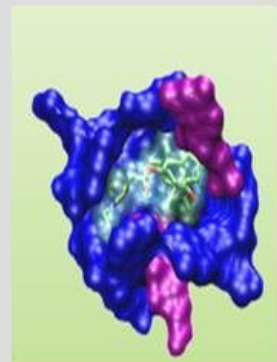


и - РНК считывает

**т - РНК**



**р - РНК**



# АТФ - аденозинтрифосфорная кислота

- ▶ Состоит из азотистого основания аденина, сахара - рибозы, и трех остатков фосфорной кислоты.
- ▶ При отрыве остатка фосфорной кислоты выделяется 40 кДж энергии. При этом АТФ превращается в АДФ.
- ▶ При отрыве еще одной фосфорной кислоты выделяется еще 40 кДж энергии и образуется АМФ.
- ▶ При присоединении к АДФ фосфорной кислоты вновь запасается энергия 40 кДж.
- ▶ АТФ обеспечивает энергией весь организм. Образуется в митохондриях клеток.

# Биологически активные вещества

- ▶ Витамины - вещества являющиеся основой для синтеза других веществ, оказывающие регуляторную функцию в организмах
- ▶ Гормоны - регулируют процессы жизнедеятельности животных и человека
- ▶ Фитогормоны - гормоны растений (гиббереллин - рост органов, ауксин - формирование корневой системы, цитокин - стимулирует деление клеток в семенах и плодах)
- ▶ Антибиотики - вещества способные разрушать клеточную стенку бактерий
- ▶ Феромоны - служат для привлечения особей противоположного пола
- ▶ Алкалоиды - вещества вырабатываемы растениями для защиты от поедания. Вызывают отравления, галлюцинации, смерть (никотин, морфин, атропин, кофеин, танины)