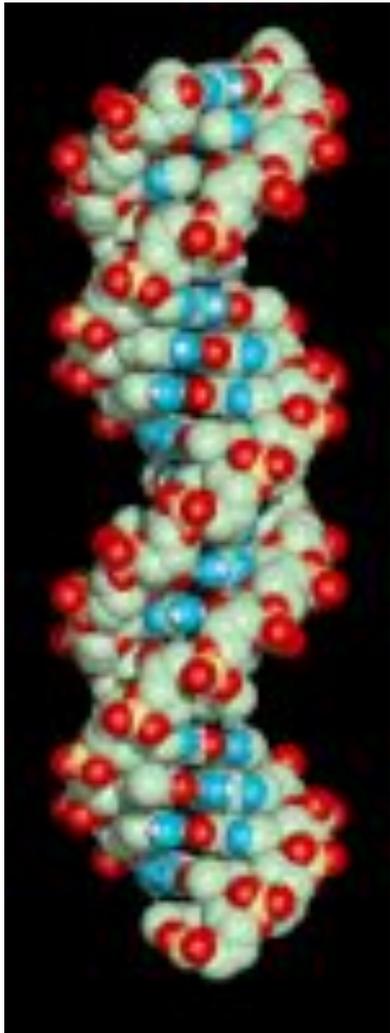


# Нуклеиновые кислоты (НК): ДНК и РНК



## Компоненты НК

- азотистые основания
- нуклеозиды
- нуклеотиды
- первичная структура
- вторичная структура

Нуклеиновые кислоты - важнейшие биополимеры, осуществляющие хранение и передачу генетической информации в живой клетке

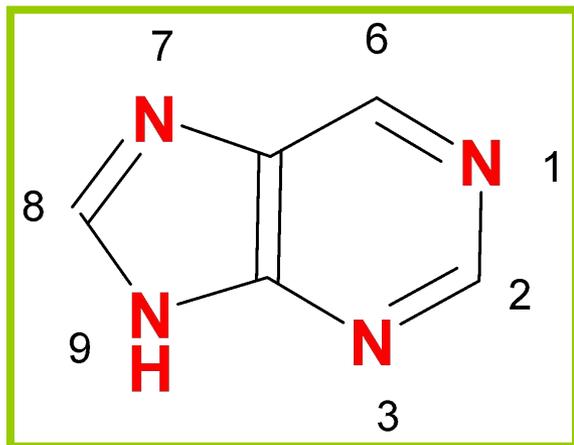
# Компоненты НК

- азотистые основания
- углеводы - рибоза или дезоксирибоза
- фосфорная кислота

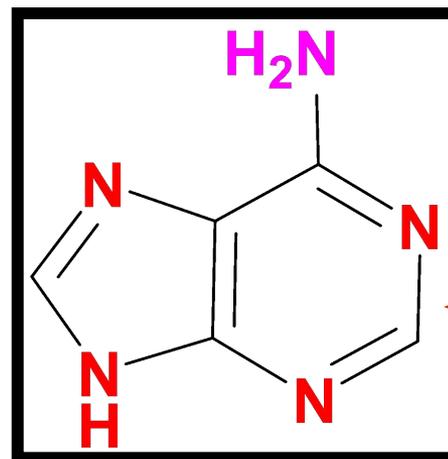
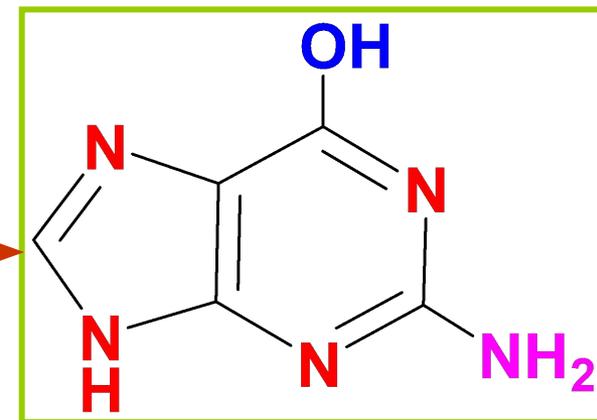
# Азотистые основания НК

## Пуриновые основания

### пурин

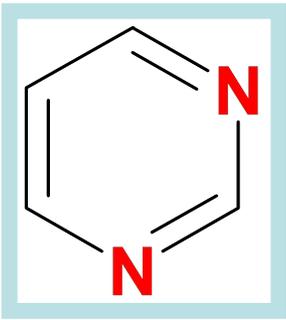


Гуанин (G)  
(ДНК, РНК)



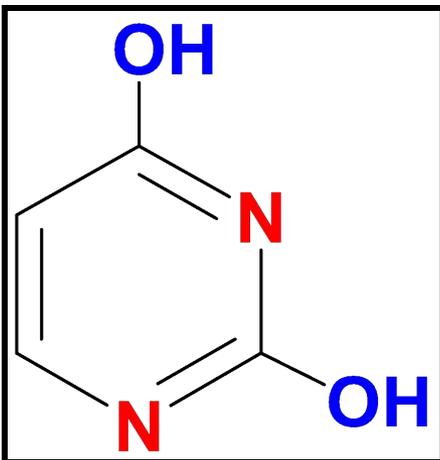
Аденин (A)  
(ДНК, РНК)

# Пиримидиновые основания

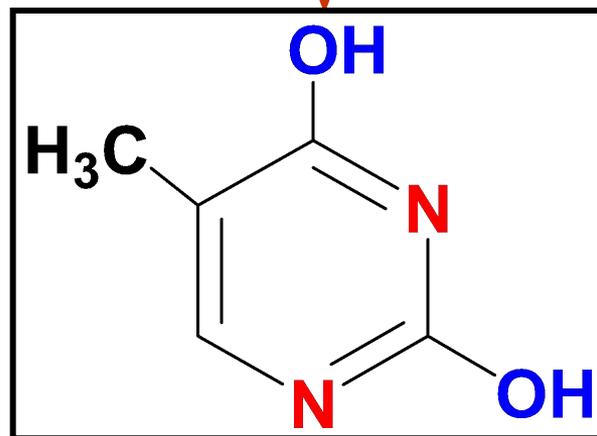


**пиримидин**

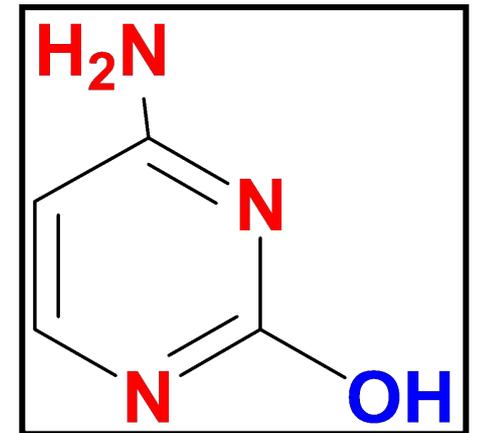
Урацил (U)  
(РНК)



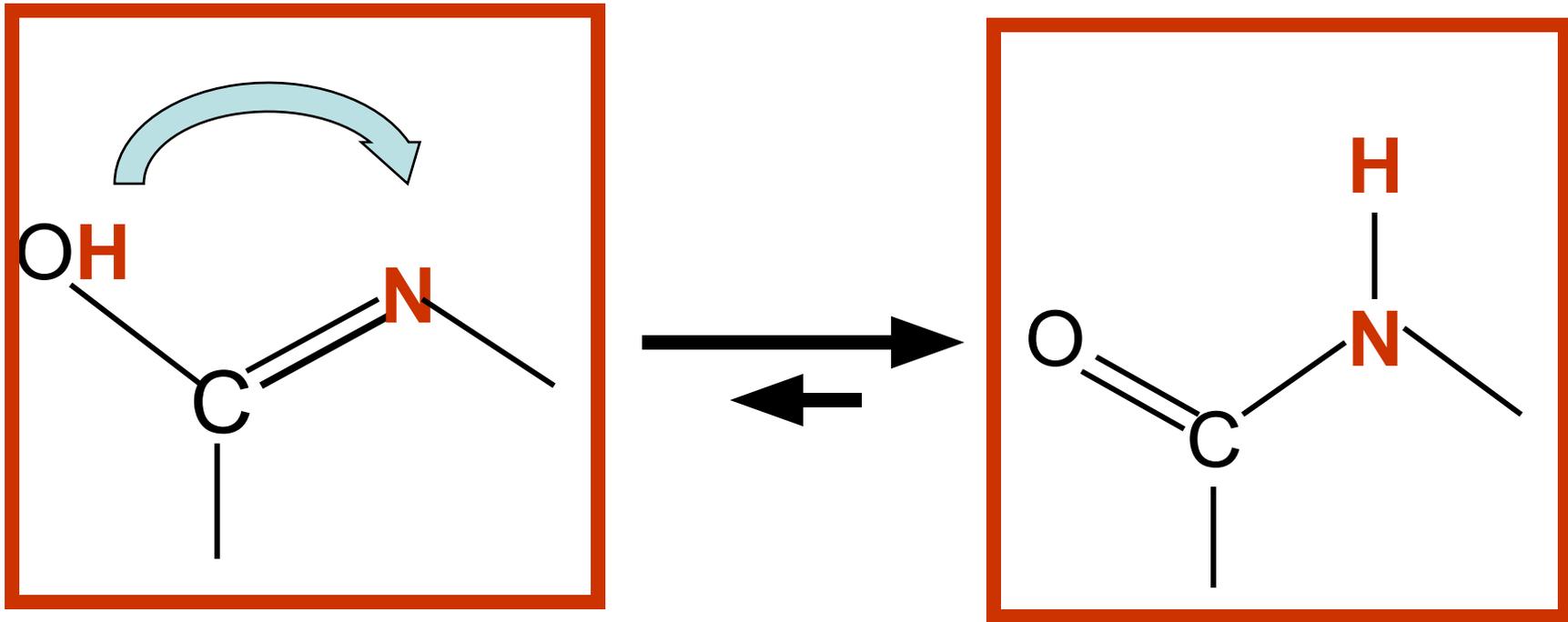
Тимин (Т)  
(ДНК)



Цитозин (С)  
(ДНК, РНК)

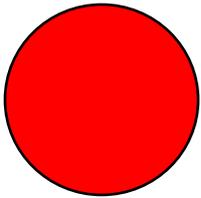


# Таутомерия азотистых оснований



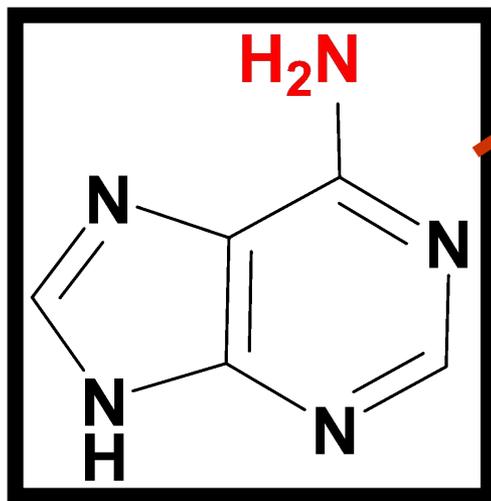
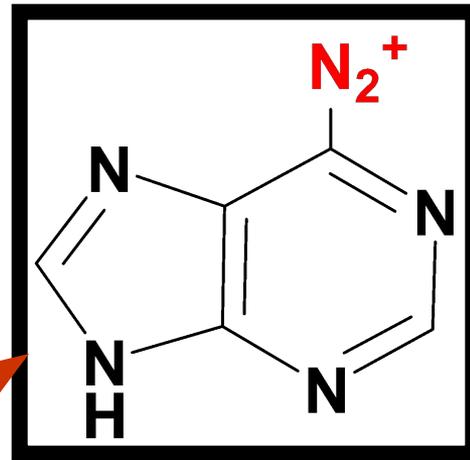
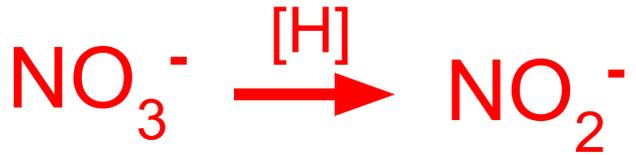
Лактим- лактамная таутомерия

!!



Химические превращения азотистых оснований могут быть причинами мутаций

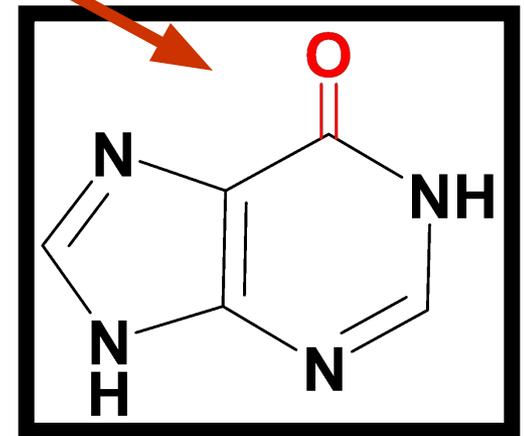
# Дезаминирование



Аденин (А)

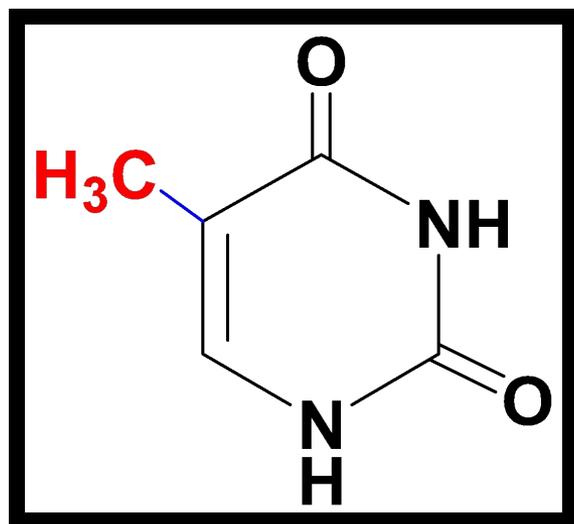
$\text{HNO}_2$

$\text{H}_2\text{O}$

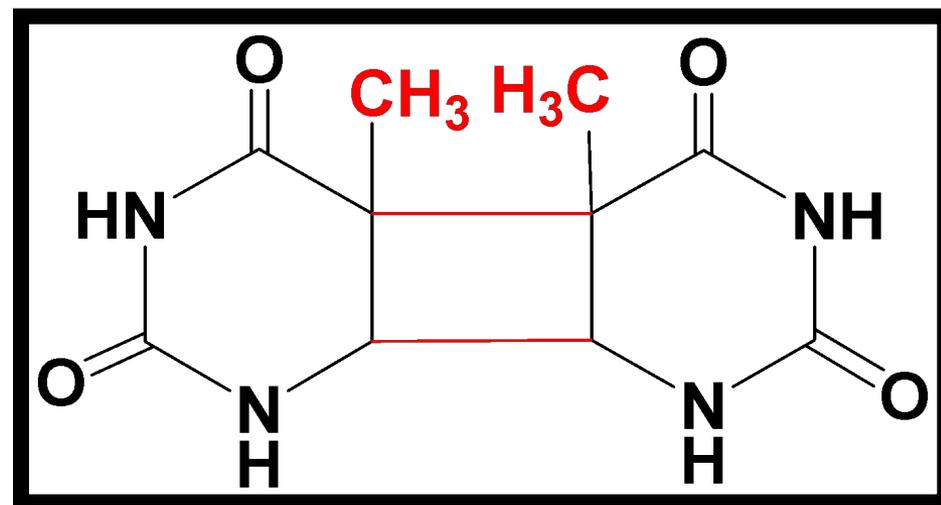
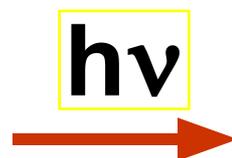


Гипоксантин (Нх)

# Образование димеров под действием радиации



ТИМИН



Тиминовый димер

# ДНК и РНК отличаются набором азотистых оснований

## ДНК

- **Тимин Т**
- Цитозин С
- Аденин А
- Гуанин G

## РНК

- **Урацил U**
- Цитозин С
- Аденин А
- Гуанин G

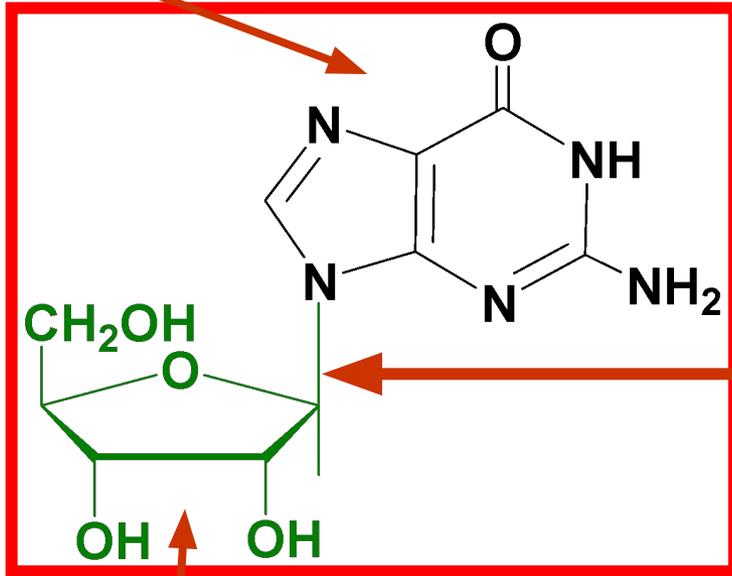
## Нуклеозиды - N-гликозиды

азотистых оснований и рибозы (в РНК)

или дезоксирибозы (в ДНК)

# Рибонуклеозиды

G



Гликозидная связь

Гуанозин - G

$\beta$ -D-рибофураноза

# Номенклатура нуклеозидов

Пиримидиновые нуклеозиды  
имеют окончание - ***идин***

Цитозин + рибоза → Цит**идин** (С)

Цитозин + дезоксирибоза →  
→ Дезоксицит**идин** (dС)

# Номенклатура нуклеозидов

Пуриновые нуклеозиды  
имеют окончание - **ОЗИН**

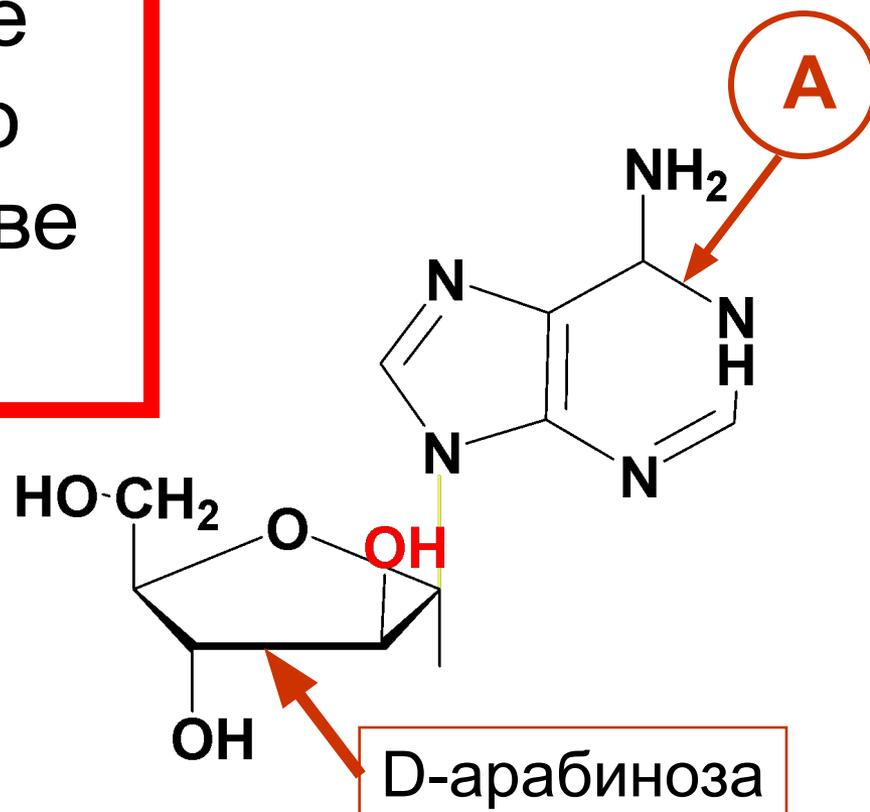
Аденин + рибоза → Аденозин (А)

Гуанин + дезоксирибоза →  
→ Дезоксигуанозин (dG)

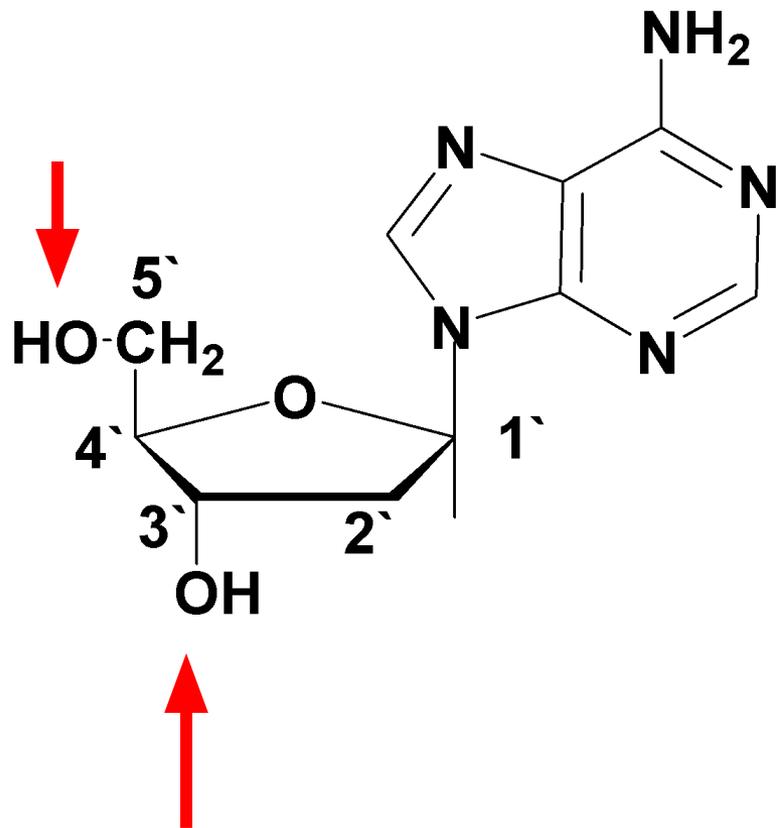
# Нуклеозиды антибиотики

Некоторые микроорганизмы выделяют необычные нуклеозиды, успешно применяемые в качестве антибиотиков

Арабинозиладенин

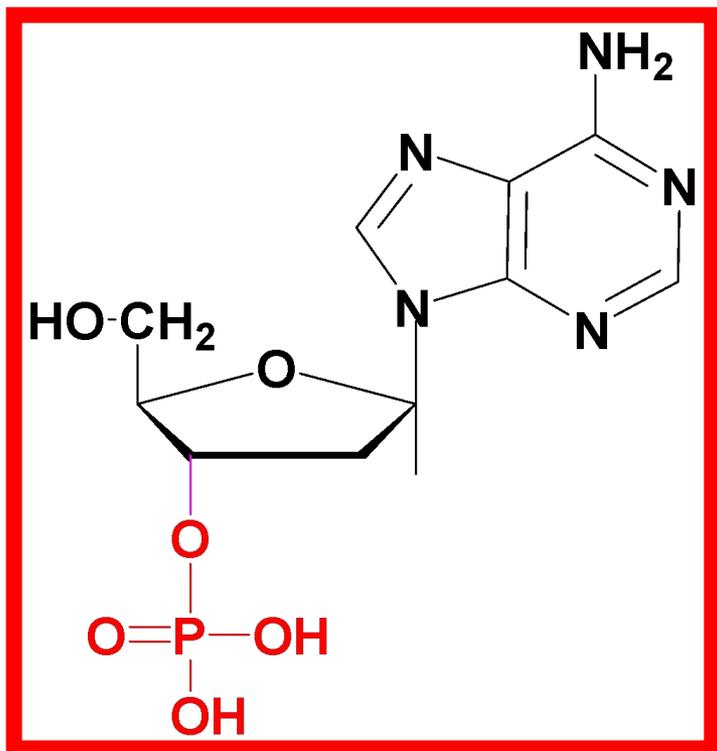


# Дезоксинуклеотиды - сложные эфиры дезоксинуклеозидов и фосфорной кислоты



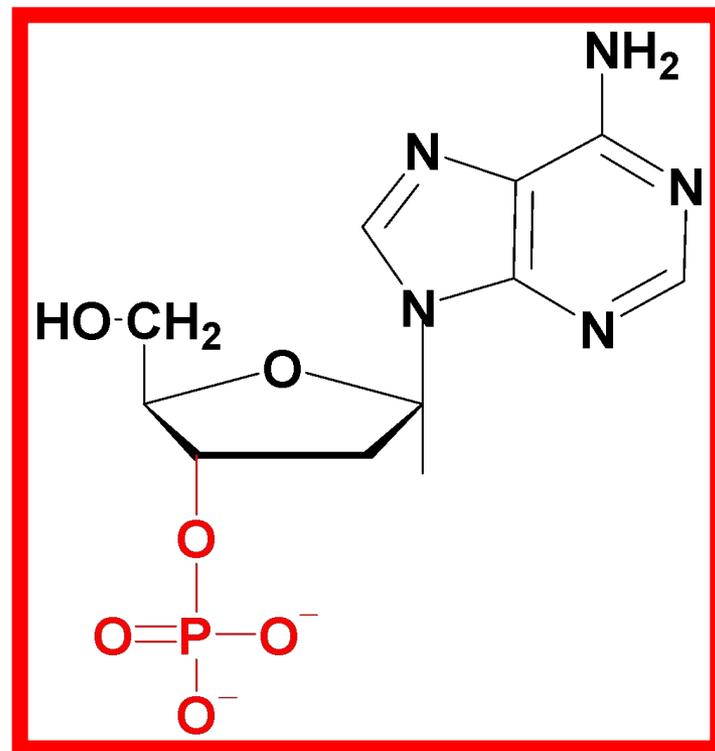
Этерификация дезоксирибонуклеозидов может осуществляться только по 3' или 5' положениям дезоксирибозы

# Дезоксирибонуклеотиды



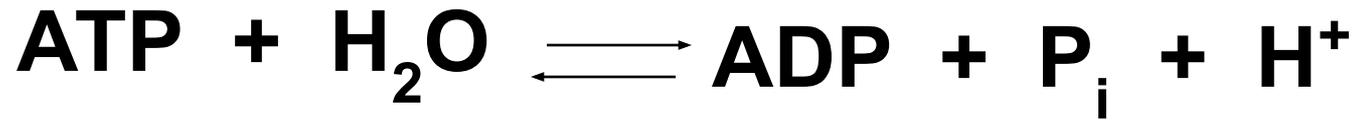
3`-Дезоксиадениловая  
кислота

dAMP-3`



Дезоксиаденозин-  
-3`-фосфат

АТФ - энергетическая валюта организма

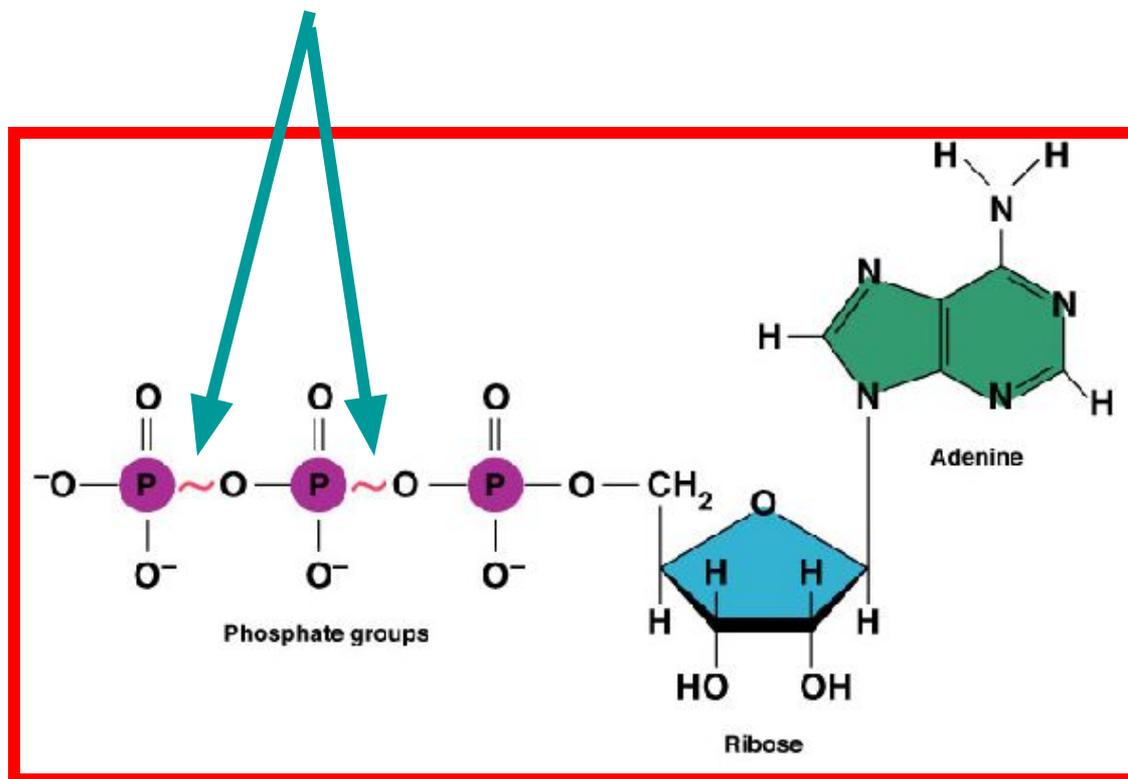


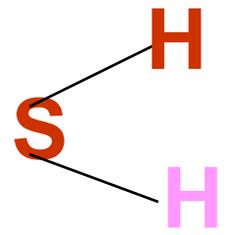
$$\Delta G^0 = -7,3 \text{ ккал/моль}$$



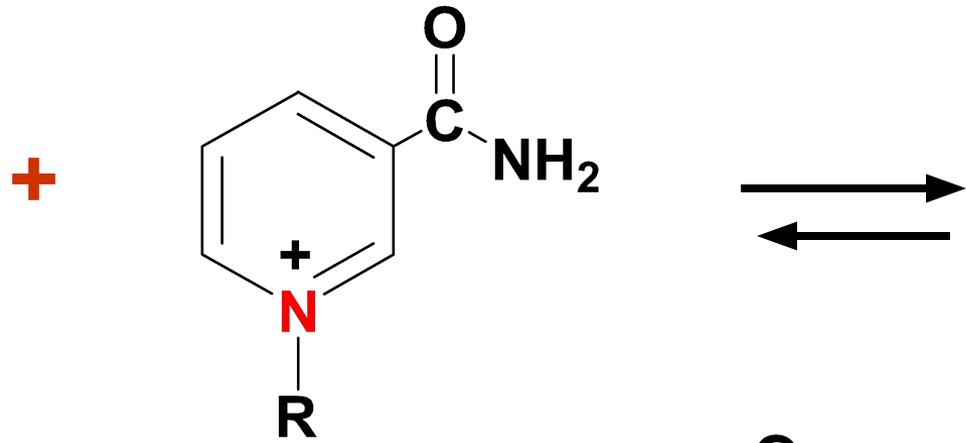
$$\Delta G^0 = -7,3 \text{ ккал/моль}$$

# Обозначение макроэргических связей

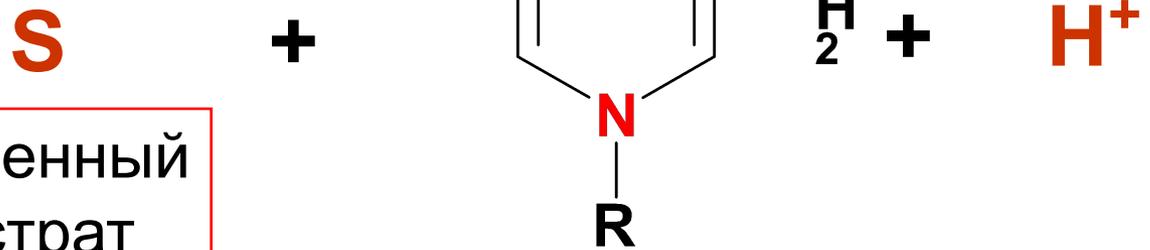




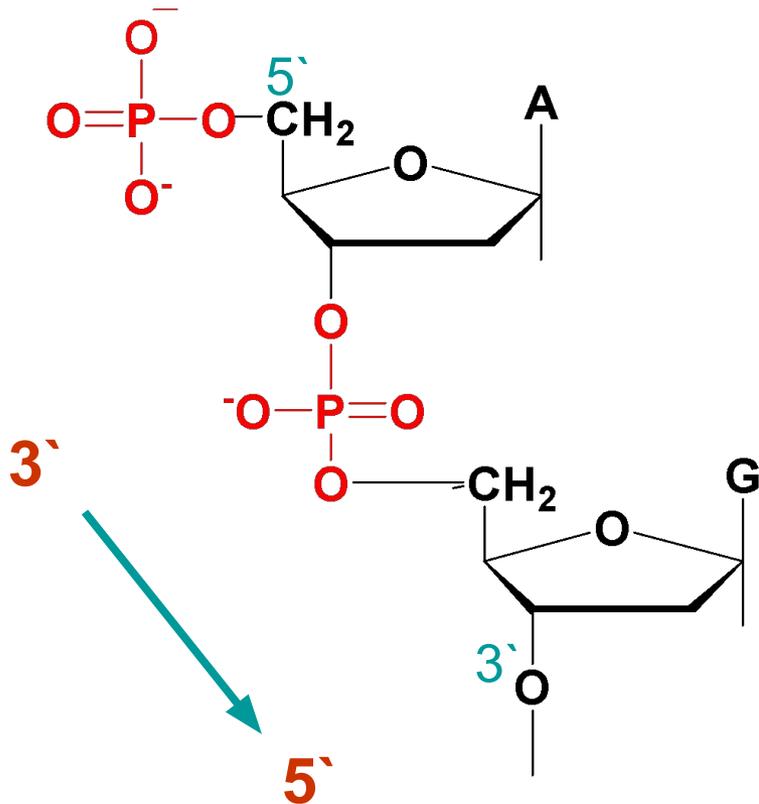
Восстановленный субстрат



Окисленный субстрат



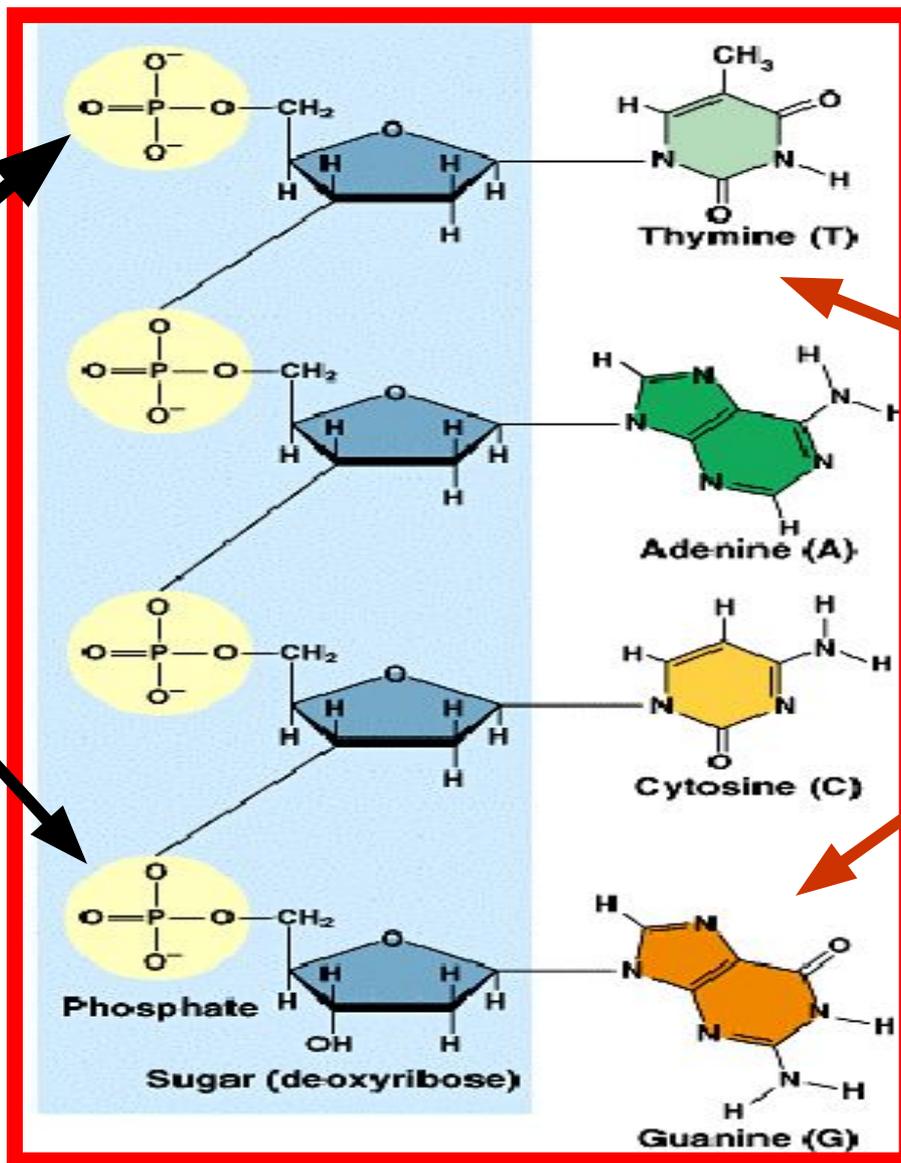
# Первичная структура НК



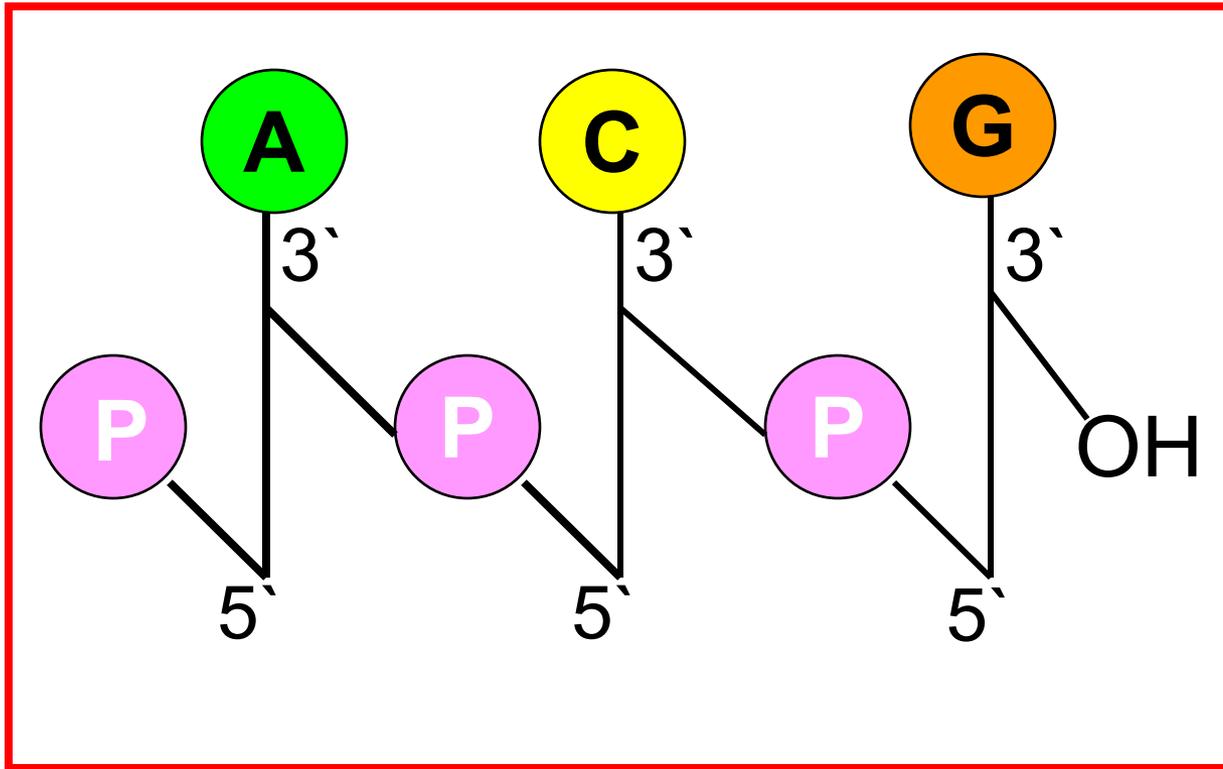
НК - это полимерная цепь,  
состоящая из нуклеотидов,  
соединенных  
3`-5`-фосфодиэфирными  
связями

Фрагмент цепи ДНК

const



Вариабельная часть



p A p C p G или 5`-pA-C-G (для РНК)

p dA p dC p dG или 5`-pdA-dC-dG (ДНК)

# Вторичная структура НК

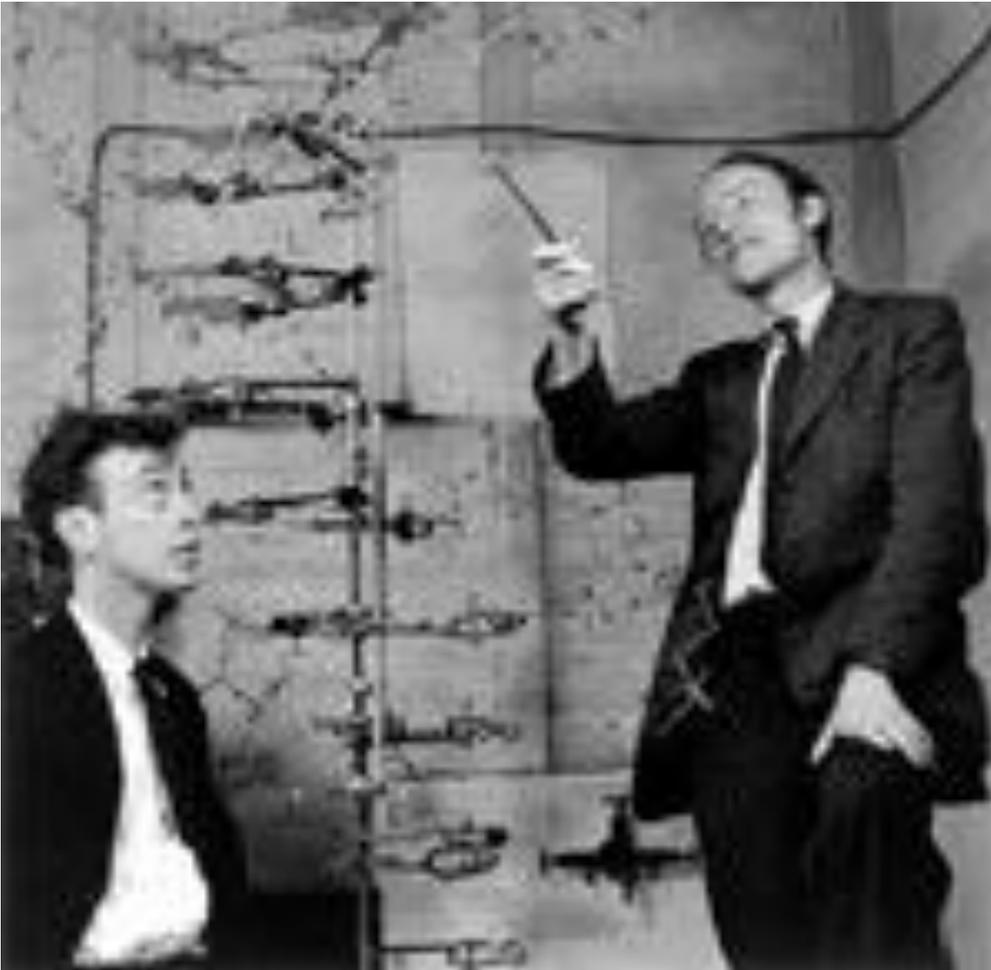
**ДНК**

Правила Чаргаффа:

- $A + G = T + C$
- $A = T; G = C$
- $A + C = G + T$

Состав РНК не соответствует правилам Чаргаффа

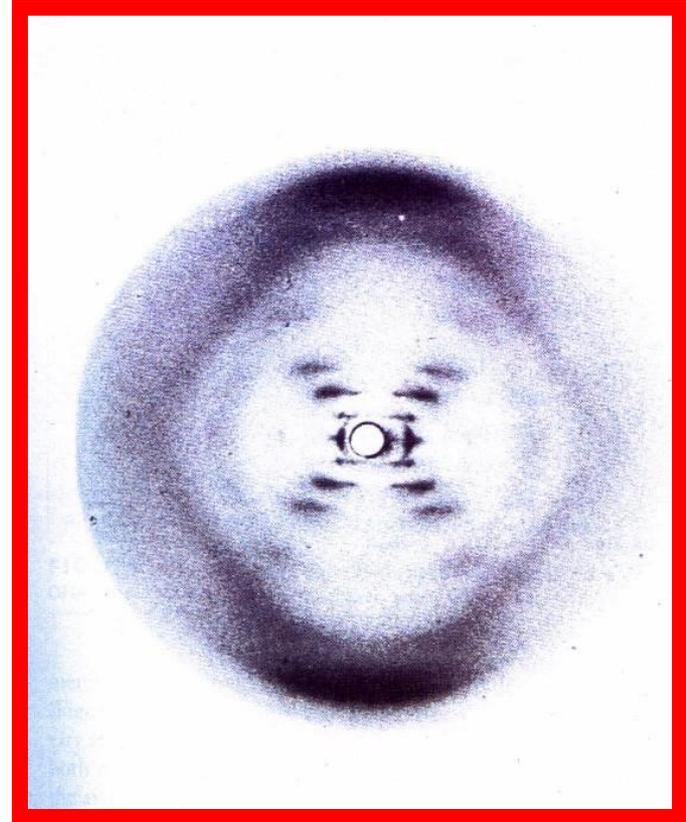
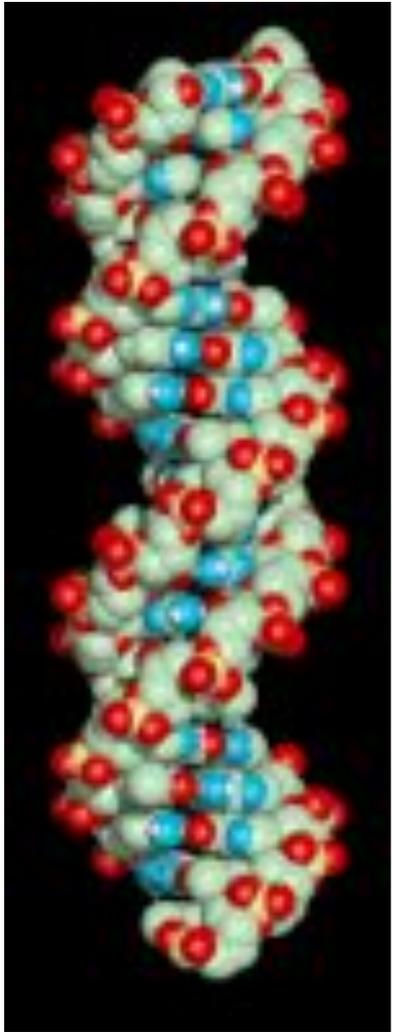
В 1953 г Д.Уотсон и Ф. Крик установили  
трехмерную структуру ДНК



В 1962 г им была  
присвоена  
Нобелевская  
премия

Двойная спираль,  
М.,МИР, 1969 г

*Модель двухспиральной  
молекулы ДНК*



Фотография дифракции  
рентгеновских лучей на нити ДНК (Р.Франклин)

**ДНК - это двойная спираль (дуплекс)**

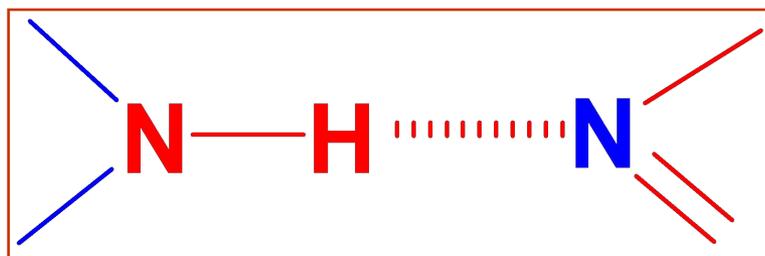
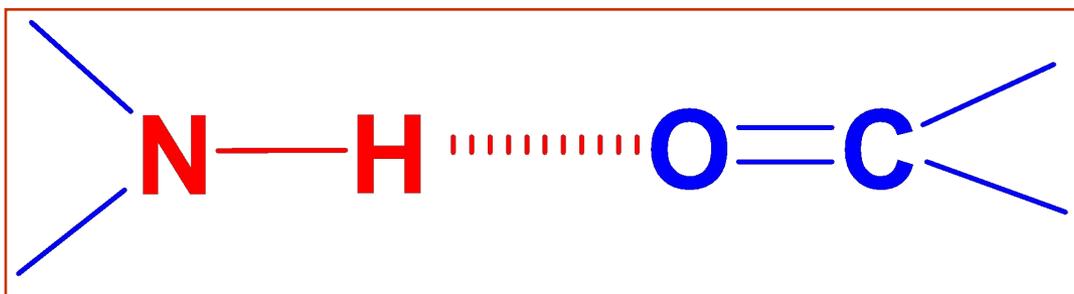
Важнейшее свойство двойной спирали ДНК -  
специфичность спаривания оснований -  
**- к о м п л е м е н т а р н о с т ь** оснований:

**Аденин - Тимин**  
**Гуанин - Цитозин**

*Пуриновые  
основания*

*Пиримидиновые  
основания*

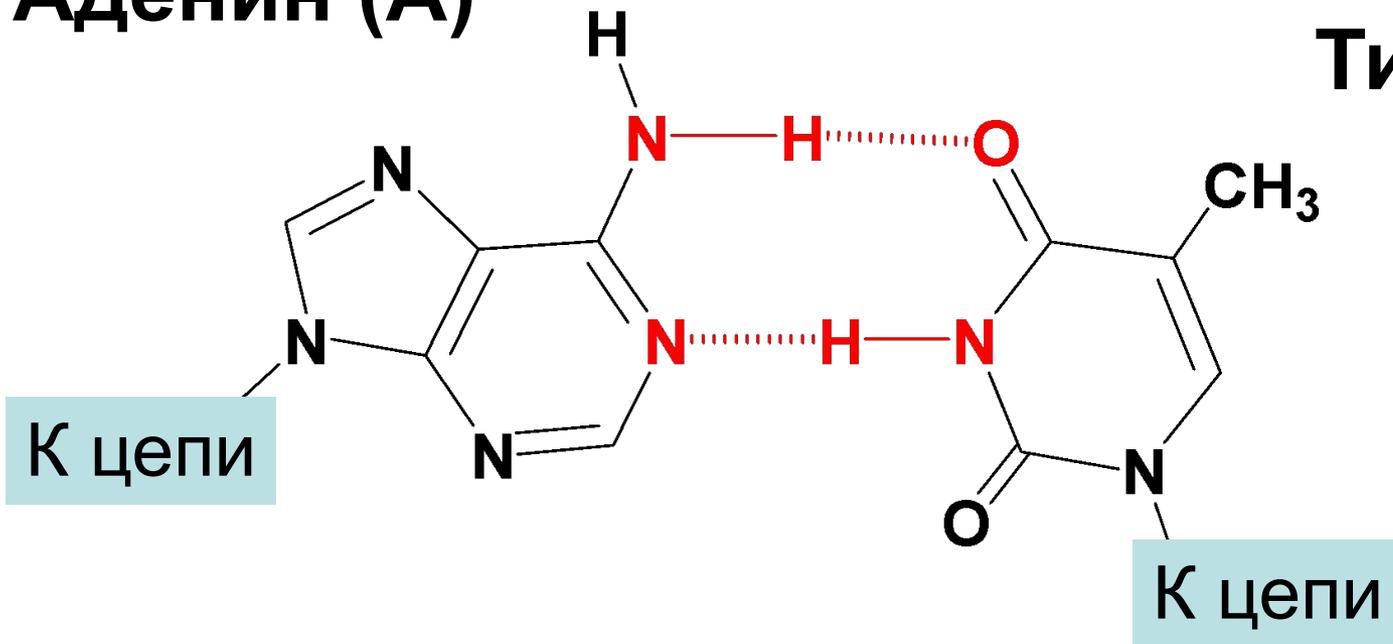
# Центры возникновения водородных связей



Комплементарная пара: **A = T**

**Аденин (A)**

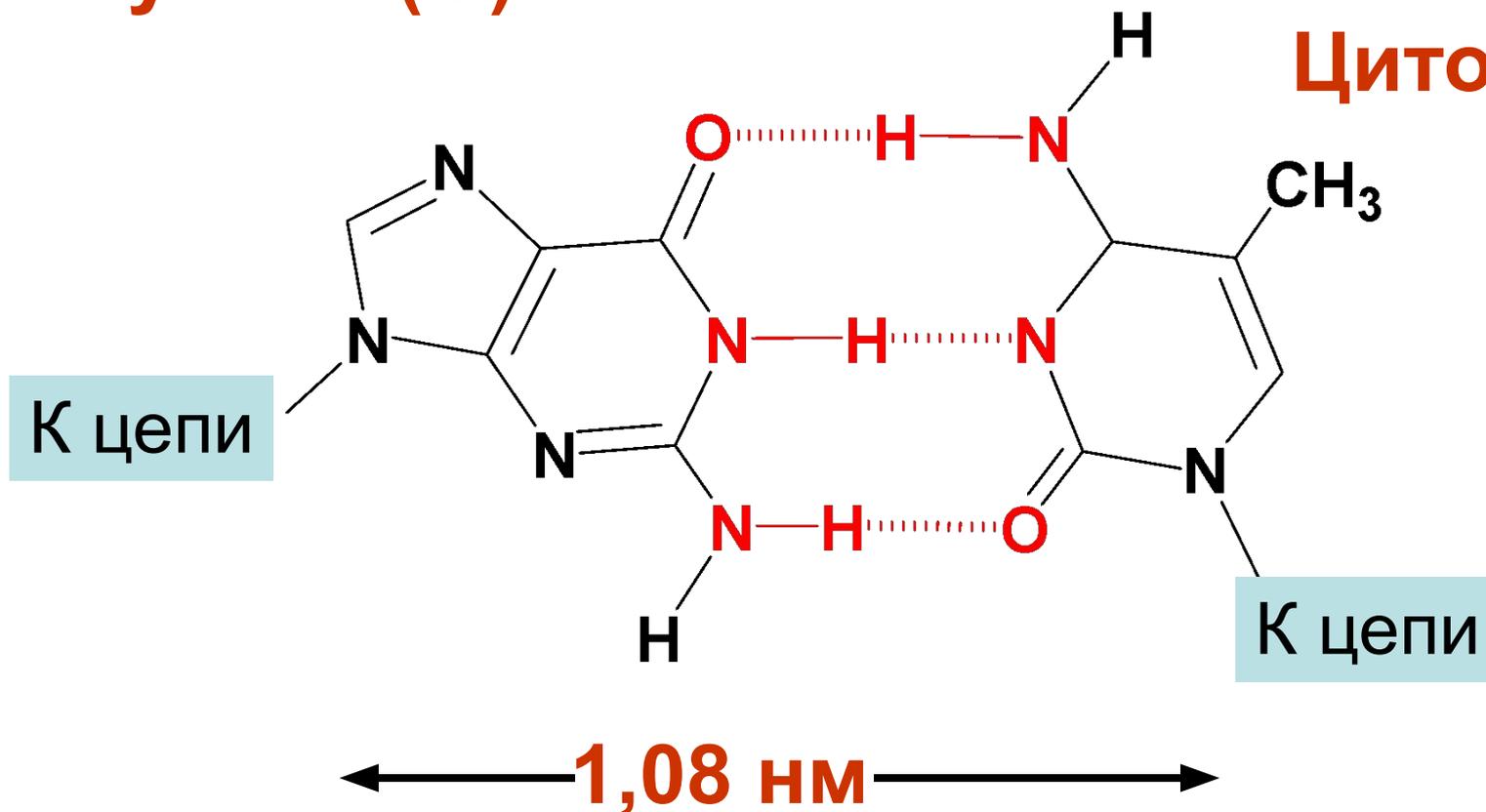
**Тимин (T)**



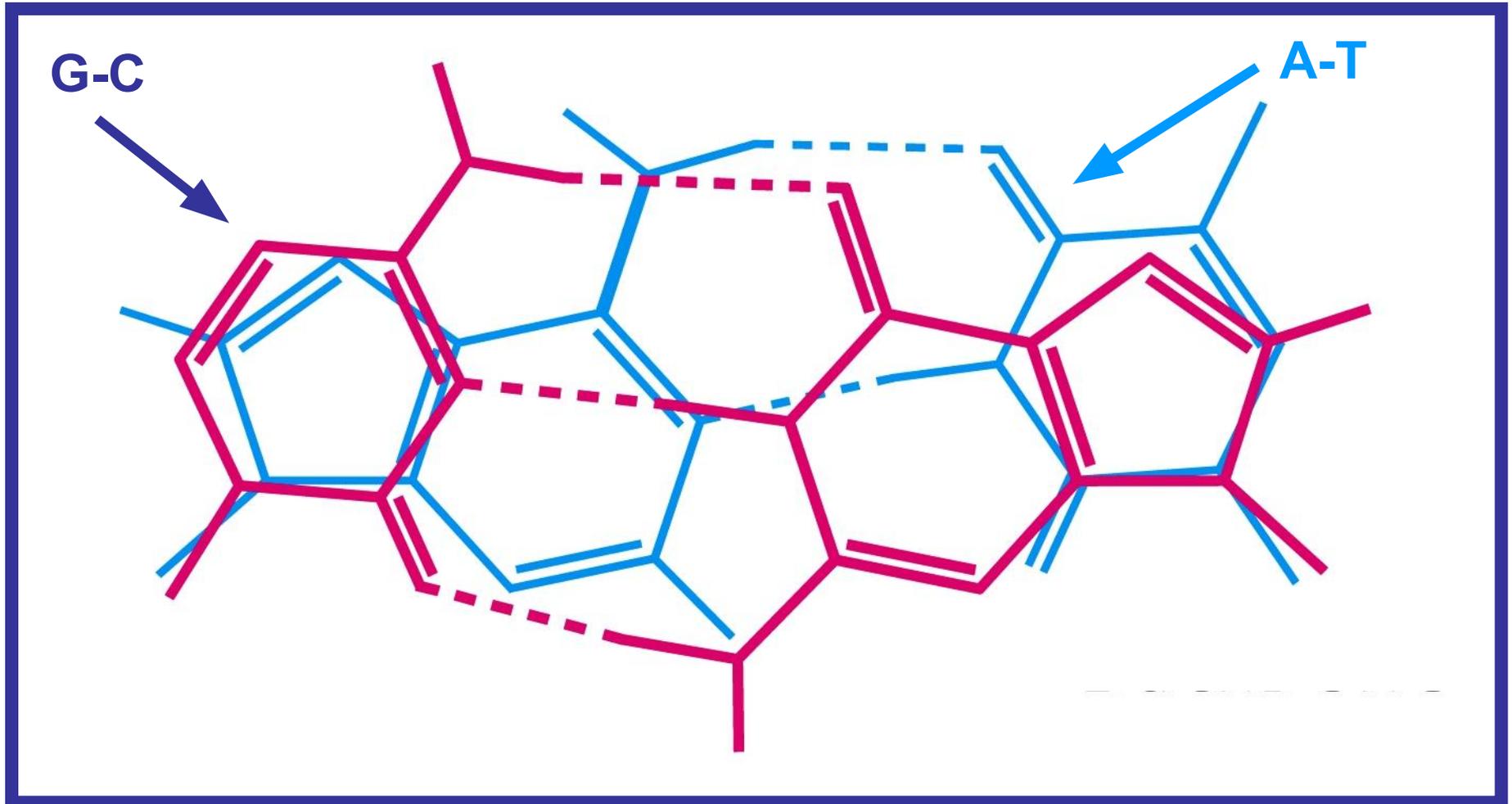
Комплементарная пара: **G**  $\equiv$  **C**

Гуанин (G)

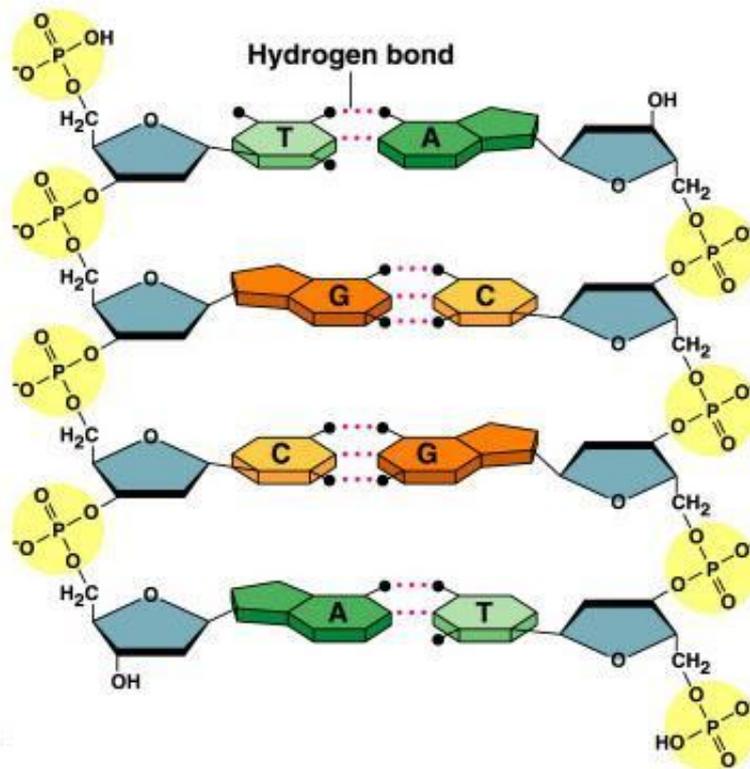
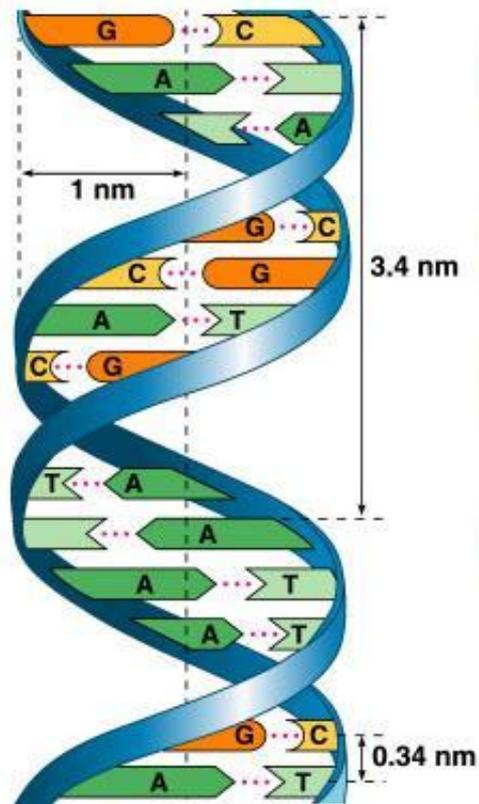
Цитозин (C)



Комплементарные пары **A - T** и **G-C**  
совпадают по размерам



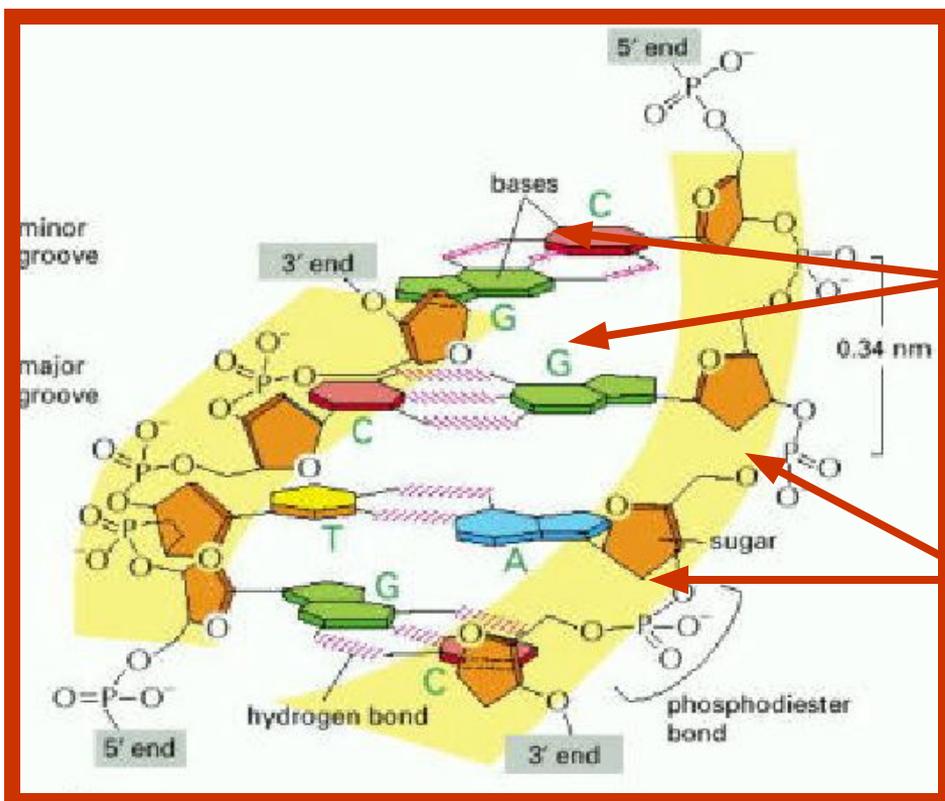
# Параметры двойной спирали



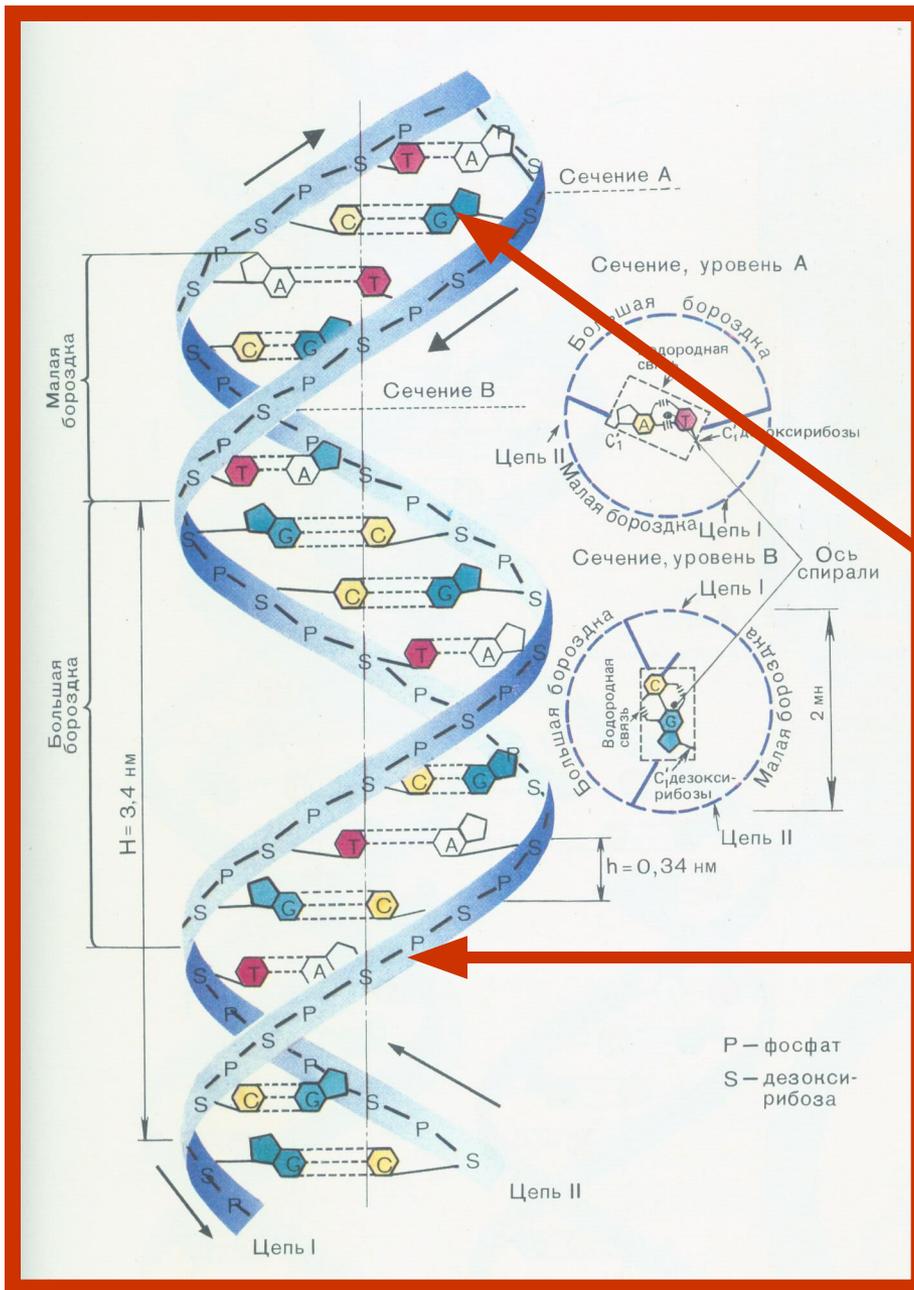
## Характеристики дуплекса ДНК:

- две спиральные полинуклеотидные цепи закручены вокруг общей оси;
- цепи направлены в противоположные стороны;
- основания расположены внутри спирали;
- сахарные и фосфорные группы - снаружи;
- плоскости оснований перпендикулярны оси;
- плоскости сахарных остатков расположены почти перпендикулярно к основаниям;
- диаметр спирали  $\sim 2$  нм;
- шаг спирали  $\sim 3,4$  нм
- на один виток спирали приходится 10 пар оснований;
- две цепи удерживаются вместе водородными связями между парами оснований;

# Взаимодействия в ДНК, удерживающие «дуплекс»



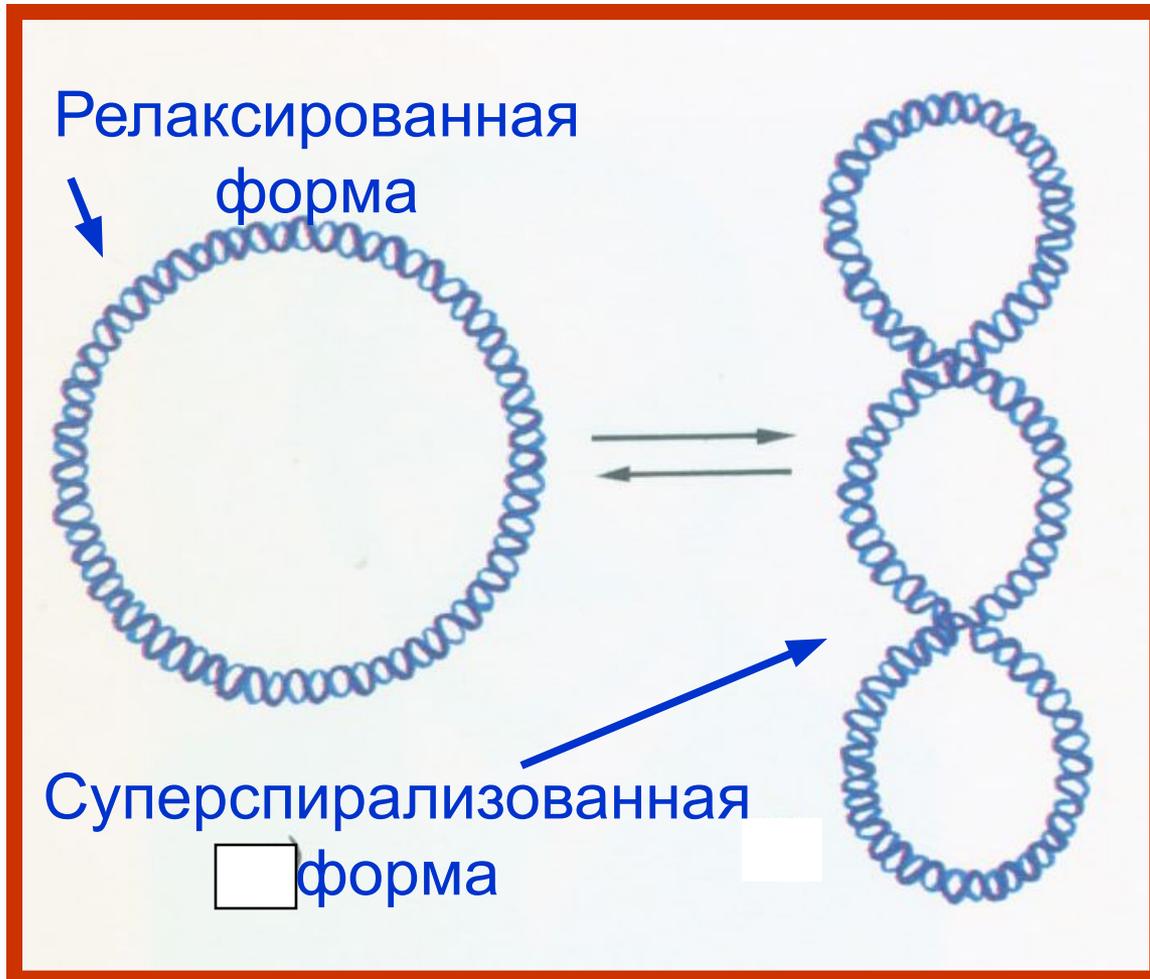
1. Водородные связи между комплементарными парами
2. Гидрофобные взаимодействия между π-системами оснований «**STACKING**»
3. Белки -**ГИСТОНЫ**- со значительным содержанием **ЛИЗИНА** и **АРГИНИНА**, обеспечивают стабилизацию полианиона ДНК



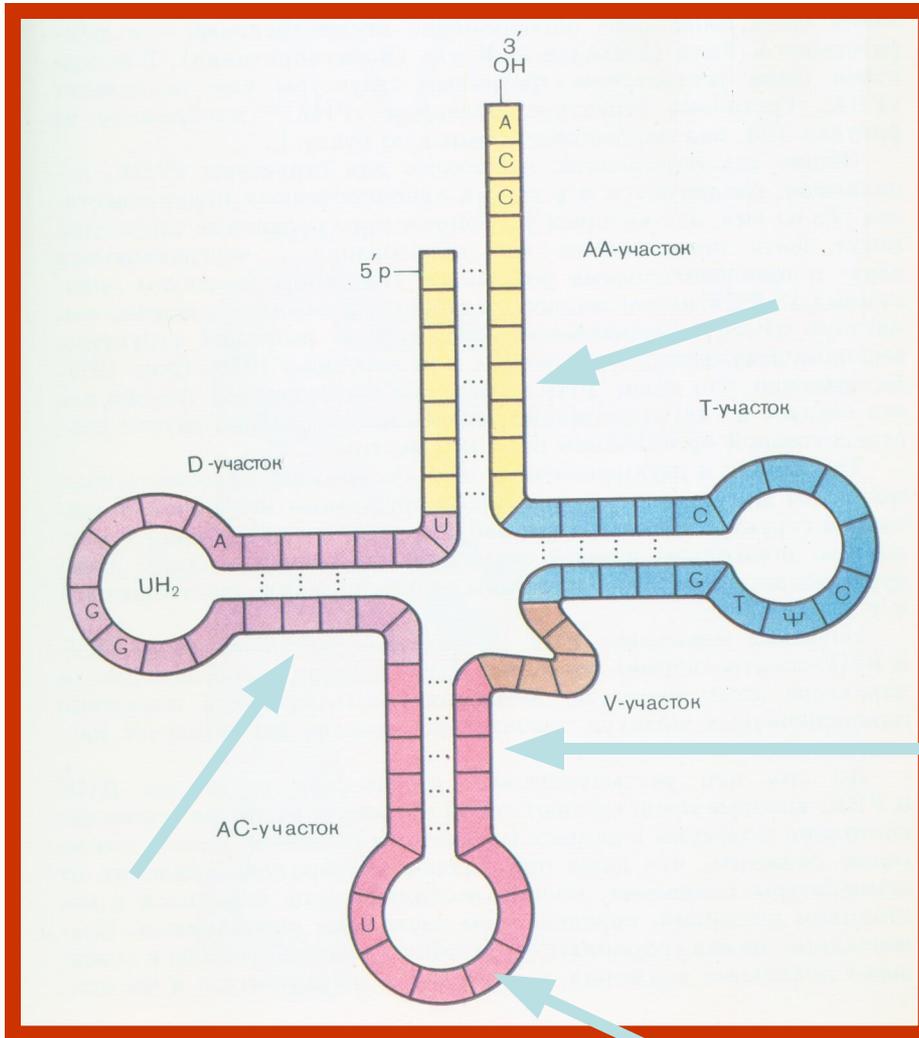
**Гидрофобная область ДНК**

**Гидрофильная сторона ДНК**

# Суперспирализация ДНК



**Суперспирализацию осуществляют специальные белки-ГИРАЗЫ**



Вторичная структура **tРНК** имеет лишь отдельные участки в виде двойной спирали

Антикодоновая петля

# Сравнение ДНК и РНК

1. Разный набор оснований:  
**ДНК - А, Т, G, С; РНК - А, U, G, С**
2. Различные углеводы: **ДНК - dRib, РНК - Rib**
3. ДНК существует в одной форме;  
РНК - в виде различных типов:  
**тРНК, мРНК, рРНК**
4. ДНК содержится в ядре,  
РНК и в ядре и в других органеллах клетки
5. ДНК -двойная спираль,  
РНК спирализована лишь частично.