

# Структура и функции нуклеиновых кислот

Нуклеиновая кислота – это биополимер, мономерами которого являются нуклеотиды

**НК**

**ДНК**

дезоксирибонуклеиновая  
кислота

**РНК**

рибонуклеиновая  
кислота

**Курс молекулярной биологии**

**Тема лекции**

**Структура и функции нуклеиновых кислот**

**Захарова Ирина Борисовна,  
к.б.н., доцент**

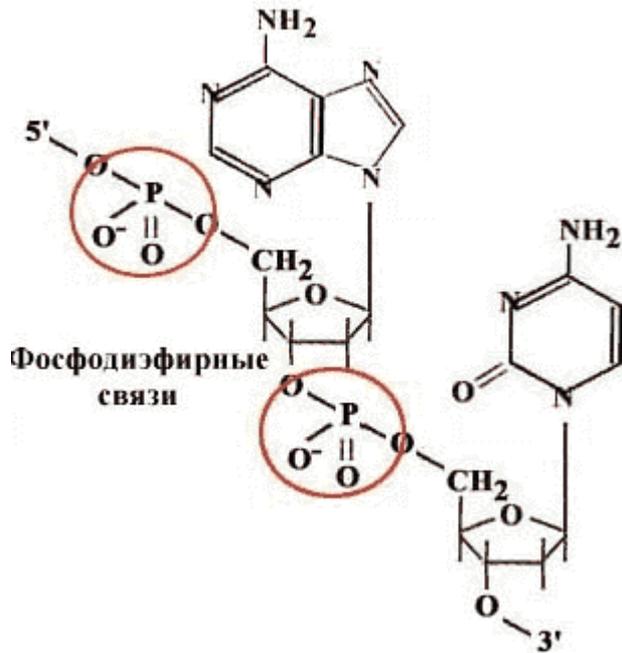
# Нуклеиновые кислоты являются нерегулярными полимерами, мономеры которых - нуклеотиды



**Нуклеотид =**

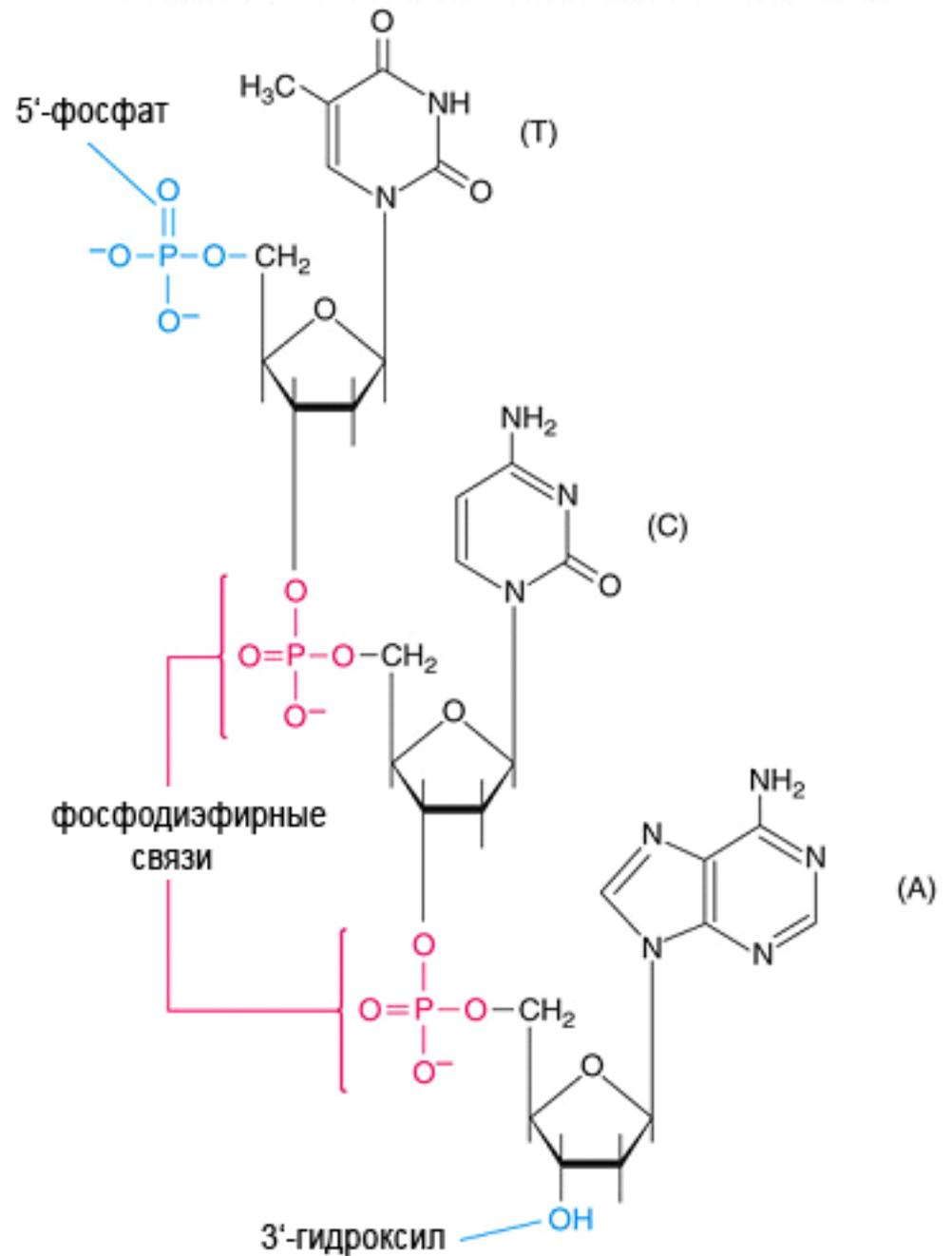
**= нуклеозид (азотистое основание, связанное с пентозой) +  
+ фосфорная кислота**

- **В РНК пентоза - рибоза**
- **В ДНК - дезоксирибоза**

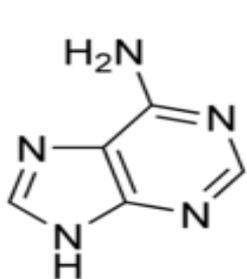
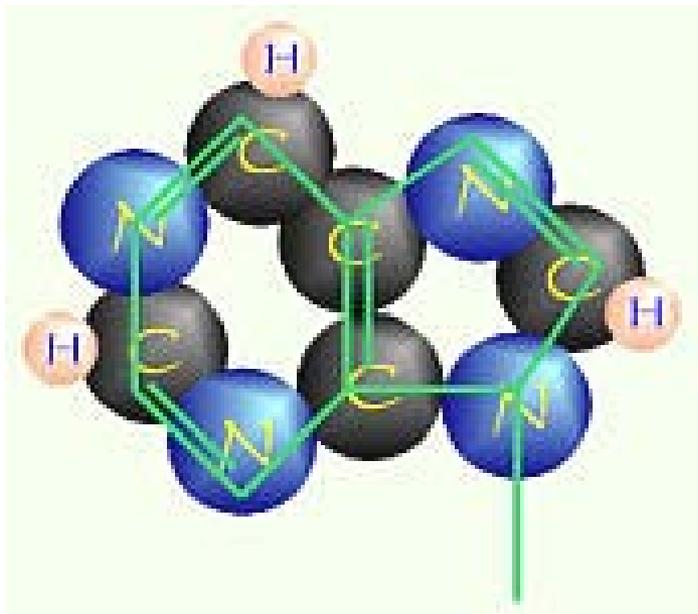


- Нуклеотиды соединяются друг с другом в полимерную цепочку с помощью ***фосфодиэфирных связей***.
- Азотистые основания не принимают участия в соединении нуклеотидов одной цепи

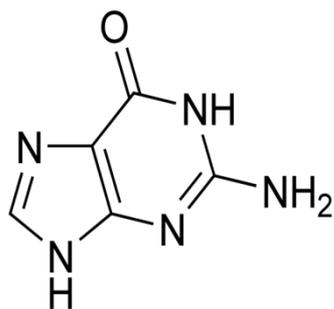
# Цепь ДНК имеет направление



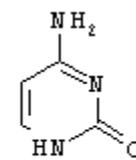
# Пурины и пиримидины



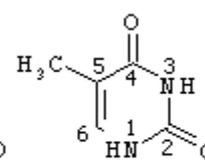
**аденин**



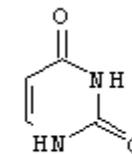
**гуанин**



**ЦИТОЗИН**

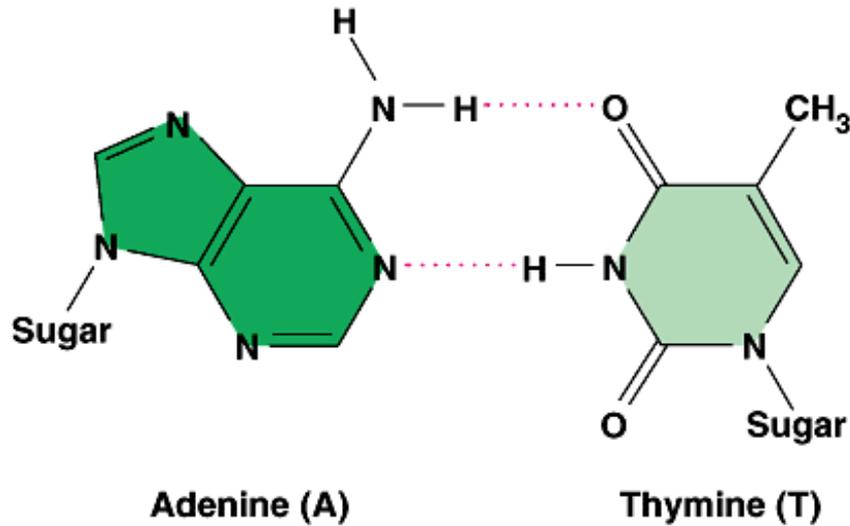


**ТИМИН**



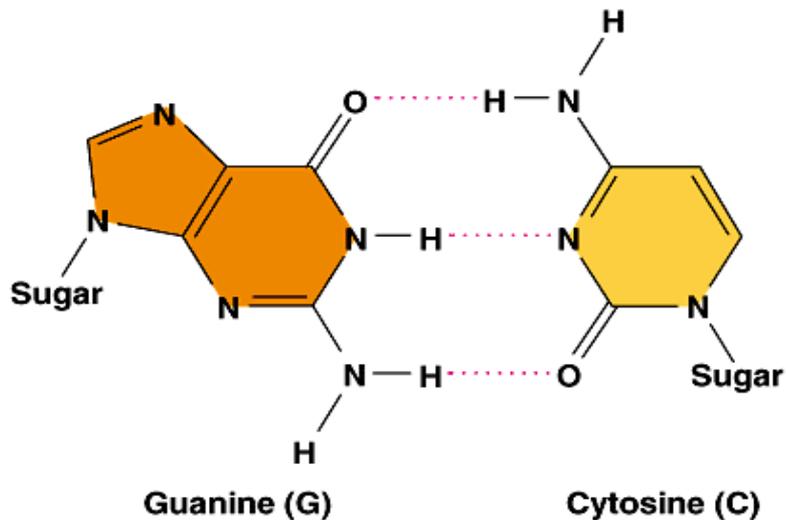
**урацил**

# Принцип комплементарности азотистых оснований



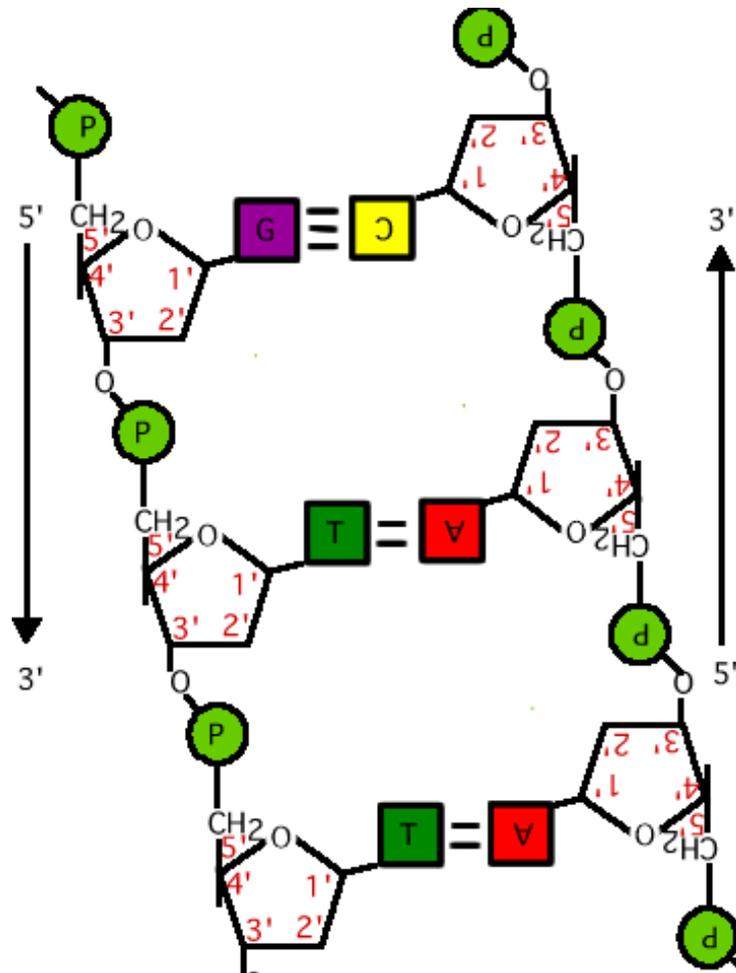
Канонические пары оснований:

- Аденин – Тимин

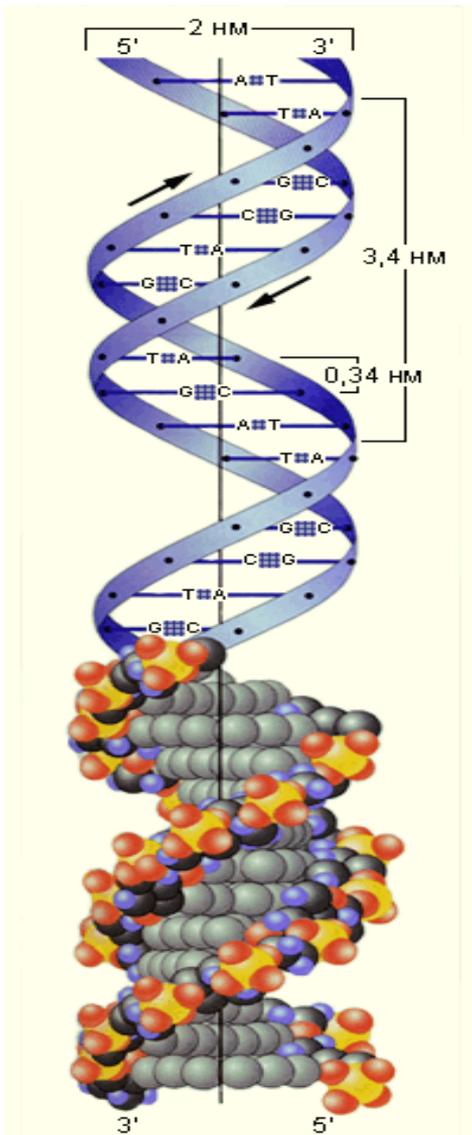


- Цитозин - Гуанин

## Цепи в ДНК комплементарны и антипараллельны



# Параметры двойной спирали ДНК



- две цепи ДНК закручены в спираль вокруг общей оси
- Цепи комплементарны и антипараллельны
- основания находятся внутри молекулы ДНК,
- снаружи находится сахаро-фосфатный скелет
- диаметр спирали - 2 нм, каждые 10 п.н. составляют один виток спирали
- Расстояние между нуклеотидами – 0,34 нм
- Один виток спирали – 3,4 нм

## Химические связи, стабилизирующие вторичную структуру ДНК:

- ***Водородные связи*** – образуются между комплементарными основаниями
- ***Стэкинг-взаимодействия*** – это гидрофобные связи, которые образуются между плоскими основаниями, которые расположены друг на другом в одной цепи ДНК

# Принципы строения ДНК

## ***1. Нерегулярность***

Существует регулярный сахарофосфатный остов, к которому присоединены азотистые основания. Их чередование нерегулярно.

## ***2. Антипараллельность***

ДНК состоит из двух полинуклеотидных цепей, ориентированных антипараллельно. 3`-конец одной расположен напротив 5`-конца другой.

## ***3. Комплементарность***

Каждому азотистому основанию одной цепи соответствует строго определенное азотистое основание другой цепи. Пурин и пиримидин в паре образуют водородные связи. В паре А-Т две водородные связи, в паре Г-Ц - три.

## ***4. Наличие регулярной вторичной структуры***

Две комплементарные, антипараллельно расположенные полинуклеотидные цепи образуют спирали с общей осью.

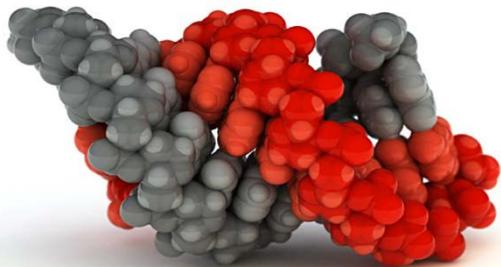
# Типы двойных спиралей

Форма	A	B	C	Z
Спираль	правая	правая	правая	левая
Количество пар оснований на 1 витке спирали	10,7	10,0	9,3	12
Угол между соседними парами оснований	+33,6°	+36,0°	+38,6°	-30°
Расстояние между соседними парами оснований	0,23 нм	0,34 нм	0,3 нм	0,38 нм
Диаметр спирали	2,3 нм	2,0 нм	1,9 нм	1,8 нм

Основной формой ДНК в клетке является **B форма**

# Формы двойной спирали ДНК

A-DNA

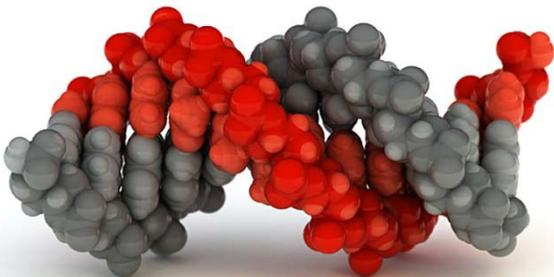


VISUAL SCIENCE  
Scientific illustrations, animations, design



A

B-DNA

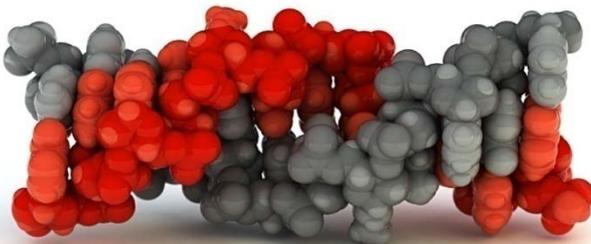


VISUAL SCIENCE  
Scientific illustrations, animations, design

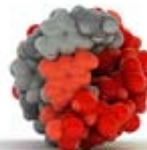


B

Z-DNA



VISUAL SCIENCE  
Scientific illustrations, animations, design

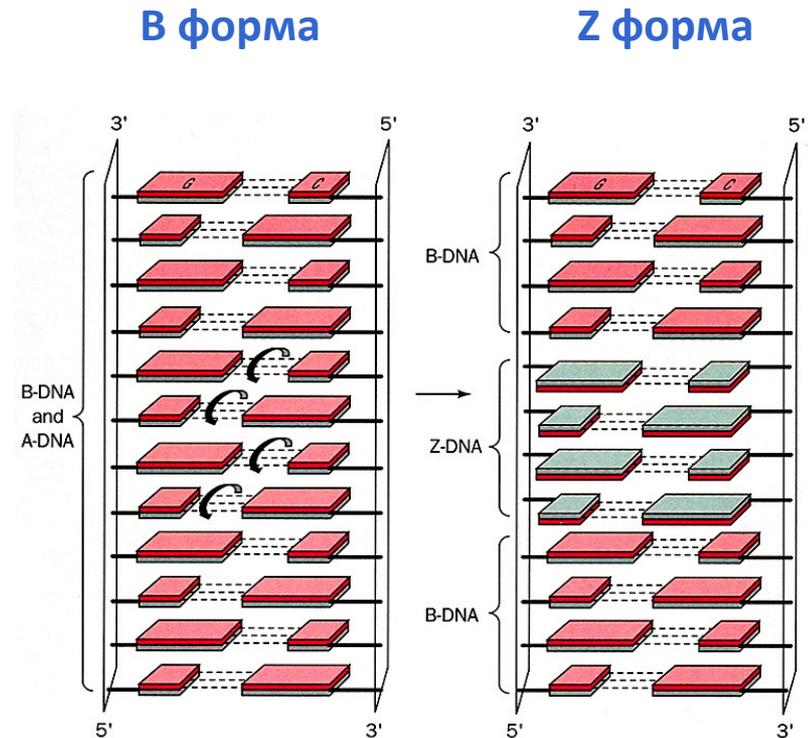


Z

Двунитевая РНК и ДНК-РНК гибриды  
находятся в растворе в **A форме**

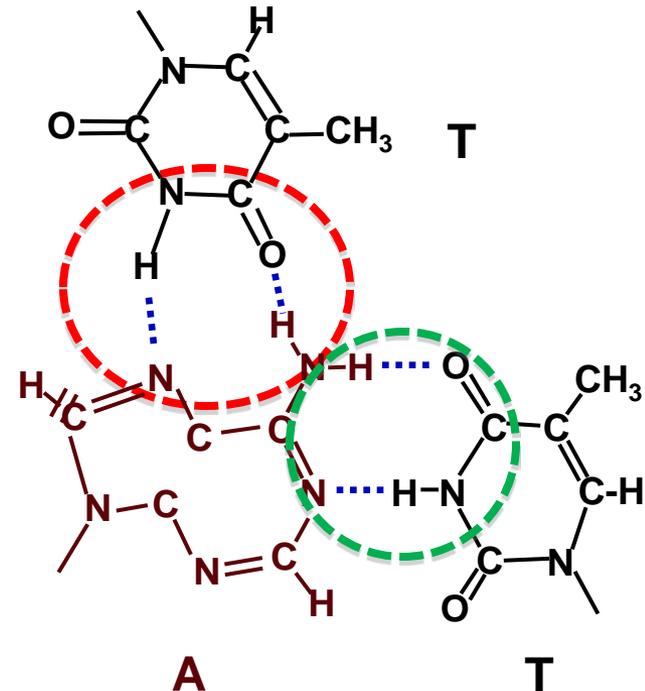
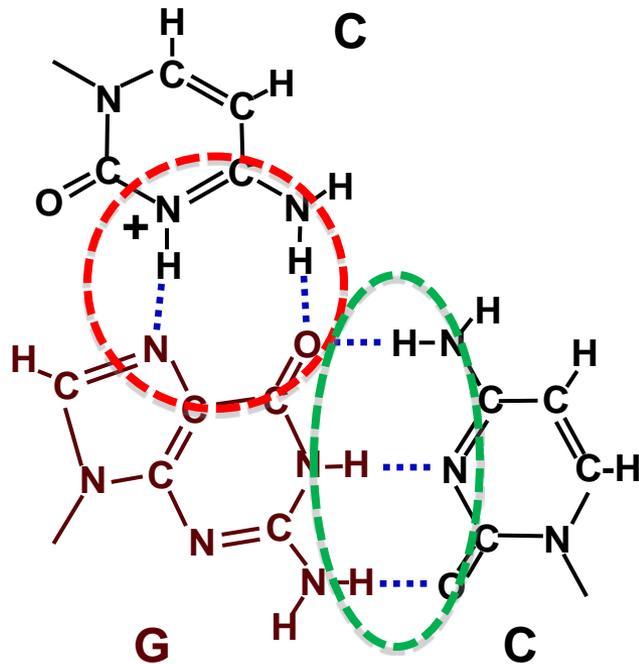
**Z форму** при определенных условиях  
принимают поли  
dG/dC последовательности  
GCGCGCGCGCGC  
CGCGCGCGCGCG

Последовательности, способные  
образовывать Z форму,  
присутствуют в промоторах некоторых  
генов.

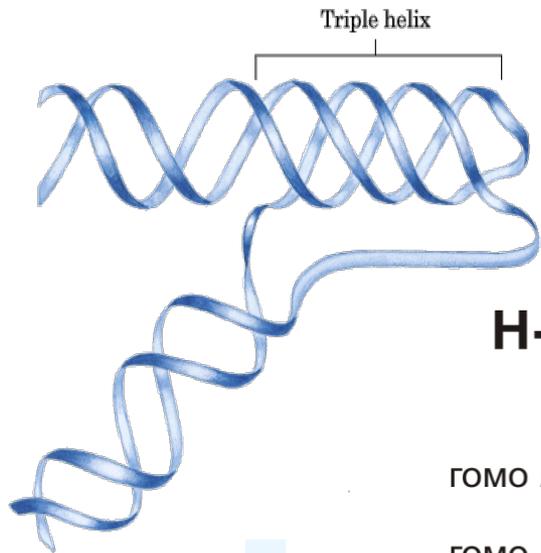


**В Z ДНК основания перевернуты**

## Хугстиновские пары образуют триплекс ДНК

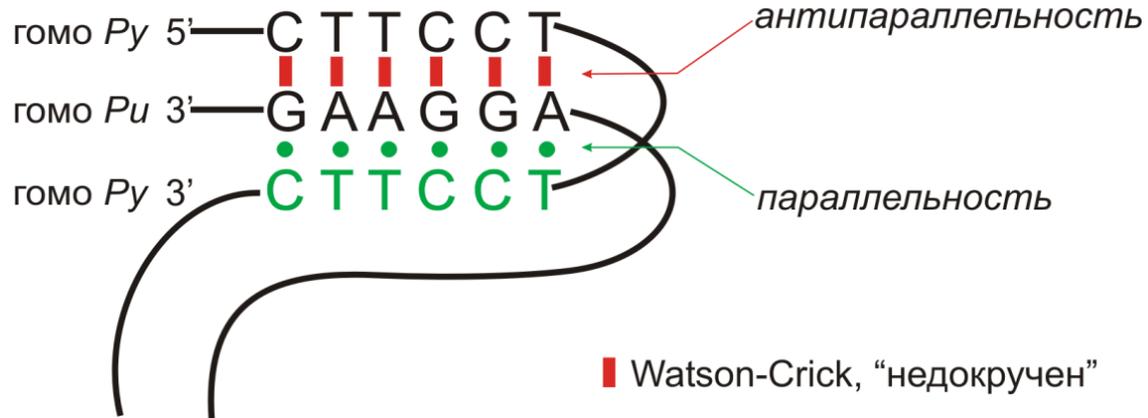


Хугстиновские пары — альтернативный вариант связывания нуклеотидов (обведено красным) на комплементарных цепях нуклеиновых кислот



## Н-форма ДНК

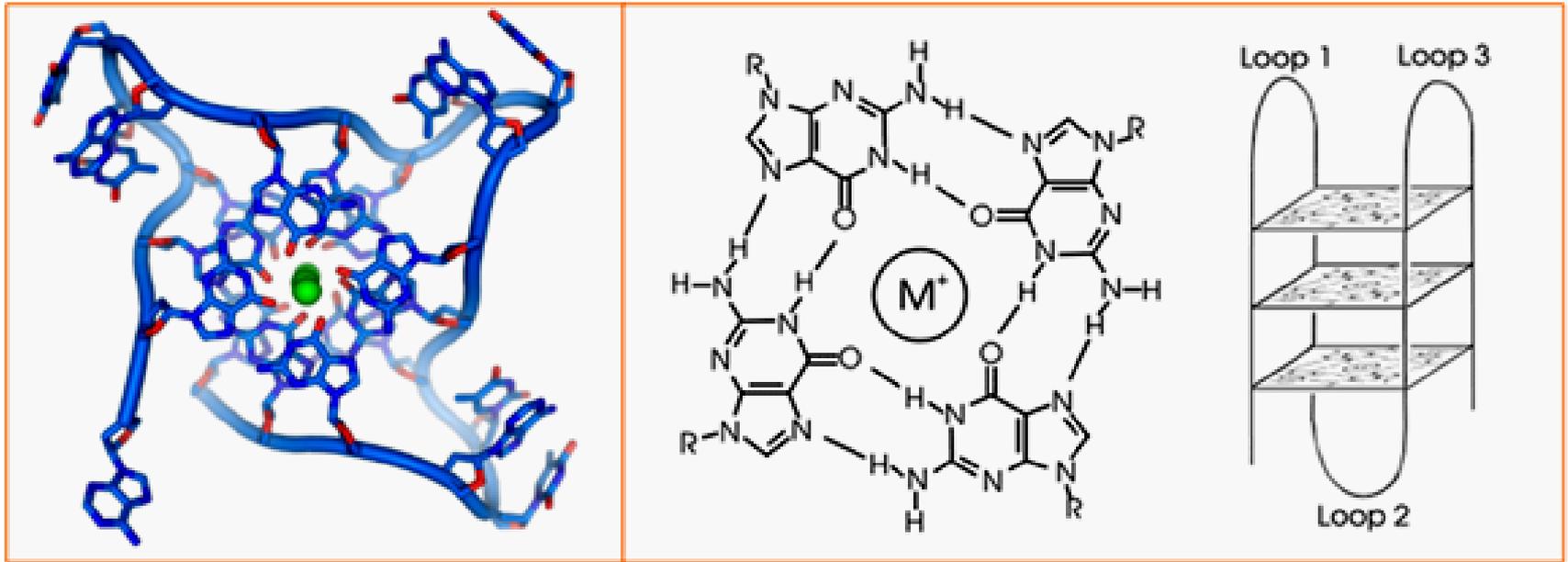
## Локальный триплекс



■ Watson-Crick, “недокручен”

● Hoogsteen

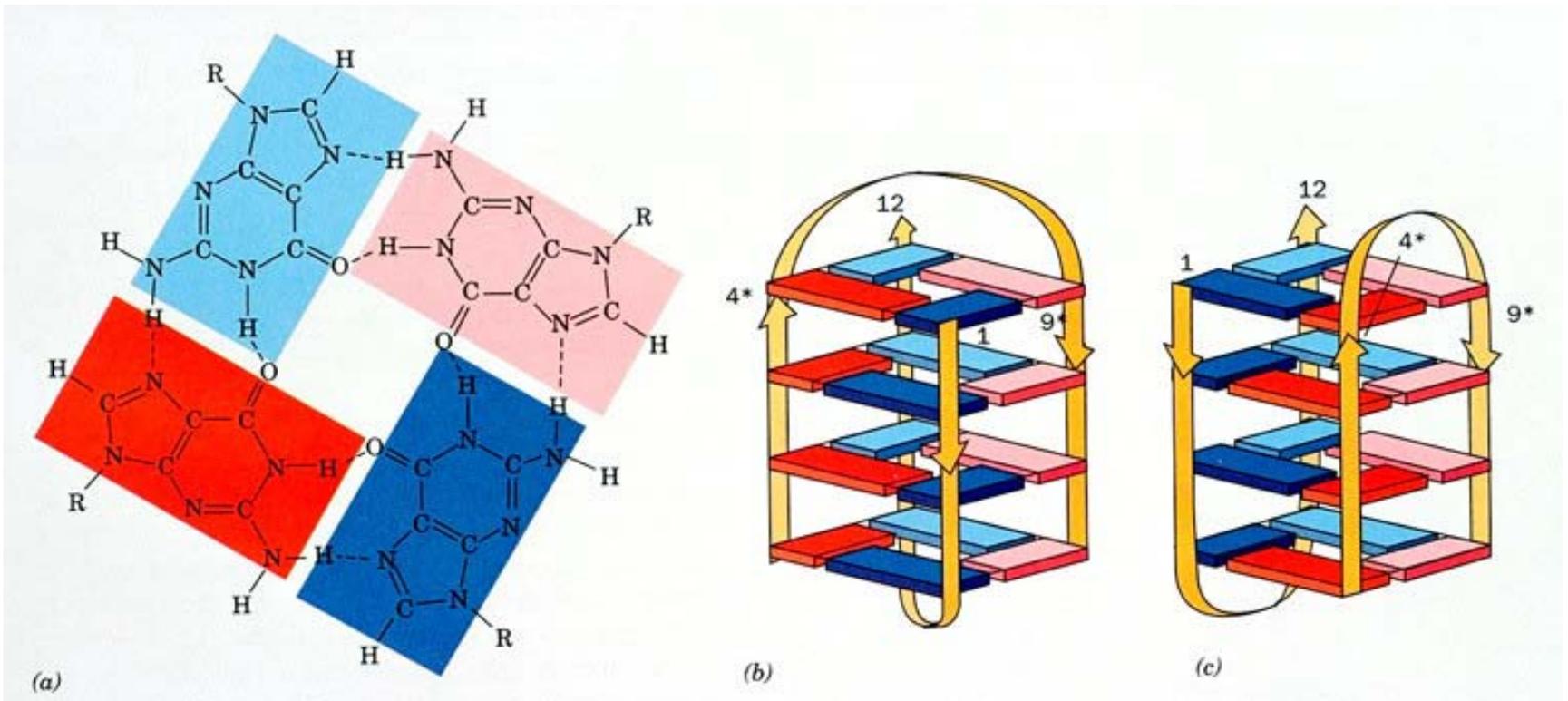
5' C T T C C T T C C T T C 3'  
зеркальный повтор



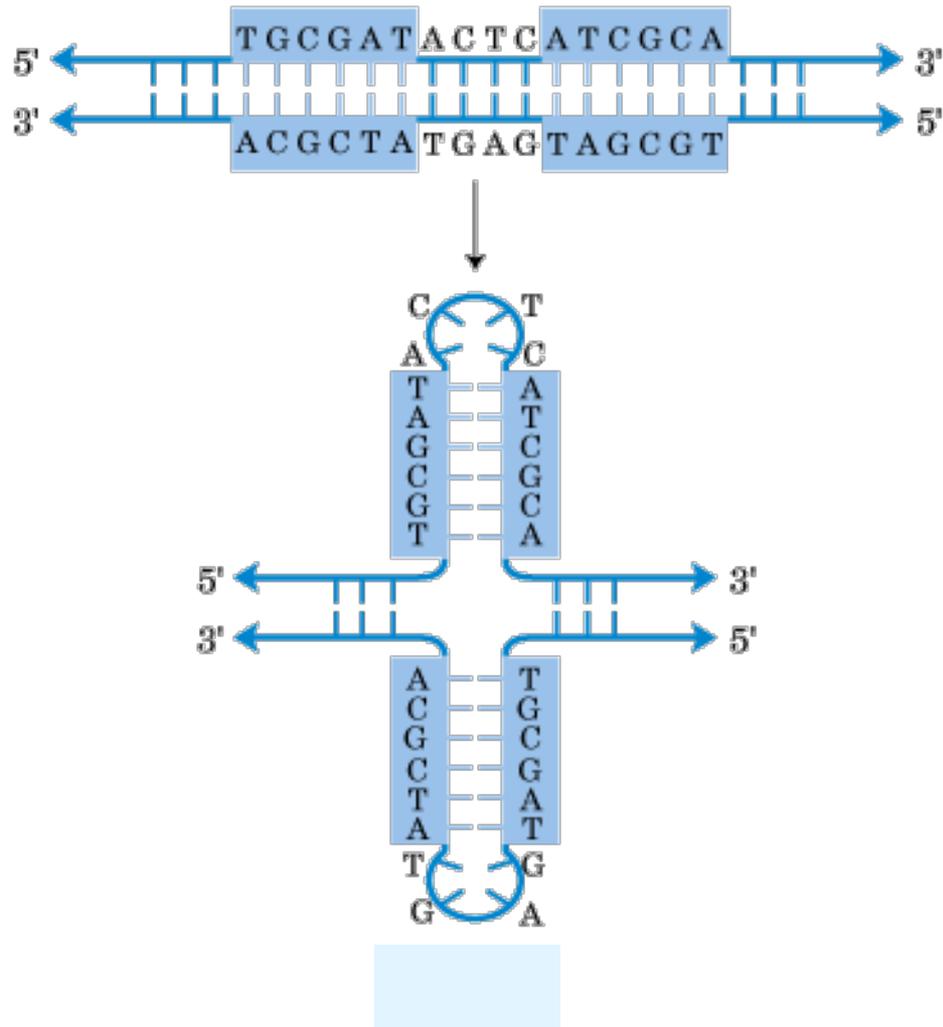
**G-квадруплексы** образованы последовательностью нуклеиновых кислот, которые обогащены гуанином и способных формировать структуры из двух, трёх или четырех цепей

# Quadruplex DNA

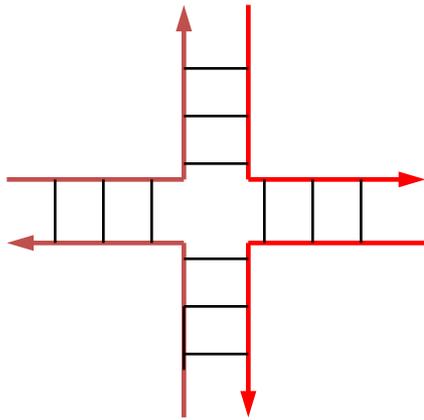
часто присутствует в теломерах, в том числе у человека



# Обращенные повторы могут образовывать шпильки

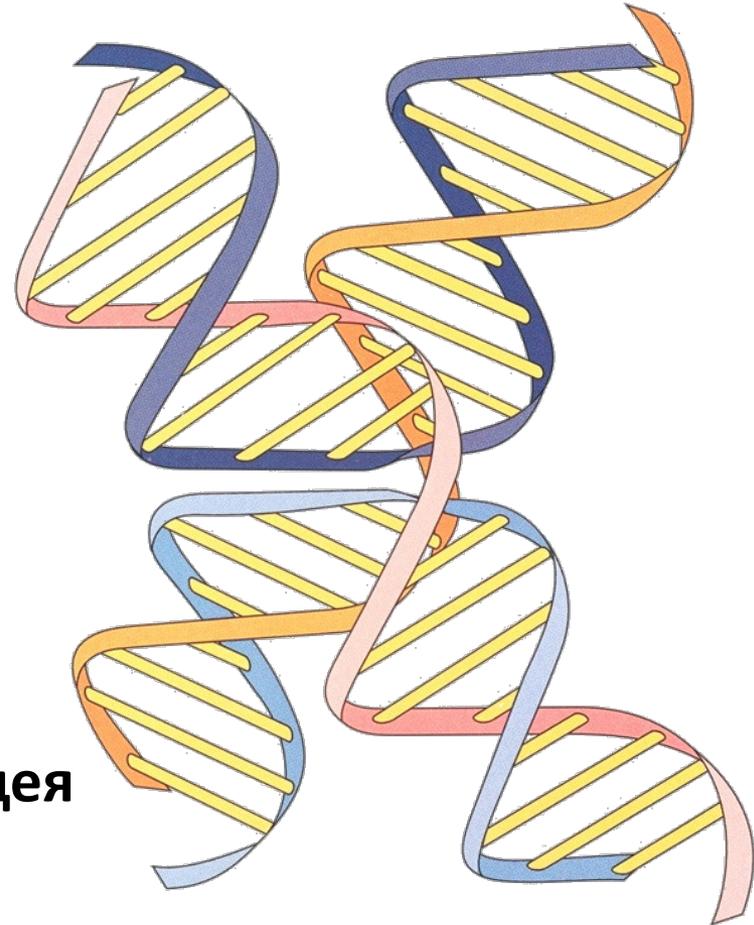


# Крестообразные структуры в ДНК

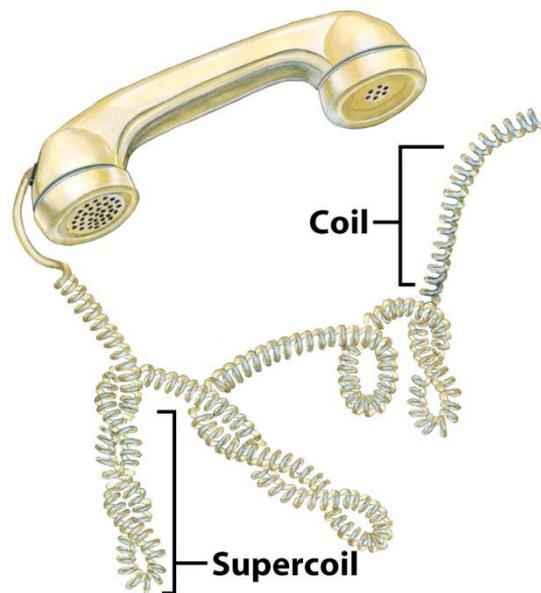
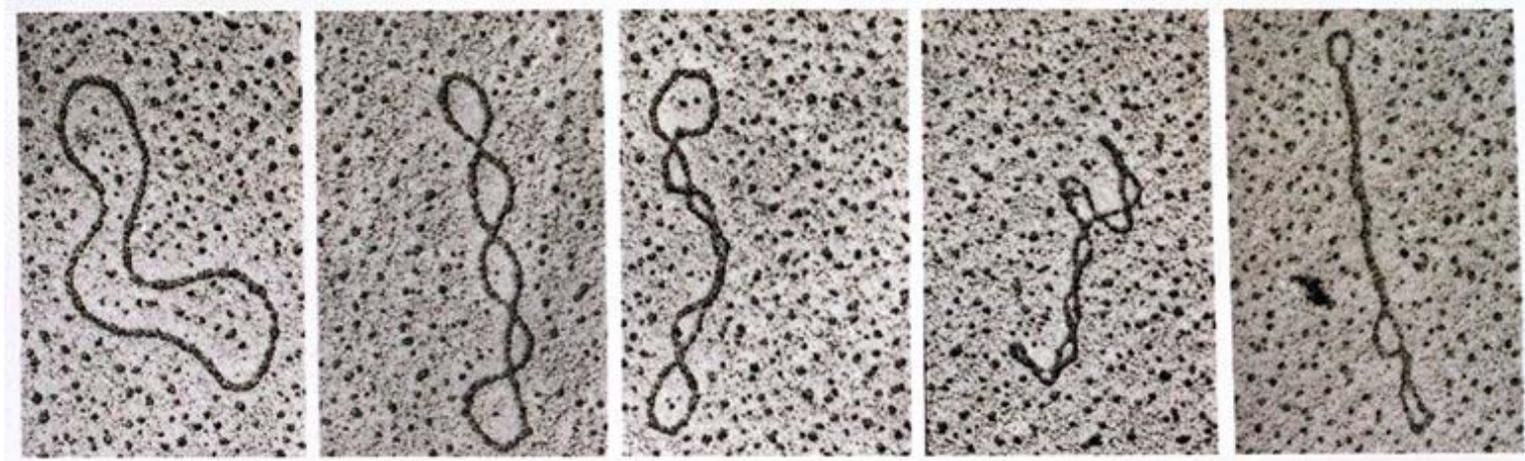


Holliday junction

**Структура Холлидея**



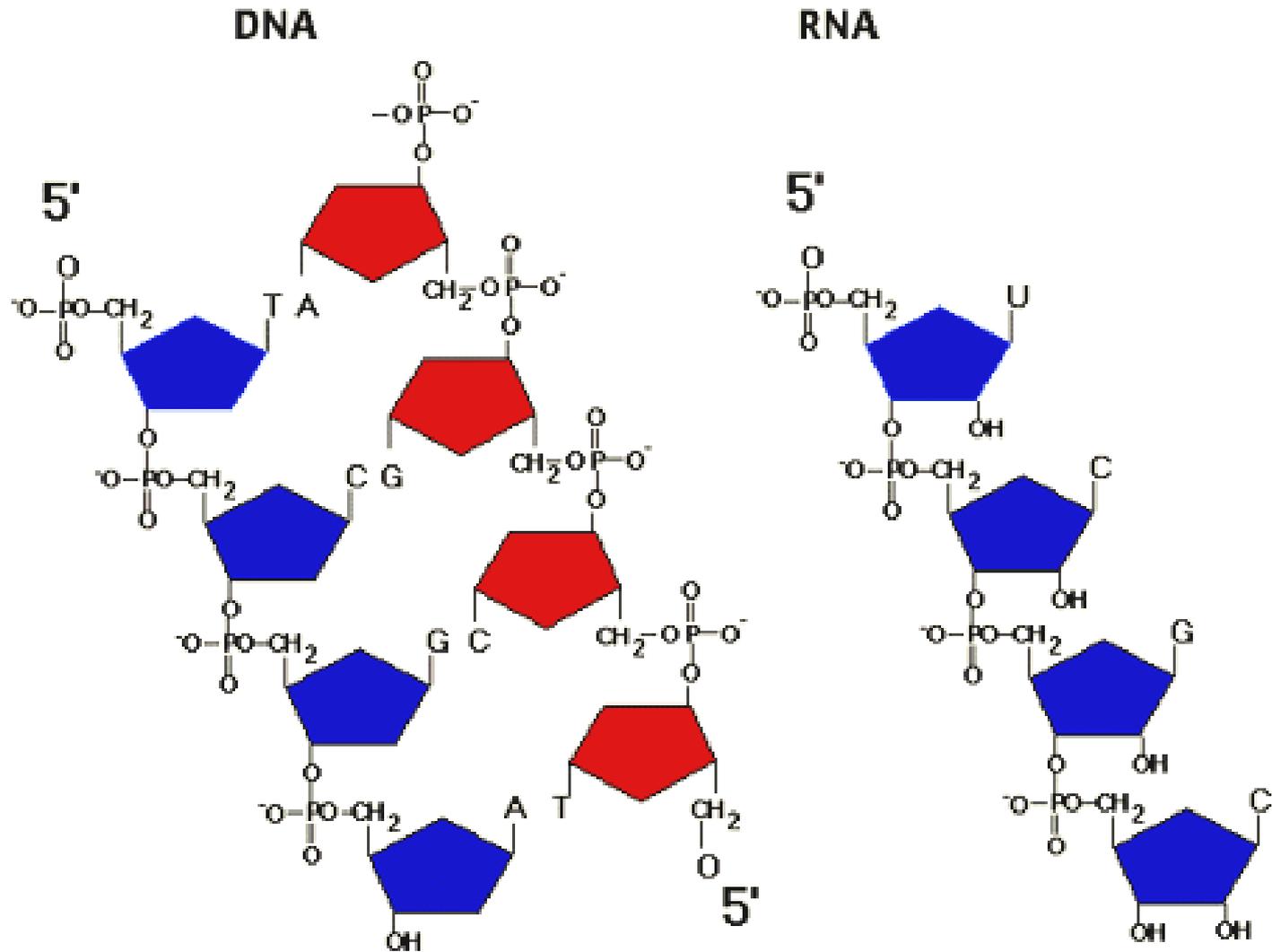
# Суперспирализация ДНК



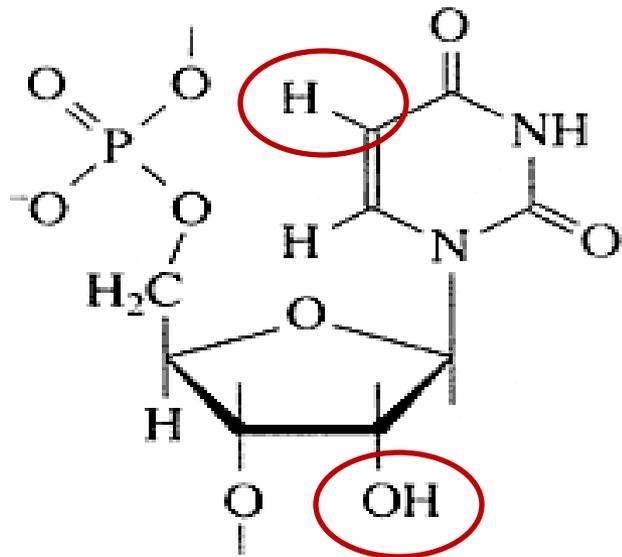
# Функции ДНК

- *ДНК является носителем генетической информации* Функция обеспечивается фактом существования генетического кода
- *Воспроизведение и передача генетической информации в поколениях клеток и организмов* Функция обеспечивается процессом репликации
- *Реализация генетической информации* Функция обеспечивается процессами транскрипции и трансляции

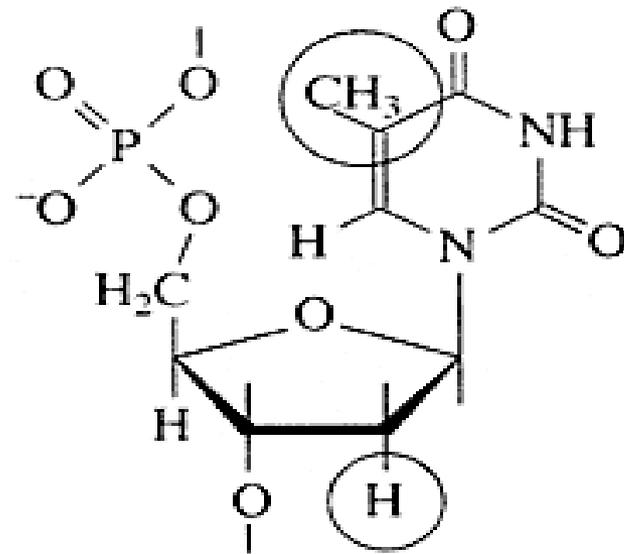
# Отличия молекул ДНК и РНК



# Отличия в структуре рибозы и дезоксирибозы, урацила и тимина



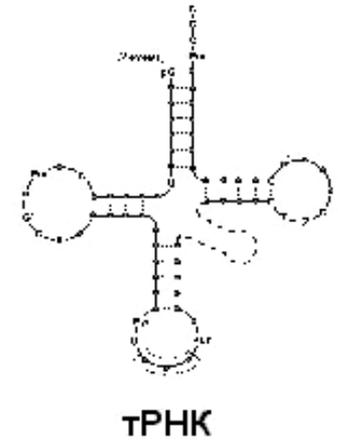
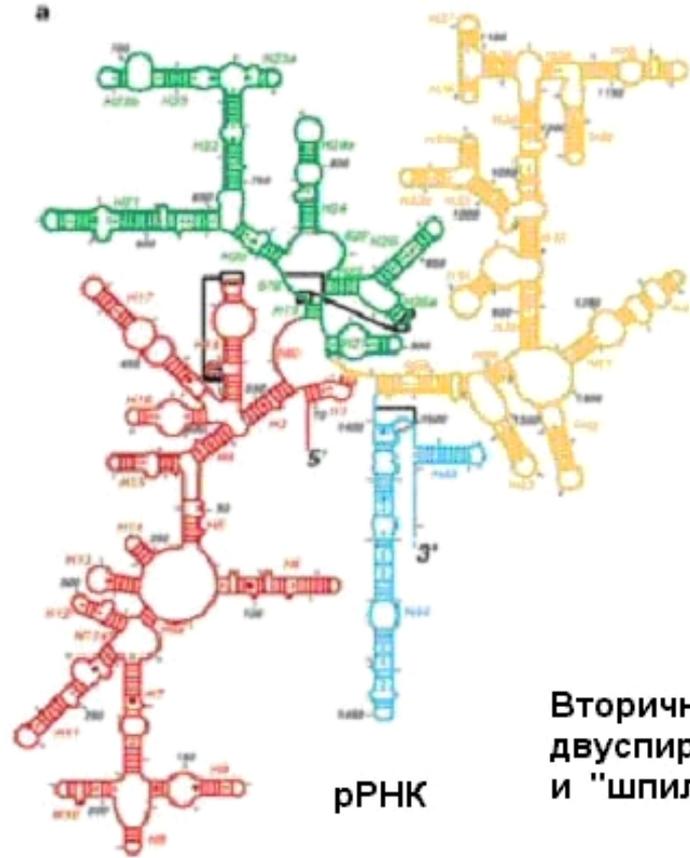
U



dT

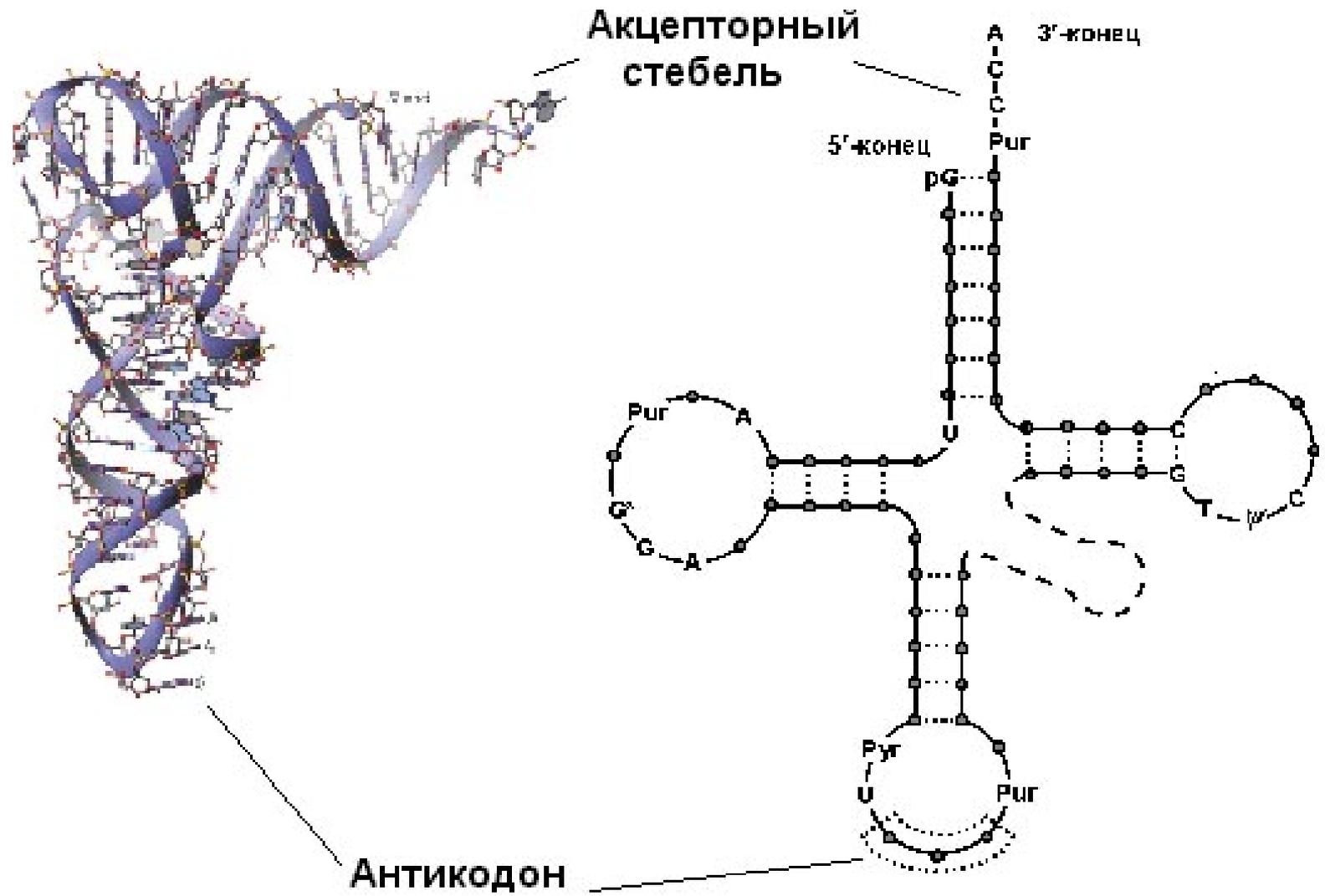
# Типы молекул РНК

- мРНК
- тРНК,
- рРНК
- мяРНК
- гяРНК
- мцРНК
- siРНК
- РНК вирусов



Вторичная структура РНК -  
двухспиральные "стебли" с петлями  
и "шпильки"

# СТРУКТУРА тРНК



# Функции РНК

- **Кодирующая** - программирование белкового синтеза
- **Репликативная** - репликация генетического материала через комплементарные последовательности полинуклеотидов
- **Структурообразующая** (формирование трехмерных структур) - само-сворачивание линейных полирибонуклеотидов в уникальные компактные конформации
- **Функция специфического узнавания лигандов** - специфические пространственные взаимодействия с другими макромолекулами и малыми лигандами
- **Каталитическая функция** - специфический катализ химических реакций рибозимами.