

# Нуклеиновые кислоты

# ХИМИЯ

- Научный руководитель:  
Лебединская Е.М.
- Подготовил: студент группы Т-1  
Панкратов Дмитрий



# ХИМИЯ.

## НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ

Нуклеиновые кислоты - природные высокомолекулярные соединения (биополимеры), макромолекулы которых состоят из моонуклеотидов.

- ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ
- ТИПЫ НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ
- ФРАГМЕНТ ПОЛИНУКЛЕОТИДА
- КОМПОНЕНТЫ МООНУКЛЕОТИДОВ
- ДНК
- РНК
- АТФ

Таким образом, нуклеиновые кислоты являются полинуклеотидами.

Нуклеиновые кислоты впервые были обнаружены в **1868г.** швейцарским химиком Ф.Мишером в клеточном ядре.

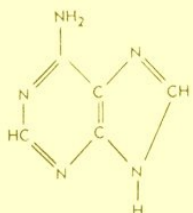
Относительная молекулярная масса нуклеиновых кислот варьируется от  **$10^4$**  до  **$10^{10}$** .

Продуктами полного гидролиза нуклеиновых кислот являются гетероциклические азотистые основания, углеводы (рибоза или дезоксирибоза) и фосфорная кислота, следовательно, остатки этих соединений являются структурными компонентами нуклеиновых кислот.

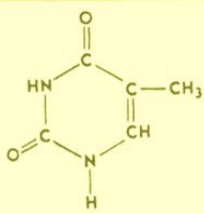
При полном гидролизе Н.К. получают два набора продуктов гидролиза.

**1.** Фосфорная кислота, дезоксирибоза, два пуриновых основания (аденин и гуанин) и два пиримидиновых основания (цитозин и тимин)

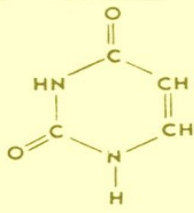
**2.** Фосфорная кислота, рибоза, два пуриновых основания (аденин и гуанин) и два пиримидиновых основания (цитозин и урацил).



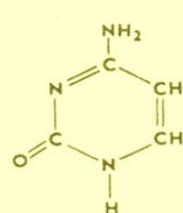
Аденин



Тимин



Урацил



Цитозин



– Возврат в меню



– Следующий слайд



– Предыдущий слайд

Выход



## ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ

В **1869** году , когда Ф. Мишер выделил из ядер клеток особое вещество, обладавшее кислыми свойствами и названное им нуклеином. Нуклеин содержал большое количество фосфора. В **1889** году Альтман ввёл термин – нуклеиновая кислота. Начиная с **1879** года А. Коссель стал проводить свои исследования по химии нуклеина. Он показал, что в его состав кроме фосфорной кислоты входят пурины и пиримидины (азотистые основания), а также углеводные компоненты. Было обнаружено четыре азотистых оснований: два пурина – аденин и гуанин и два пиримидина – тимин и цитозин.

В **1924** году Р. Фельген разработал методы цитологического распознавания ДНК и РНК. Оказалось, что фуксин избирательно связывается с ДНК. Ранее считалось, что ДНК свойственна только животным клеткам. Фельген обнаружил ДНК в ядрах клеток растений. Он цитологически показал, что ДНК локализуется в ядрах клеток, а РНК – в цитоплазме. В **1936** году А. Н. Белозёрским и Н. И. Дубровской ДНК в чистом виде была выделена из ядер растений. В **1934** году Т. Касперссон, используя специфику поглощения ДНК ультрафиолетового цвета, показал связь молекул ДНК с хромосомами.

Хаймарстен и Касперссон обнаружили, что молекулы ДНК обладают большим молекулярным весом, превышающим вес молекул белка. В это же время В. Стэнли, Ф. Боуден и Н. Пири, исследуя растительные вирусы, пришли к заключению, что все вирусы содержат нуклеиновую кислоту. В свете этого они считали возможным придать нуклеиновым кислотам значение генетического материала.

Эти открытия стимулировали глубокий интерес к молекулам ДНК и их генетической роли.





## ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ

В **1947** году Э. Чаргафф обнаружил, что разные виды организмов характеризуются разным количественным соотношением пуриновых и пиримидиновых оснований. Это указывало на принципиально новое и важное положение, гласившее, что генетическая специфичность может быть связана с составом нуклеотидов в молекуле ДНК.

Вторым важнейшим открытием Э. Чаргаффа было обнаружение, что соотношение азотистых оснований в молекуле ДНК не случайно. Оказалось, что в данной выборке ДНК количество тиминов равно количеству аденинов, а количество гуанинов равно количеству цитозинов

В **1953** году Дж. Уотсон и Ф. Крик, опираясь на данные Чаргаффа, на материал рентгеноструктурного анализа, на принципы теории гена в роль аналитических данных, создали модель макромолекулярной структуры ДНК. Согласно этой модели, молекула ДНК состоит из двух полинуклеотидных цепей, взаимно обвитых одна вокруг другой.

Таким образом, модель Уотсона-Крика открыла путь к исследованию важнейших генетических явлений.





# ТИПЫ НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ

Существует три типа нуклеиновых кислот: ДНК (дезоксирибонуклеиновые кислоты), РНК (рибонуклеиновые кислоты) и АТФ (аденозинтрифосфат). Подобно углеводам и белкам, это полимеры. Как и белки, нуклеиновые кислоты являются линейными полимерами. Однако их мономеры – нуклеотиды – являются сложными веществами, в отличие от достаточно простых сахаров и аминокислот.

	Дезоксирибонуклеиновые кислоты (ДНК)	Рибонуклеиновые кислоты (РНК)
Различия в строении	1. Содержат остатки дезоксирибозы	1. Содержат остатки рибозы
	2. Содержат остатки азотистых оснований А,Г,Ц,Т	2. Содержат остатки азотистых оснований А,Г,Ц,У
	3. Как правило представляют собой двухцепочечные молекулы	3. В большинстве случаев одноцепочечные молекулы
Роль в живых организмах	Хранит и передает генетическую информацию	Копируют генетическую информацию; переносят ее к месту синтеза белка; участвуют в процессе синтеза белка

Нуклеиновые кислоты, как и белки, обладают первичной структурой (т.е. определенной последовательностью нуклеотидных остатков в полинуклеотидной цепи) и трехмерной (пространственной) структурой.



## ФРАГМЕНТ ПОЛИНУКЛЕОТИДА





# КОМПОНЕНТЫ МОНОНУКЛЕОТИДОВ

## 1. Гетероциклические азотистые основания

- Пиримидиновые основания
- Пуриновые основания

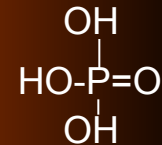
## 2. Углеводные компоненты

Углеводы, входящие в состав нуклеотидов, содержат 5 атомов углерода (пентозы). Это  $\beta$  - рибоза  $C^5H^{10}O^5$  и  $\beta$  - дезоксирибоза  $C^5H^{10}O^4$  в циклической форме.

## 3. Ортофосфорная кислота

Нуклеиновые кислоты являются многоосновными кислотами, потому что в их молекулах содержатся остатки ортофосфорной кислоты  $C_3PO_4$ .

Схема образования полинуклеотида:



- Нуклеозиды
- Нуклеотиды

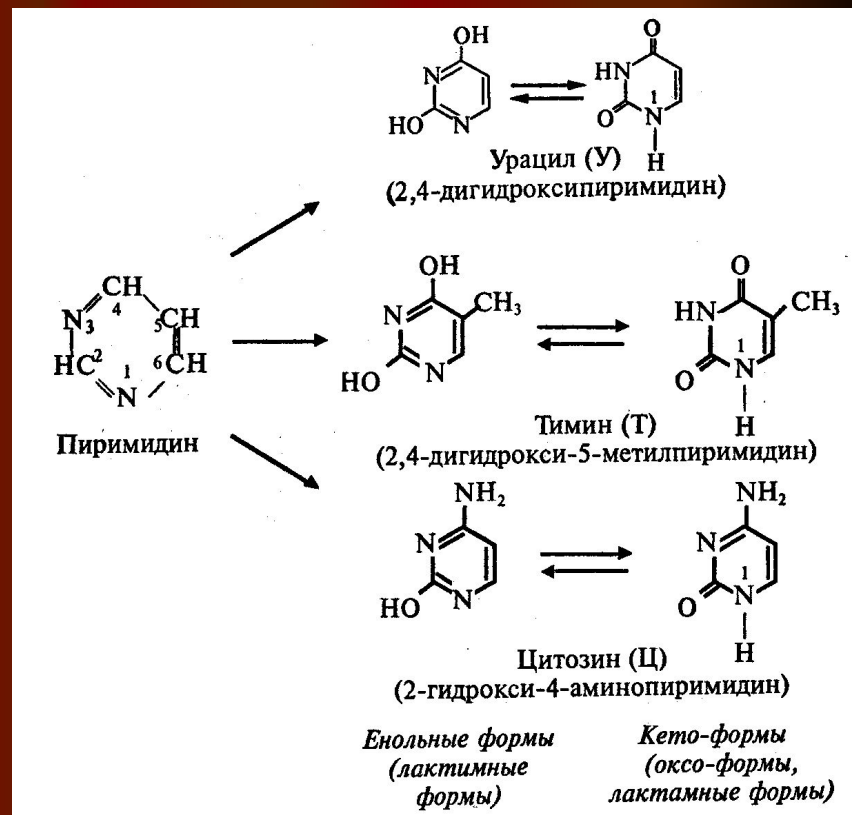




# ПИРИМИДИНОВЫЕ ОСНОВАНИЯ

**ПИРИМИДИНОВЫЕ ОСНОВАНИЯ** - производные пириимидина – шестичленного гетероцикла, содержащего 2 атома азота. Для пириимидиновых оснований, содержащих в молекулах OH – группы, характерна кето-енольная (лактамлактимная) таутомерия, связанная с миграцией протона между атомами азота и кислорода.

Енольные формы содержат гидроксильные группы – OH и двойные связи у одних и тех же атомов углерода в цикле пириимидина. Кето – формы содержат атомы кислорода, связанные двойной связью с атомами углерода в цикле пириимидина. В состав нуклеиновых кислот пириимидиновые основания входят в кето – формах.





# ПУРИНОВЫЕ ОСНОВАНИЯ

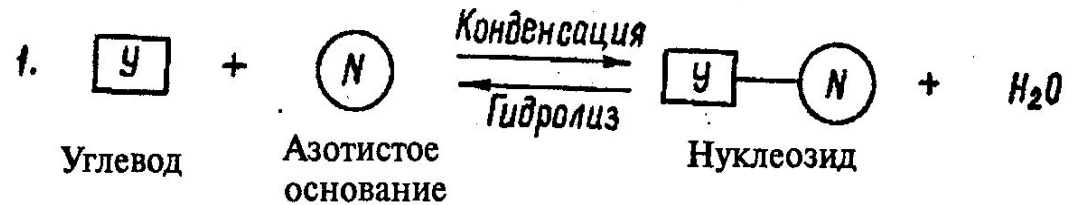
ПУРИНОВЫЕ ОСНОВАНИЯ-производные пурина, который представляет собой конденсированный гетероцикл, состоящий из цикла пиримидина и цикла имидазола.



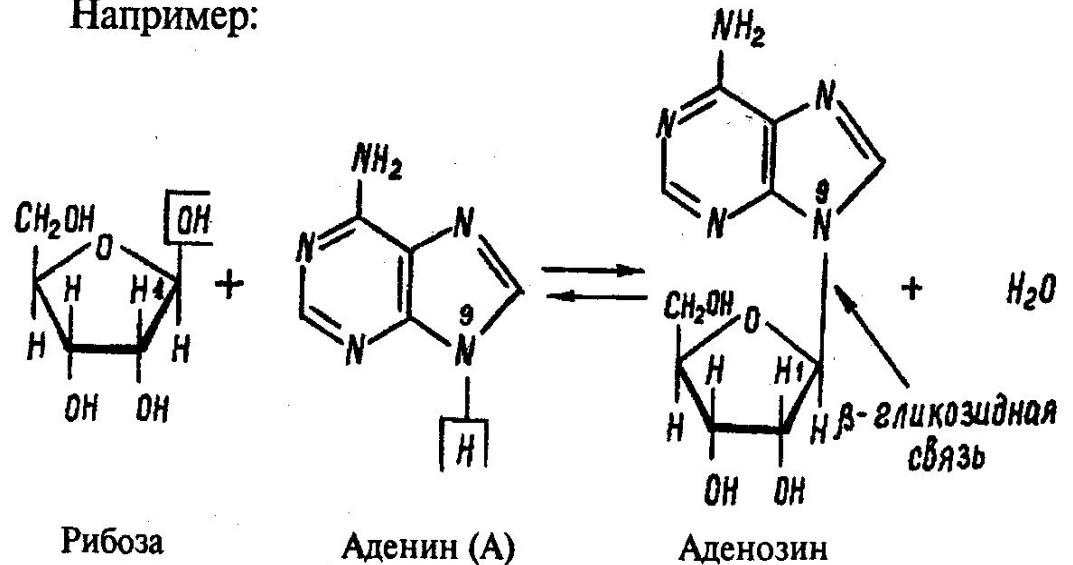


# НУКЛЕОЗИДЫ

НУКЛЕОЗИДЫ - это двухкомпонентные системы, состоящие из углеводных остатков и азотистых оснований, связанных  $\beta$ -гликозидной связью, которая образуется между атомами С (1) углевода и N (9) в пуриновых или N (1) в пиримидиновых азотистых основаниях.



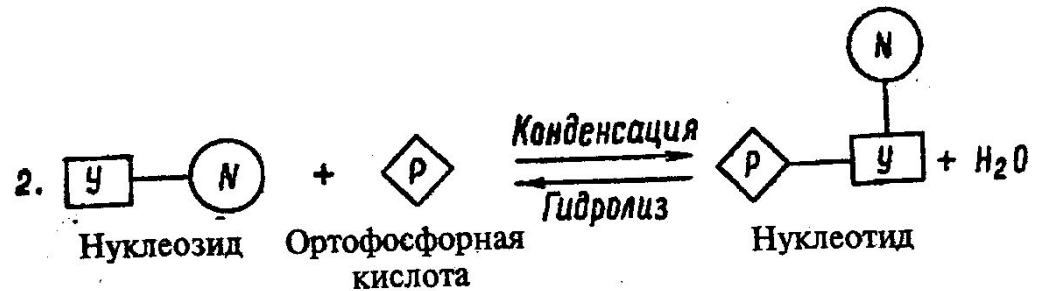
Например:



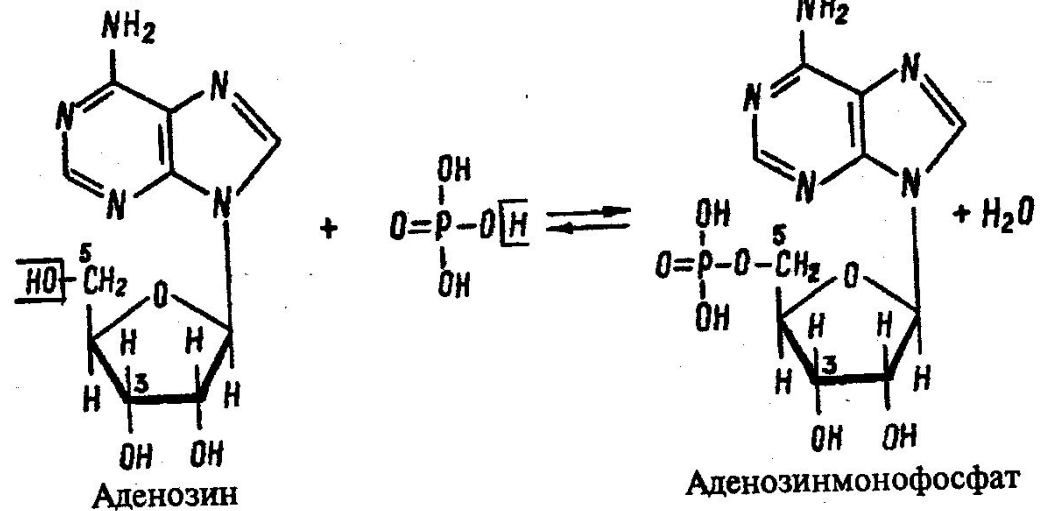


# НУКЛЕОТИДЫ

НУКЛЕОТИДЫ – это фосфаты нуклеозидов, т.е. сложные эфиры нуклеозидов и фосфорной кислоты.



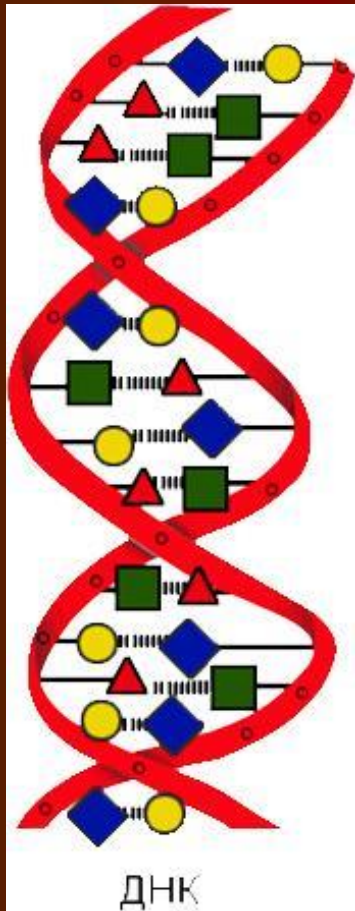
Например:





# ДНК

- СТРОЕНИЕ
- ФУНКЦИИ



Английские ученые Джеймс Уотсон и Френсис Крик в **1953** г. предложили пространственную модель молекулы ДНК.

Согласно этой модели, макромолекула ДНК представляет собой спираль, состоящую из двух полинуклеотидных цепей, закрученных вокруг общей оси.

Азотистые основания располагаются внутри спирали. На **1** виток спирали приходится, как правило, **10** нуклеотидов.

Цепи выстраиваются в противоположных направлениях и удерживаются вместе водородными связями, образующимися между пуриновыми и пиримидиновыми основаниями. Водородные связи образуются лишь между определенными основаниями: **A = T** (соединены двумя водородными связями); **G = Ц** (соединены тремя водородными связями). Такие пары оснований называются комплементарными парами.

Таким образом, вторичная структура ДНК — это двойная спираль, образующаяся за счет водородных связей между комплементарными парами гетероциклических оснований.

длина молекулы ДНК хромосомы человека достигает **8** см, но умещается в хромосоме длиной в несколько микрометров. Это объясняется тем, что двухцепочечная спираль ДНК в пространстве укладывается в еще более сложную кольцевую форму, или суперспираль.

Генетическая информация, необходимая для управления синтезом белков со строго определенной структурой, закодирована нуклеотидной последовательностью цепи ДНК.

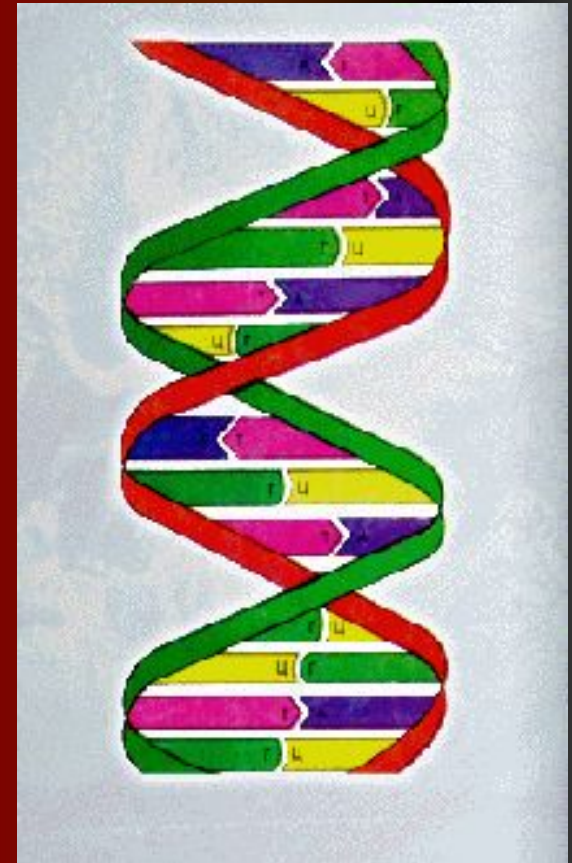
В ДНК содержится всего **4** основания (A, G, Ц, T), кодирующей единицей для каждой аминокислоты белка являются триплет (код из трех оснований), всего возможны вариантов **64** ( $4^3 = 64$ ). Это более чем достаточно для кодирования **20** различных аминокислот входящих в состав белков.



## ДНК-СТРОЕНИЕ

ДНК – дезоксирибонуклеиновая кислота – высокомолекулярный линейный полимер, состоящий из двух полинуклеотидных цепей. Мономерами ДНК являются нуклеотиды **4** типов: А, Т, Г и Ц; все они построены на основе сахара дезоксирибозы. Повторяться внутри ДНК нуклеотиды могут бесчисленное количество раз: **23** молекулы ДНК человека, например, содержат в себе более **3** млрд. пар нуклеотидов!

Каждая из цепей ДНК является линейным полимером, в котором нуклеотиды последовательно соединены друг с другом при помощи ковалентной фосфодиэфирной связи, которая образует между молекулой сахара, одного нуклеотида и фосфорной кислотой другого нуклеотида.



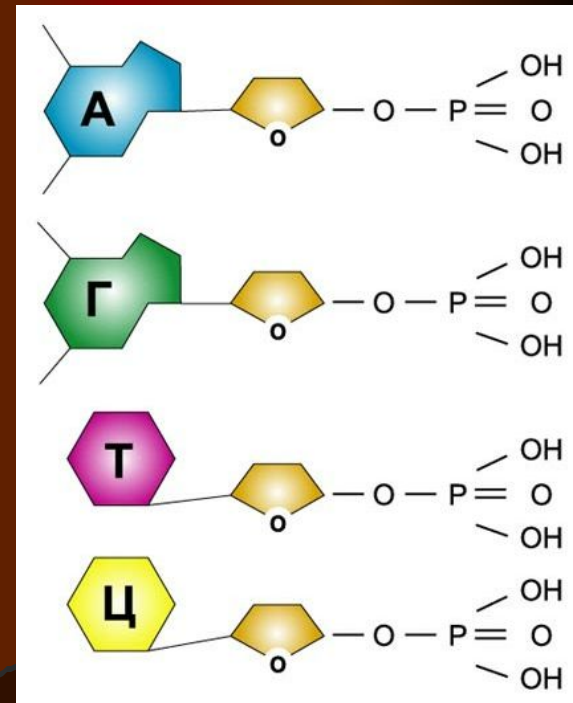


## ДНК-СТРОЕНИЕ

Образующаяся в результате цепочка имеет гигантскую длину – десятки и сотни миллионов нуклеотидов и вес  $10^{10}$  -  $10^{11}$ . Она столь велика, что молекулу ДНК видно в световой микроскоп в виде хромосомы.



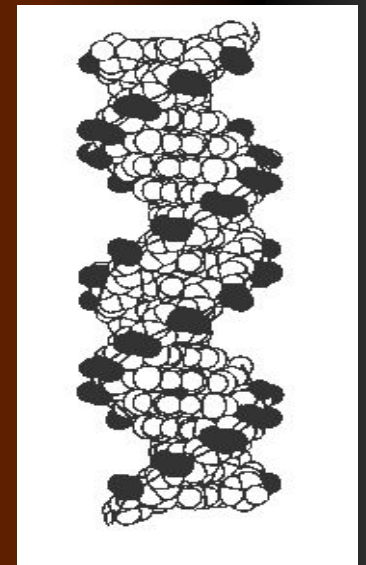
В отличие от остальных веществ клетки, ДНК представляет собой двухцепочную молекулу, в которой обе цепи прочно связаны друг с другом. Существование подобной структуры возможно благодаря особенностям строения нуклеотидов. Цепи ДНК ориентированы строго определённым образом: азотистые основания нуклеотидов обеих цепей обращены внутрь, а сахара и фосфаты – наружу; кроме того, цепи расположены очень близко друг к другу (около **1,8** нм).





## ДНК-СТРОЕНИЕ

В результате такого пространственного расположения между азотистыми основаниями двух нуклеотидов, расположенных друг напротив друга в обеих цепях, возникают нековалентные водородные связи. Это слабые связи, однако за счёт большого количества они прочно связывают обе цепи.



В **1949** году Э. Чаргафф опубликовал работы о закономерностях количественного содержания азотистых оснований в молекуле ДНК, позже они были названы правилами Чаргаффа. Одно из них гласит, что количество аденинов А равно количеству тимина Т, а количество гуанинов Г – цитозина Ц, то есть  $A=T$ ,  $G=C$ . Основанием этого правила является следующий факт. Структура азотистых оснований такова, что из всех возможных взаимодействий их друг с другом энергетически и пространственно осуществляется одно-единственное, то есть определённое азотистое основание может взаимодействовать с одним единственным типом азотистых оснований.

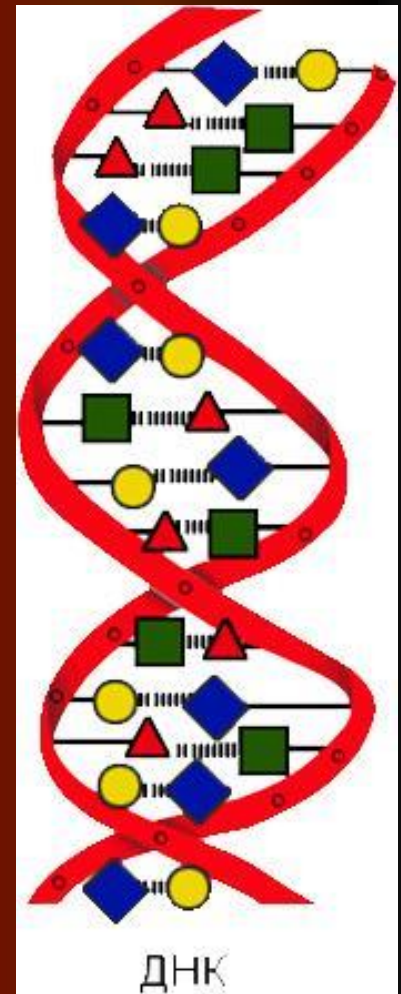




## ДНК-СТРОЕНИЕ

Оказалось, что А может взаимодействовать только с Т, но не с А, Г или Ц. Т взаимодействует только с А, Г – только с Ц, а Ц – только с Г. Такое избирательное взаимодействие нуклеотидов друг с другом называют принципом комплементарности, а сами нуклеотиды – комплементарными. Говорят, что А комплементарен Т, а Г комплементарен Ц. Принцип комплементарности имеет огромное значения для строения и функционирования нуклеиновых кислот.

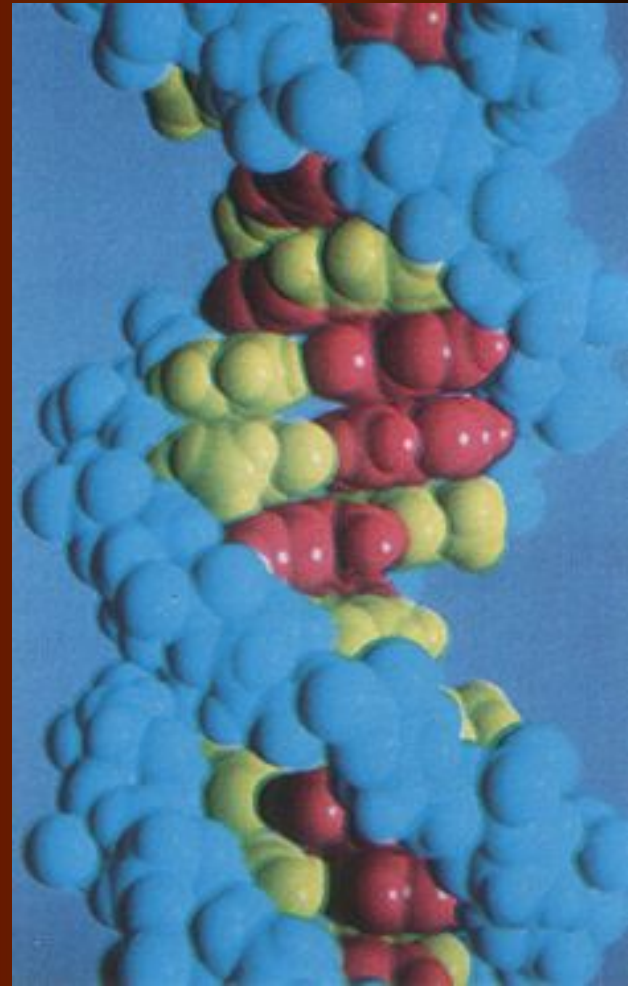
Поскольку нуклеотиды взаимодействуют друг с другом по принципу комплементарности, то существует строгая закономерность расположения обоих нуклеотидов в обеих цепях. Напротив А одной цепи находится Т в другой, а напротив Г стоит Ц, и наоборот. Поэтому, зная последовательность нуклеотидов одной цепи всегда можно точно знать нуклеотидную последовательность второй цепи.





## ДНК.ФУНКЦИИ

Функцией ДНК является хранение, передача и воспроизведение в ряду поколений генетической информации. В организме ДНК, являясь основой уникальности индивидуальной формы, определяет, какие белки и в каких количествах необходимо синтезировать.



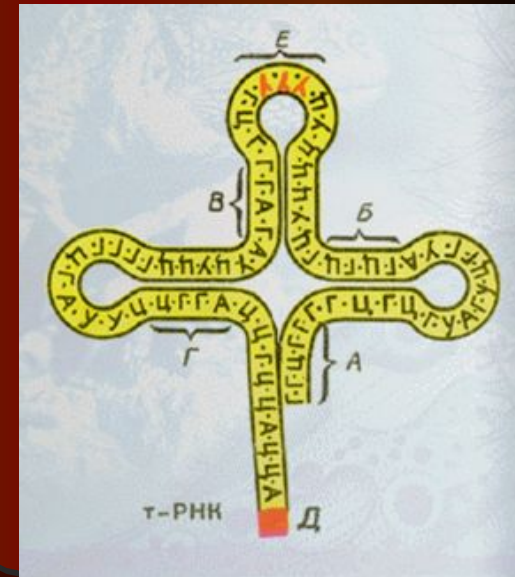


## РНК. СТРОЕНИЕ

Макромолекула РНК, как правило, представляет собой одну полинуклеотидную цепь, принимающую различные пространственные формы, в том числе и спиралеобразные.



Строение молекул РНК во многом сходно со строением молекул ДНК. Тем не менее имеется ряд существенных отличий. В состав нуклеотидов РНК вместо дезоксирибозы входит сахар рибоза. Основание тимин замещено на урацил. Главное отличие от ДНК состоит в том, что РНК имеет лишь одну цепь. Из-за этого химически РНК менее стабильна, чем ДНК: в водных растворах РНК быстрее подвергается расщеплению. Поэтому РНК менее подходит для долговременного хранения информации.

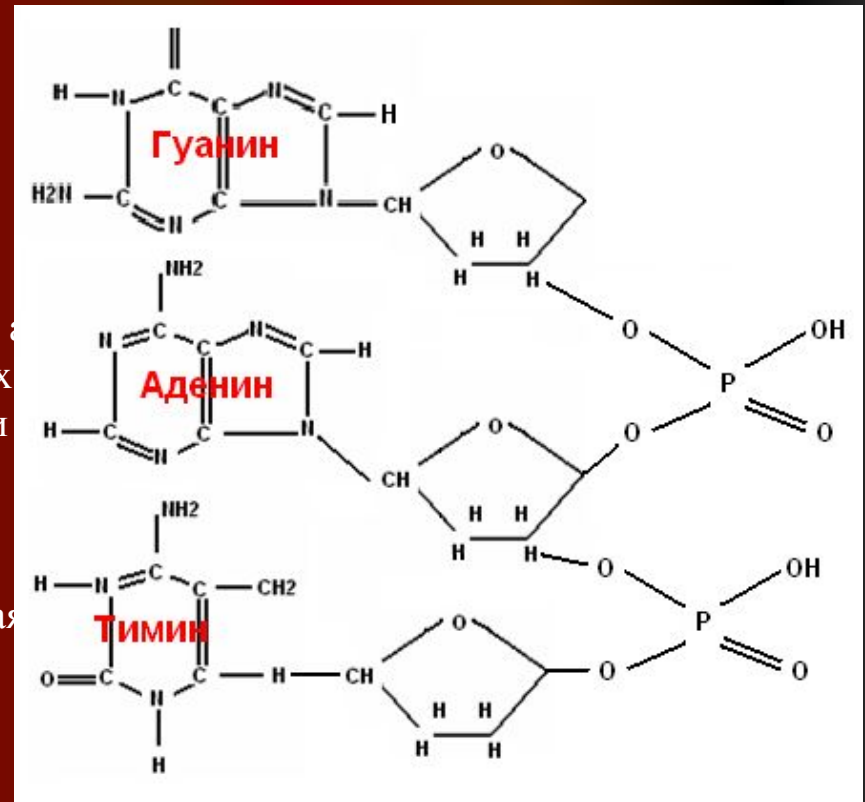




## РНК. СТРОЕНИЕ

Однако её нуклеотиды также способны образовывать водородные связи между собой (например, в молекулах тРНК), но это внутри-, а не межцепочечное соединение комплементарных нуклеотидов. Устойчивых комплексов с другими молекулами РНК или ДНК в норме РНК не образует. Цепи РНК значительно короче цепей ДНК. У небольшой группы вирусов носителем генетической информации является двухцепоччатая РНК, которая заменяет ДНК остальных живых организмов. Это единственный пример стабильного РНК-РНК комплекса.

РНК обнаружено также в цитоплазме.



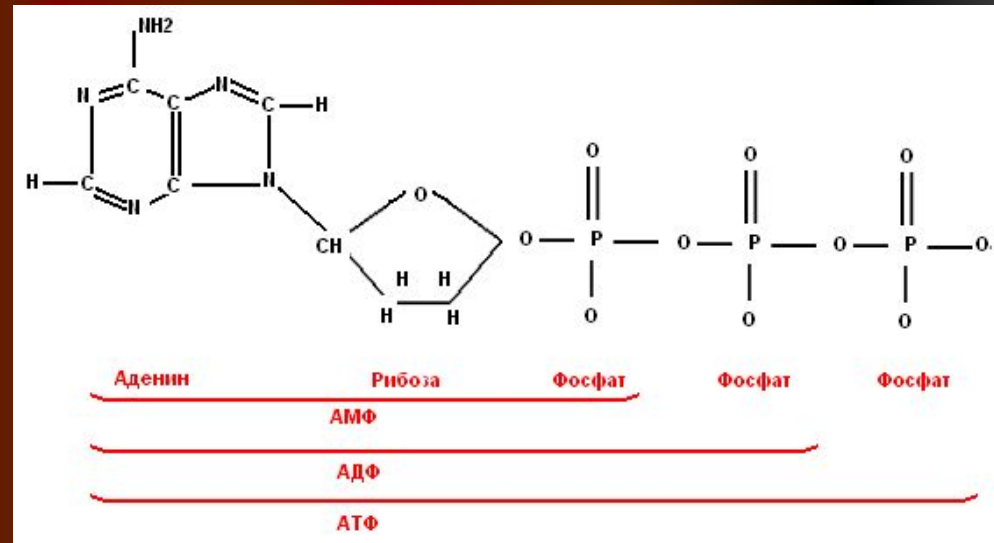


## АТФ

Роль нуклеотидов в организмах не ограничивается тем, что они являются мономерам нуклеиновых кислот.

Например, молекула аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ) содержит остатки аденина, рибозы и фосфорной кислоты, т. е. по своему составу также является нуклеотидом.

Существенное отличие АТФ от нуклеотида нуклеиновых кислот состоит в том, что вместо одного остатка фосфорной кислоты в АТФ содержится три таких остатка:



Главной функцией АТФ является хранение, перенос и выделение энергии, необходимой для протекания любых реакций.

Все процессы в клетке, которые обеспечивают её энергией, в конечном счёте приводят к образованию АТФ из АДФ и фосфата (или из АМФ и двух фосфатов).





## АТФ

При окислении белков, углеводов и жиров, поступающих в организм с пищей, выделяется энергия, которая аккумулируется в АТФ, т. е. накапливается в процессе превращения аденозинмонофосфорной кислоты (АМФ) и аденозиндифосфорной кислоты (АДФ) в АТФ: За счет обратной реакции (гидролиза АТФ)



запасенная в макроэргических связях энергия выделяется и используется живыми организмами на энергетические процессы: сокращение мышц, биосинтез белка, поддержание температуры тела у теплокровных животных и т. д. Таким образом, АТФ играет центральную роль в энергетическом обмене клетки.

АТФ – достаточно стабильное соединение, он способен перемещаться по всей клетке, «храня в себе» запас энергии. В том месте, где она необходима, АТФ расщепляется и выделяет «порцию» энергии. Образуется АТФ преимущественно в митохондриях. АТФ является универсальным переносчиком энергии. Все живые организмы Земли используют его. Существуют и другие макроэргические связи и другие макроэрги, но только АТФ является «всеобщей энергетической валютой», которую «признают» все химические процессы.

