



Тема 1.  
Биологические молекулы

**ДНК и РНК -  
нуклеиновые  
кислоты**

# Уникальность функций белков

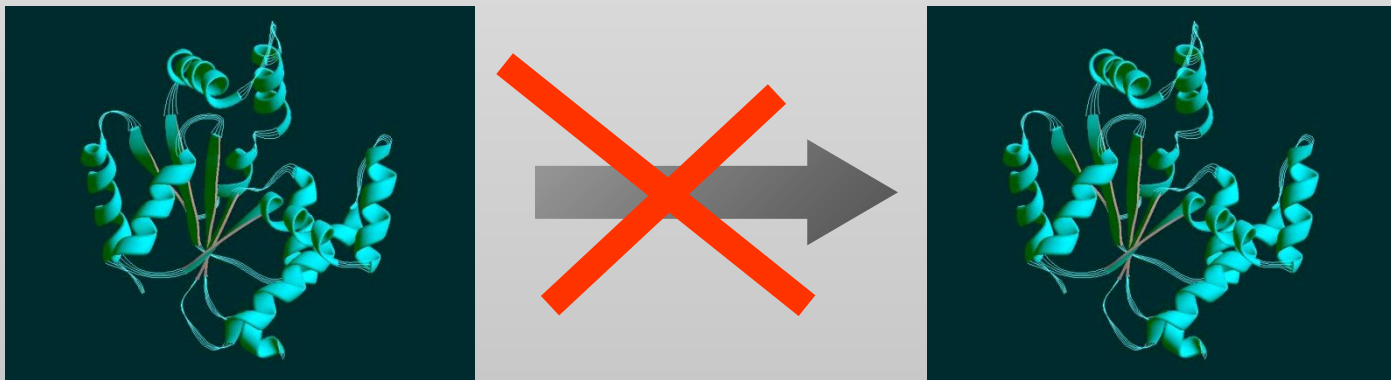
Есть ли другие вещества, выполняющие те же функции ?



Белки выполняют **все функции**, кроме одной –

**ИНФОРМАЦИОННОЙ**

не способны к **самовоспроизведению**



**Эту функцию  
выполняет ДНК**

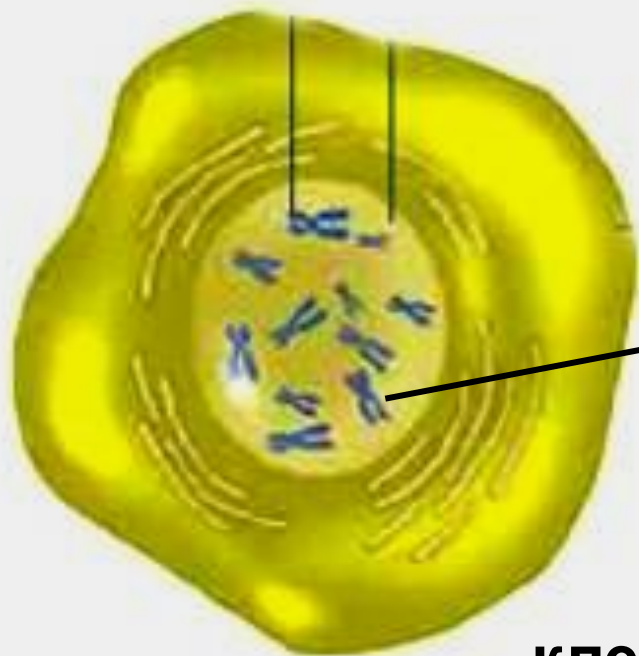
главная и единственная  
ее функция

- ДНК – **самая большая** молекула в клетке.  
Она намного больше белков и РНК
- Каждая хромосома = одна молекула ДНК
- 23 хромосомы человека = 23 молекулы ДНК  
 $\approx 1$  метр
- Самые длинные из них  $\approx 8$  см
- ДНК – это молекула-текст. В последовательности ее нуклеотидов записана **вся**

1 молекула ДНК



хромосома



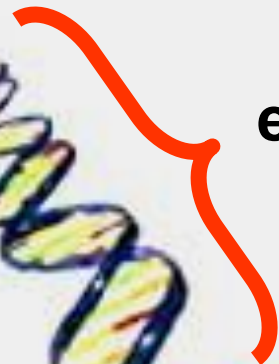
клетка

хромосомы в ядре

ген



ещё ген



ДНК

**1953**

**Открыта  
структура  
ДНК**

**Дата  
рождения**

**молекулярной  
биологии**

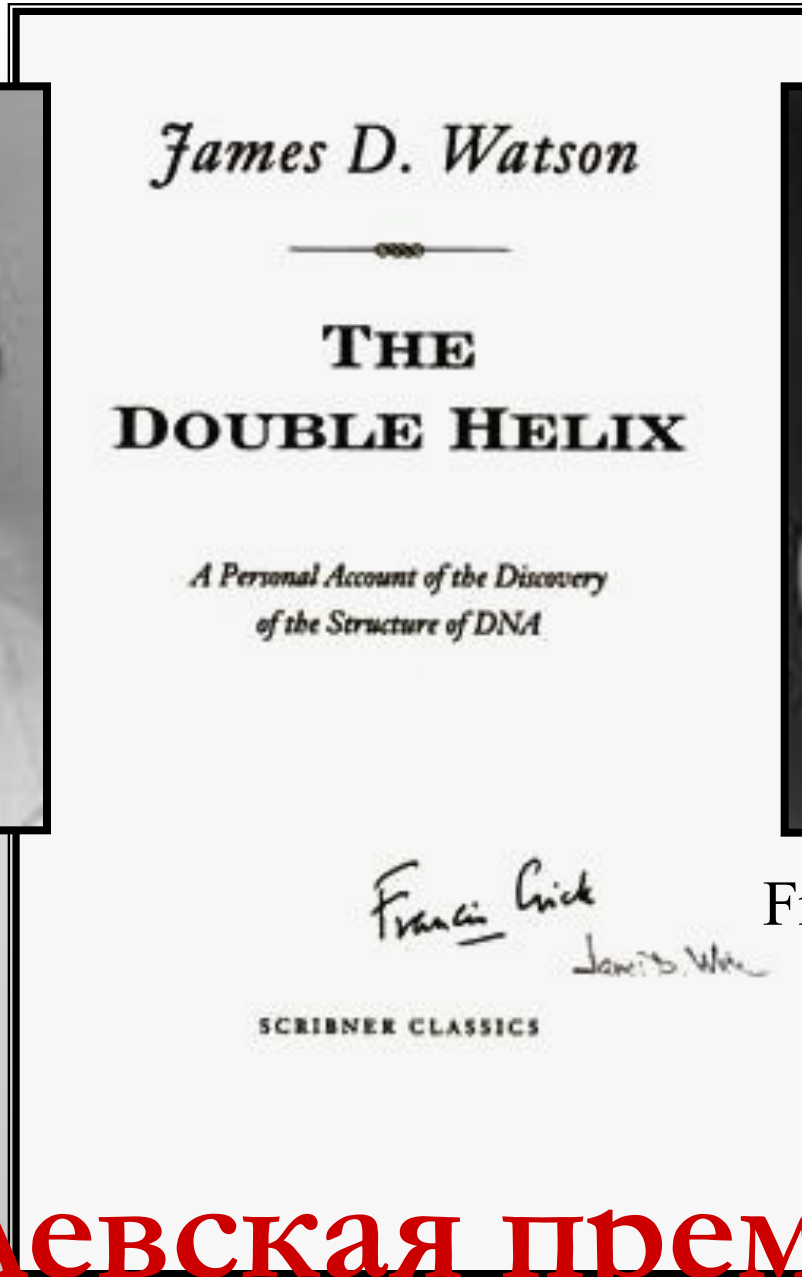


Джеймс  
Уотсон

Фрэнсис  
Крик



James Dewey  
Watson

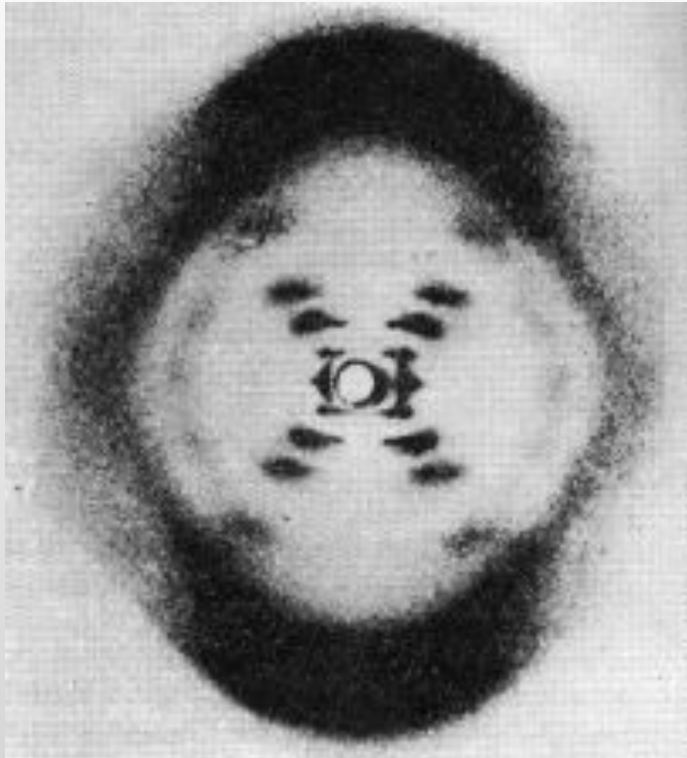


Francis Harry Compton  
Crick

Нобелевская премия 1962







Рентгеноструктурный  
портрет ДНК –  
знаменитое фото 51



Розалинд Франклин  
**1920 - 1958**



## **ROSALIND FRANKLIN: DNA'S DARK LADY**

Sunday 15 January 2006 10pm-10.50pm

Today, nearly all scientists agree that the hard evidence used to support Francis Crick, James Watson and Maurice Wilkins' revolutionary theory about DNA was based on the work of Rosalind Franklin, a brilliant molecular biologist and crystallographer.

Yet in 1962, when the three men were awarded a Nobel Prize for the discovery, Franklin wasn't even mentioned. Tragically, she had died four years earlier at the age of 37. Her cancer was probably the result of over-exposure to the radiation she used in making her remarkable x-ray photographs - including Photograph 51 - the image that was the key to revealing the double-helix structure of DNA.

Dark Lady of DNA finds out why Franklin never received credit for her contribution, how the three men gained access to her crucial data and asks who this pioneering woman who worked in the male-dominated world of scientific research was.

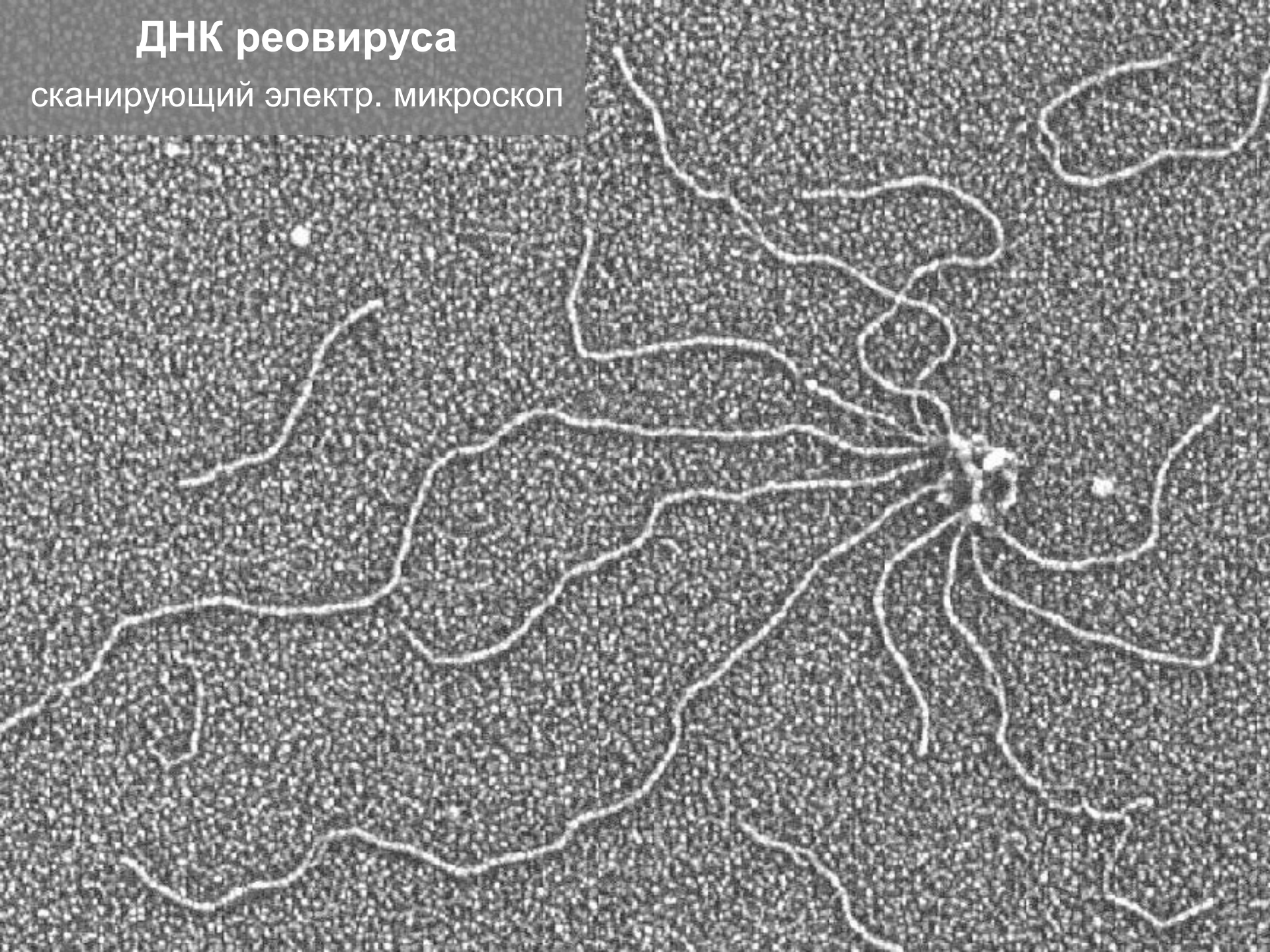
# Молекулы ДНК и РНК можно увидеть в электронный микроскоп

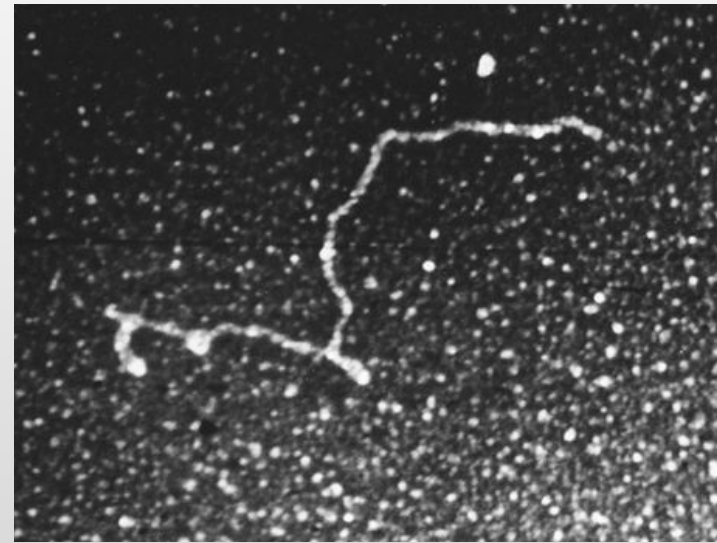
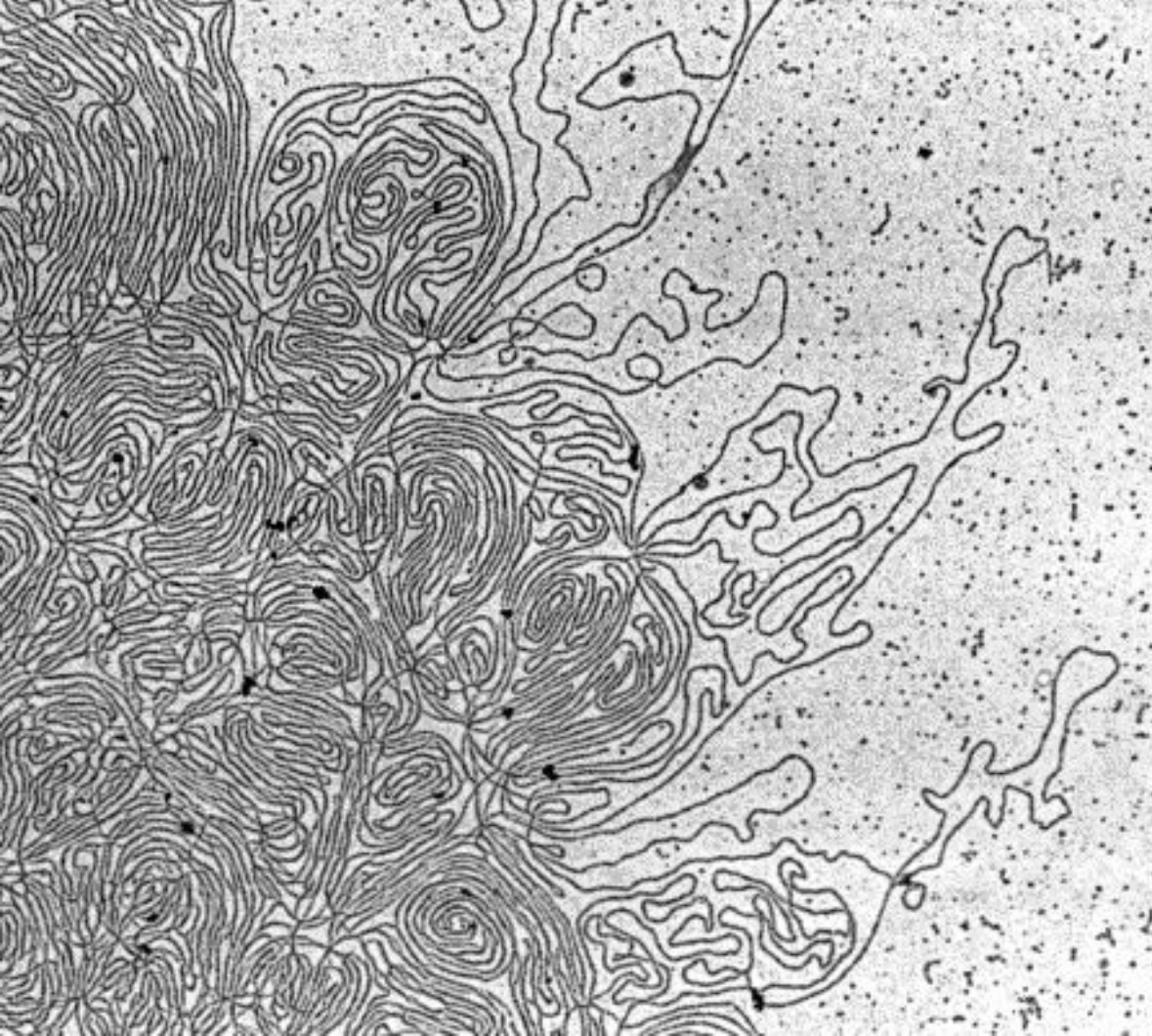


**ДНК бактериальных плазмид**

# ДНК реовируса

сканирующий электр. микроскоп



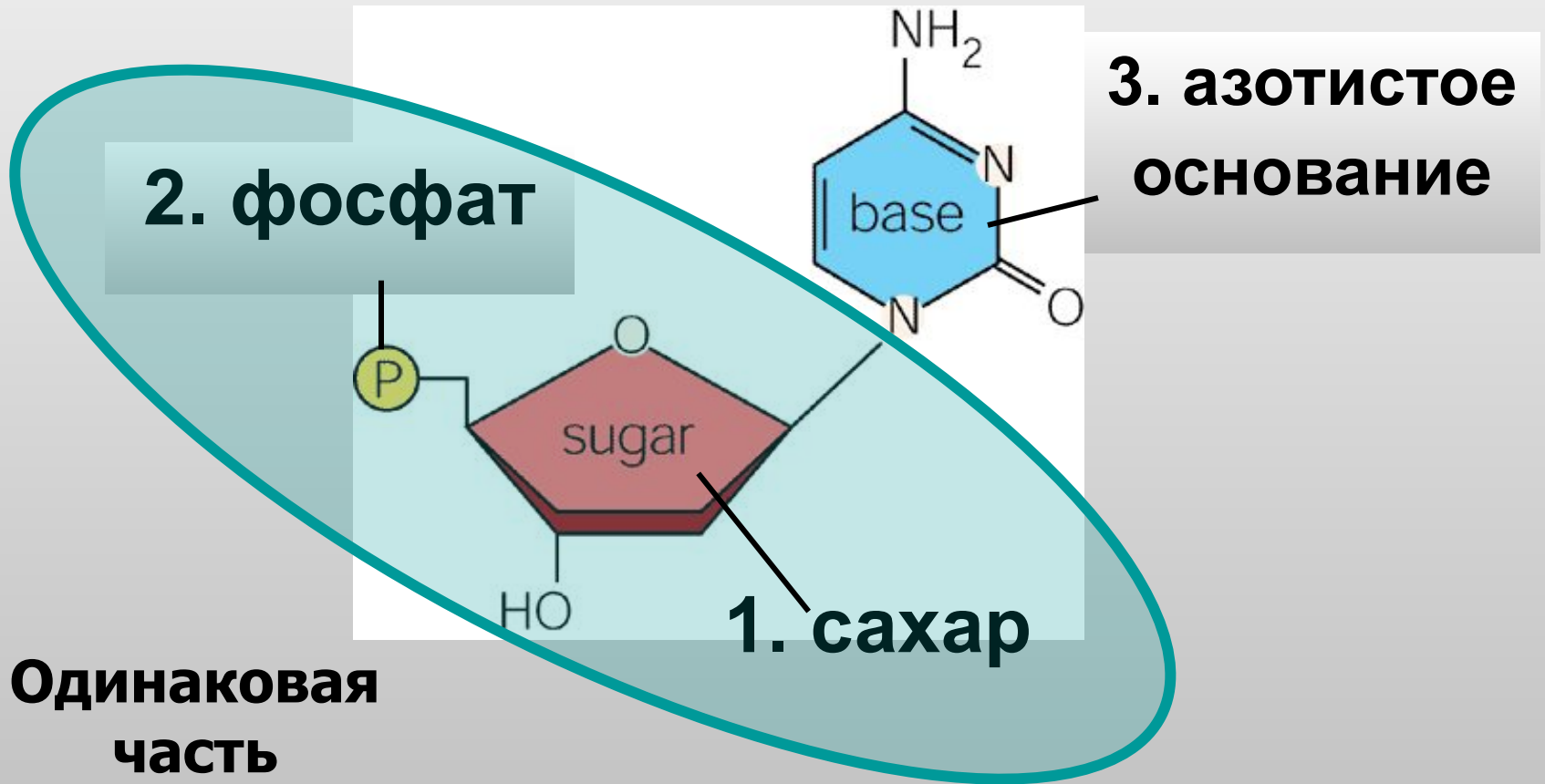


**РНК**

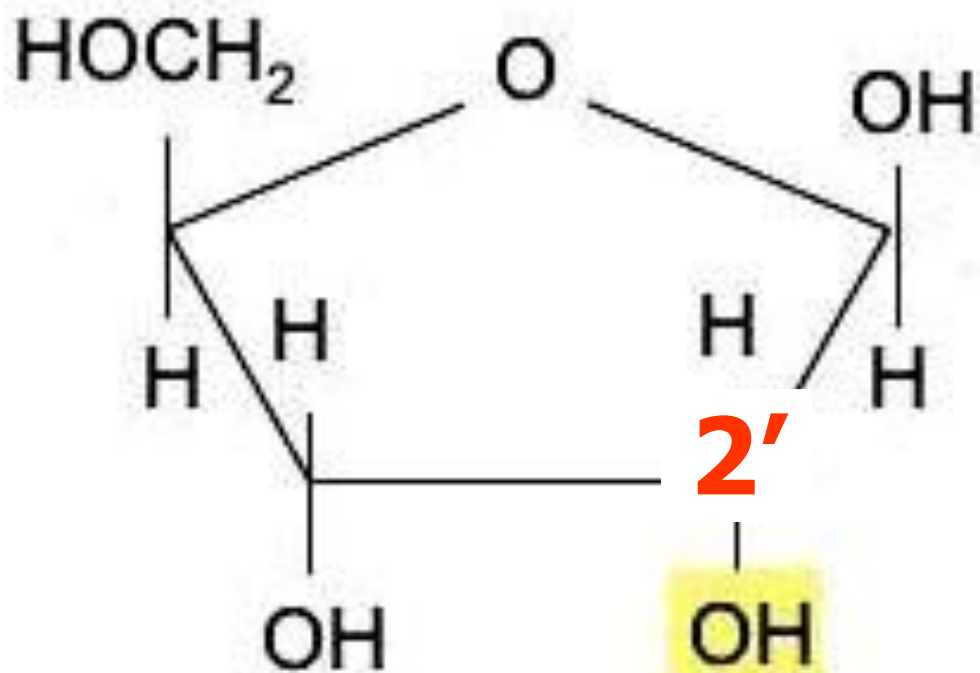
**ДНК**, выделенная  
из одной хромосомы человека

ДНК и РНК – **нерегулярные** полимеры

мономер – **нуклеотид**  
состоит из 3 частей



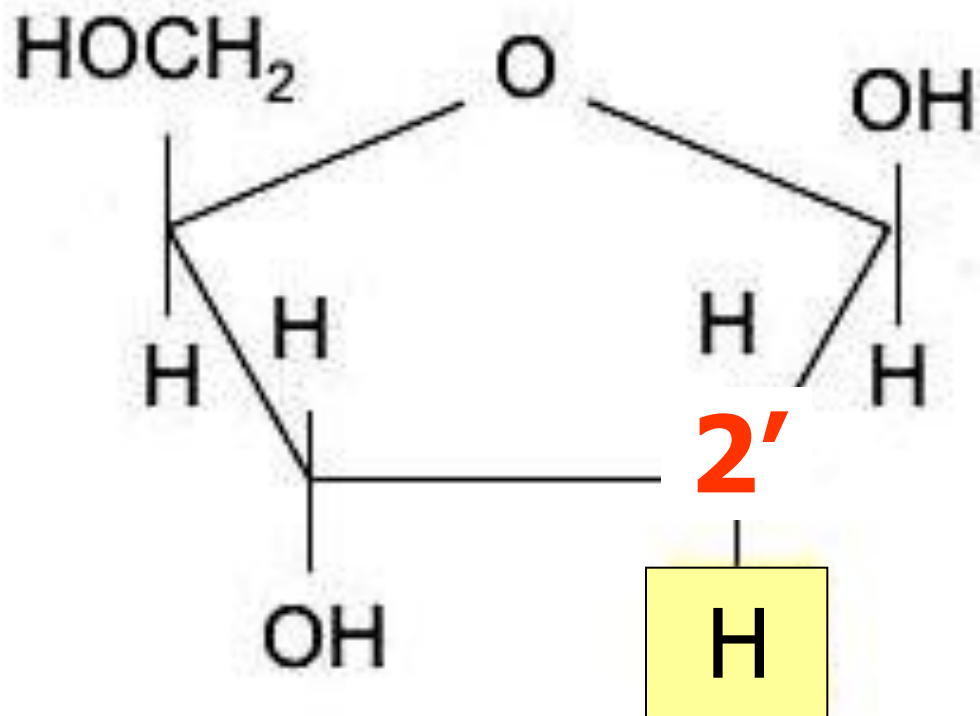
# Сахар



Рибоза



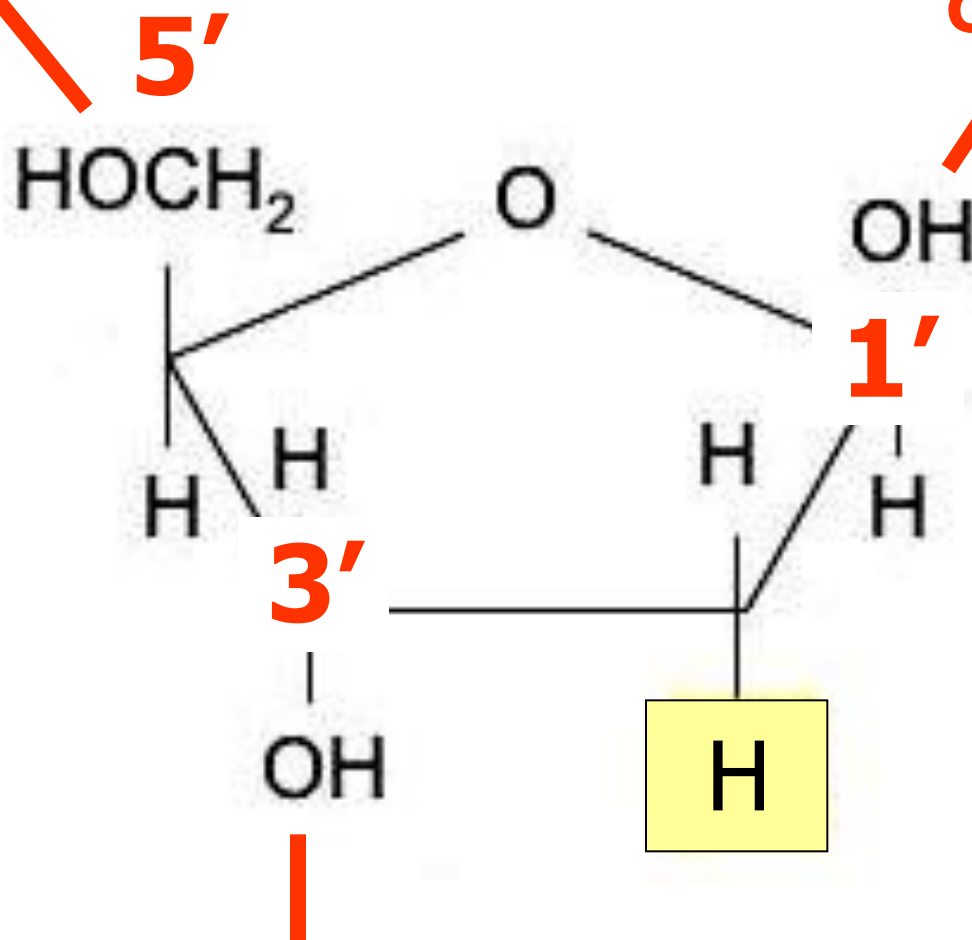
# Сахар



**2'** - дезоксирибоза

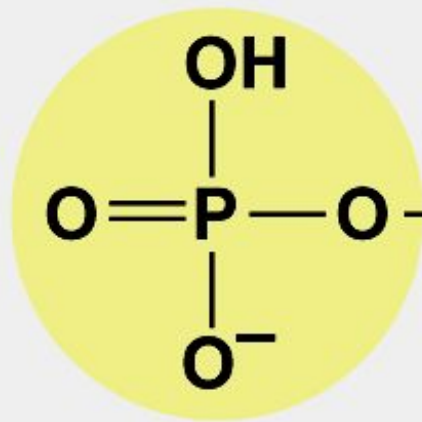
Фосфат

Азотистое  
основание



Следующий нуклеотид цепочки

# Нуклеотид



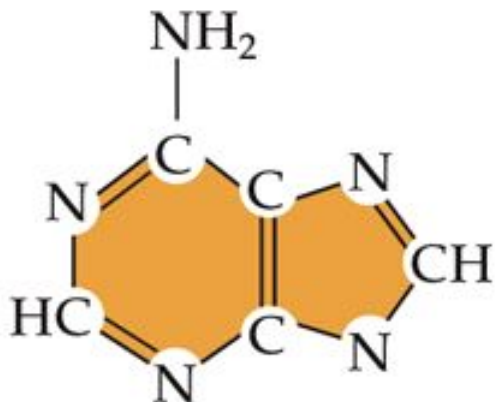
фосфат



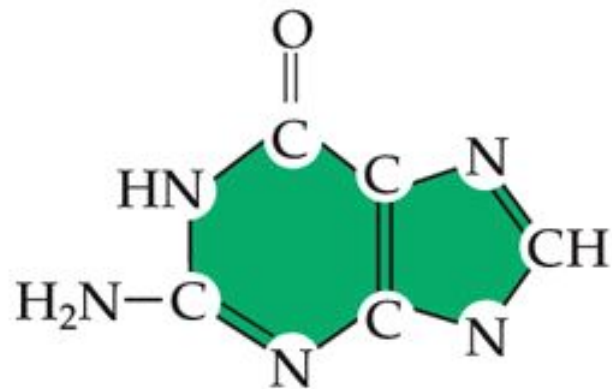
Азотистое  
основание –  
одно из 4

Сахар (рибоза / дезоксирибоза)

# ДНК



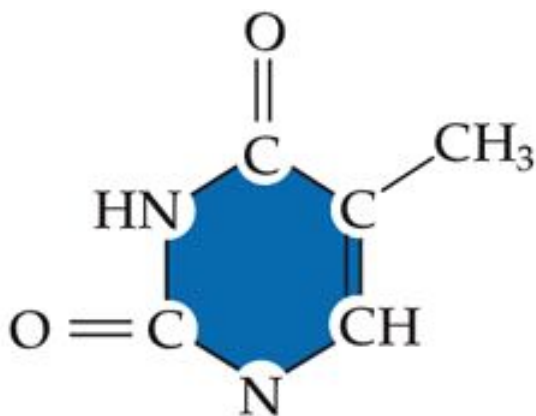
Аденин, А



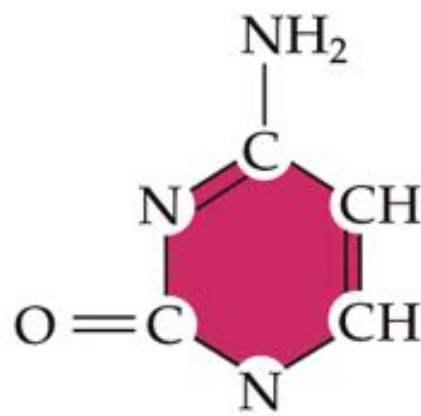
Гуанин, Г

## Пурины

## Пиримидины

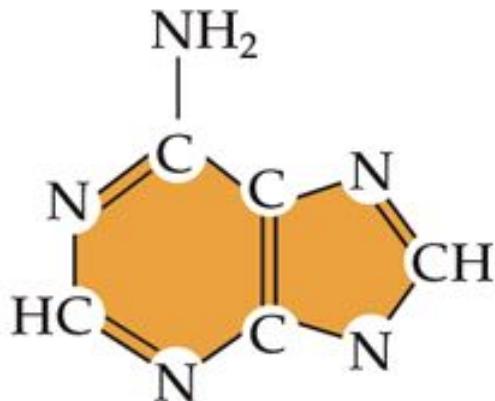


Тимин, Т

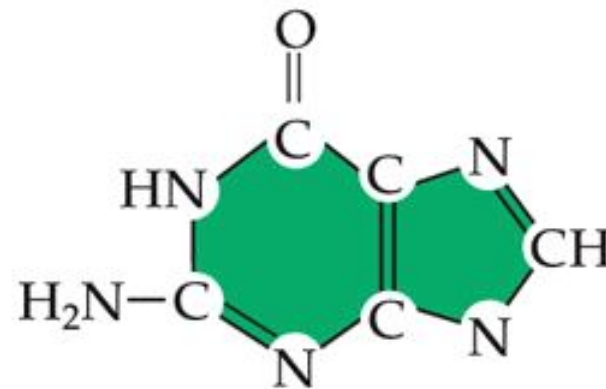


Цитозин, Ц

# РНК



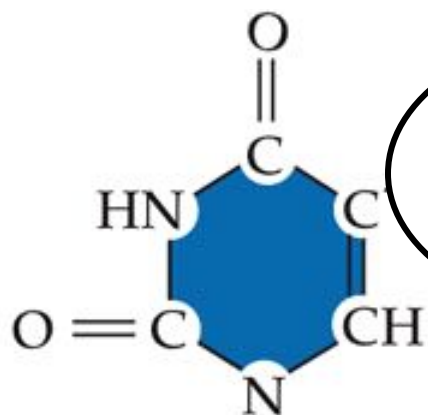
Аденин, А



Гуанин, Г

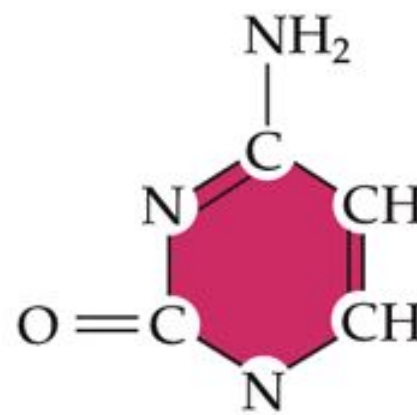
## Пурины

## Пиримидины



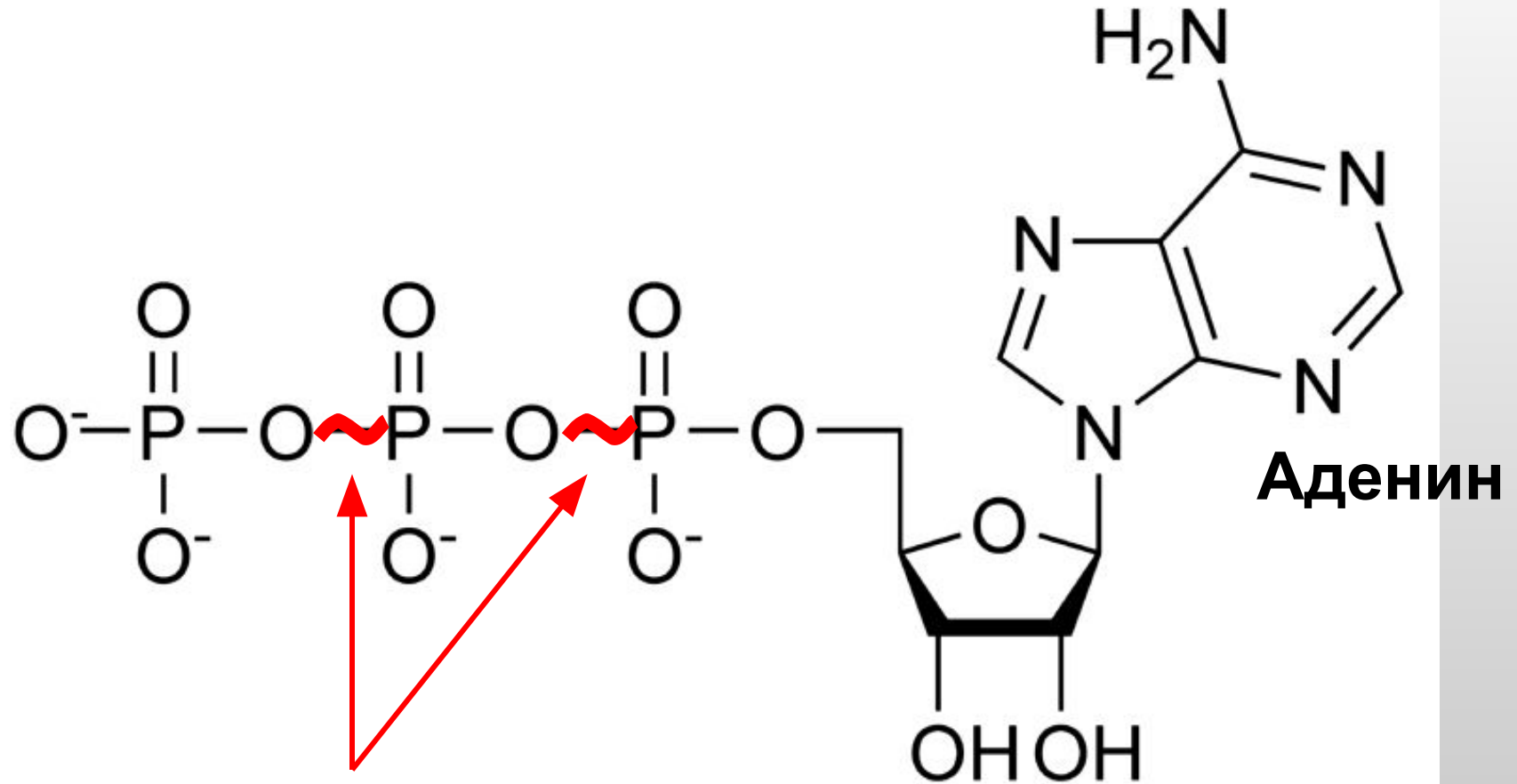
Урацил, У

Убрали  
метильную  
группу



Цитозин, Ц

# АТФ – аденозин трифосфат

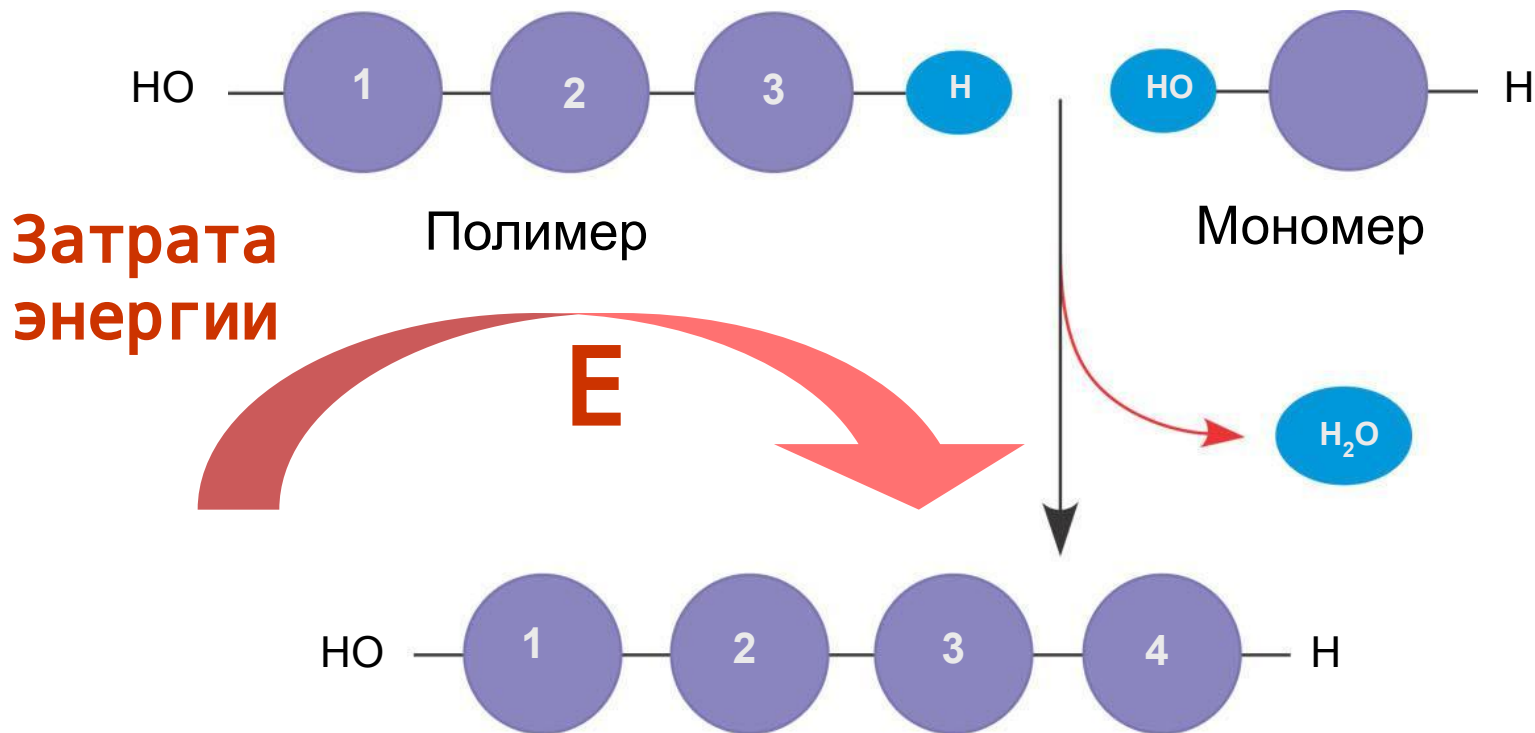


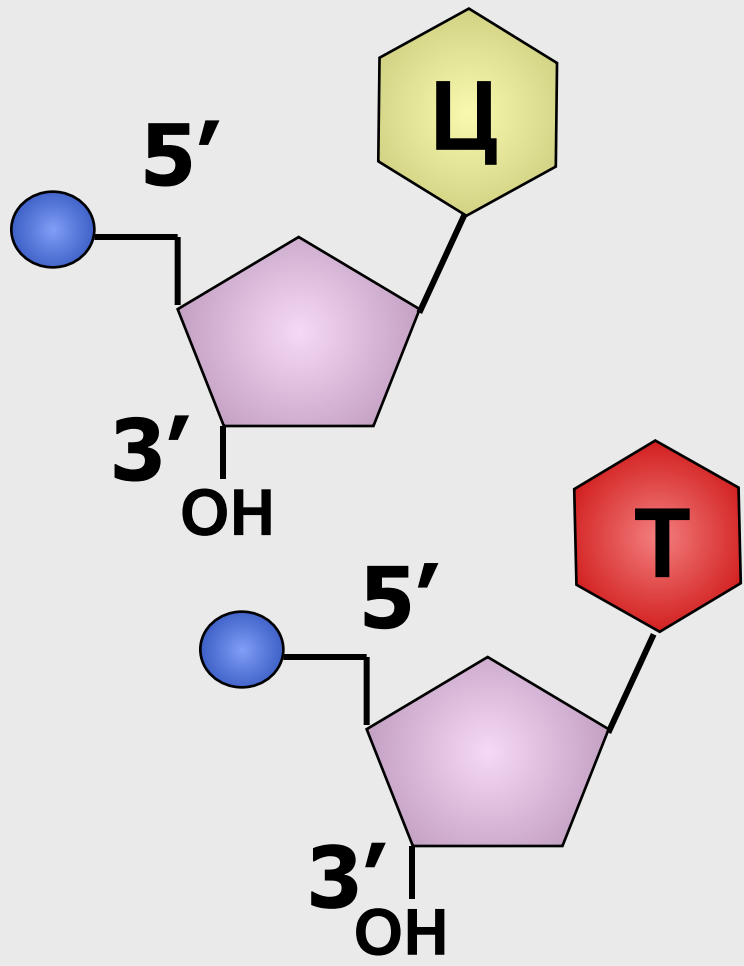
**макроэргические связи**

**рибонуклеотид**

# Синтез цепочки из нуклеотидов

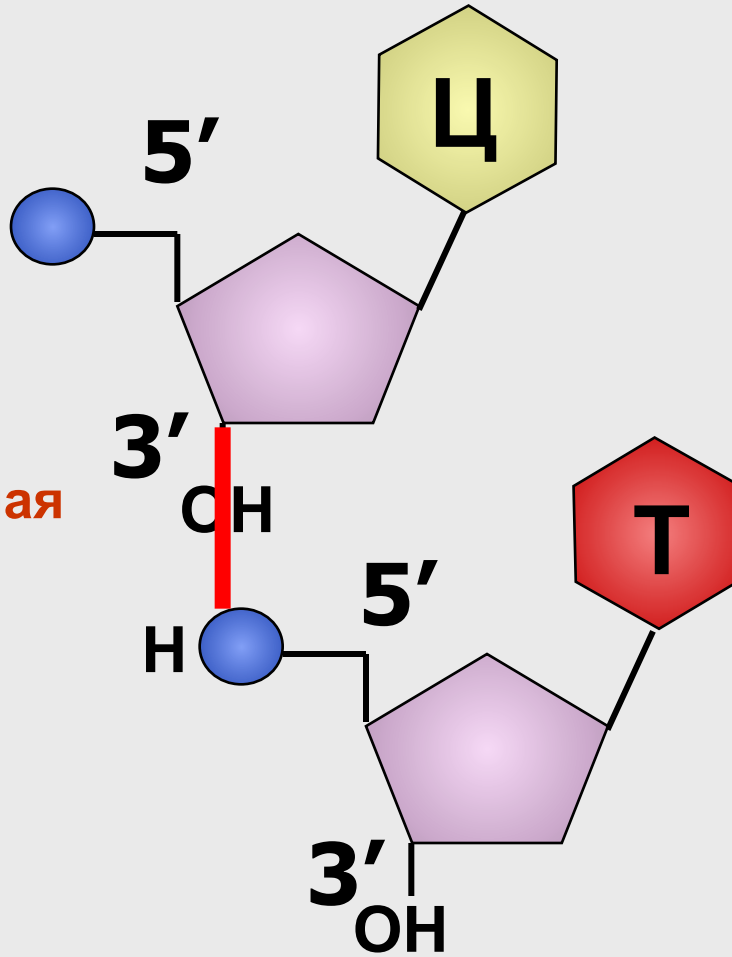
- Реакция **конденсации** – отщепление молекулы воды.







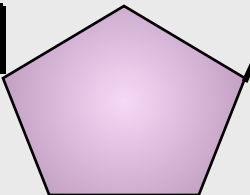
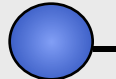
Фосфодиэфирная  
связь



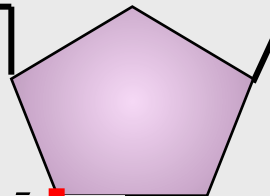
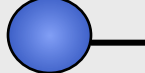
**5' конец цепи**

Направление роста

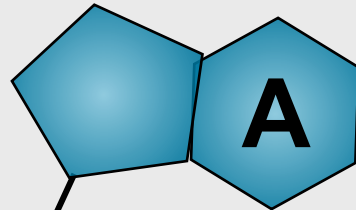
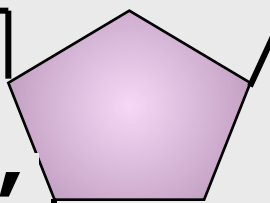
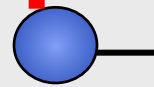
**5'**



Фосфодиэфирная  
связь



Фосфодиэфирная  
связь



**3' конец цепи**

**3'**

ОН



**Растущий конец –  
всегда 3′**

**для всех нуклеиновых  
кислот – ДНК и РНК**

# Строение ДНК

**1950**

Правила  
Чаргаффа



Эрвин Чаргафф

**Table 18-1 Base Composition of DNA from Various Sources**

Source of DNA	Number of Each Type of Nucleotide*			
	A	T	G	C
Bovine thymus	28.4	28.4	21.1	22.1
Bovine liver	28.1	28.4	22.5	21.0
Bovine kidney	28.3	28.2	22.6	20.9
Bovine brain	28.0	28.1	22.3	21.6
Human liver	30.3	30.3	19.5	19.9
Locust	29.3	29.3	20.5	20.7
Sea urchin	32.8	32.1	17.7	17.3
Wheat germ	27.3	27.1	22.7	22.8
Marine crab	47.3	47.3	2.7	2.7
<i>Aspergillus</i> (mold)	25.0	24.9	25.1	25.0
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> (yeast)	31.3	32.9	18.7	17.1

# Правила Чаргаффа



=



=



Purines

=

Pyrimidines

$$[A] + [Г] = [Т] + [Ц] = 50\%$$

# Объяснение правилам Чаргаффа дали Уотсон и Крик

ДНК – это 2 цепочки,  
соединенные по принципу  
**комплементарности**



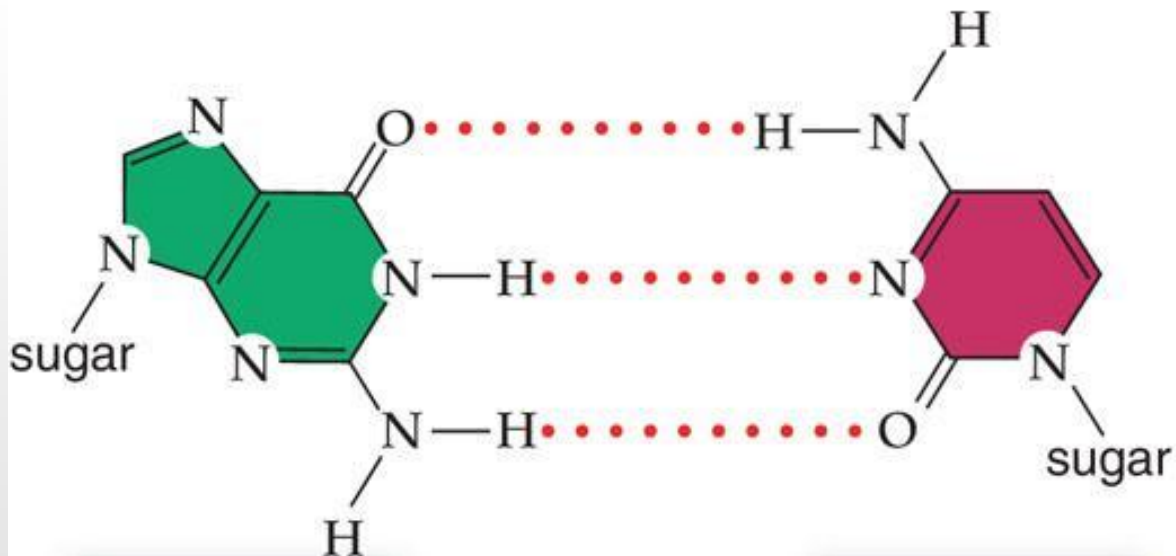
**Принцип  
комплементар-  
ности:**

**A** --- **T**

**G** --- **C**

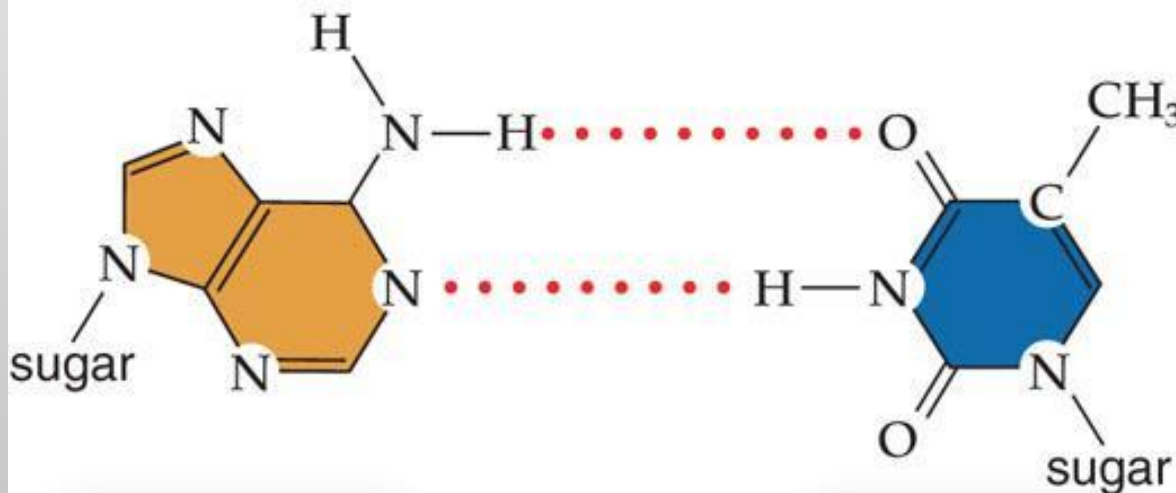
**Прочнее**

**Слабые  
водородные  
связи!**



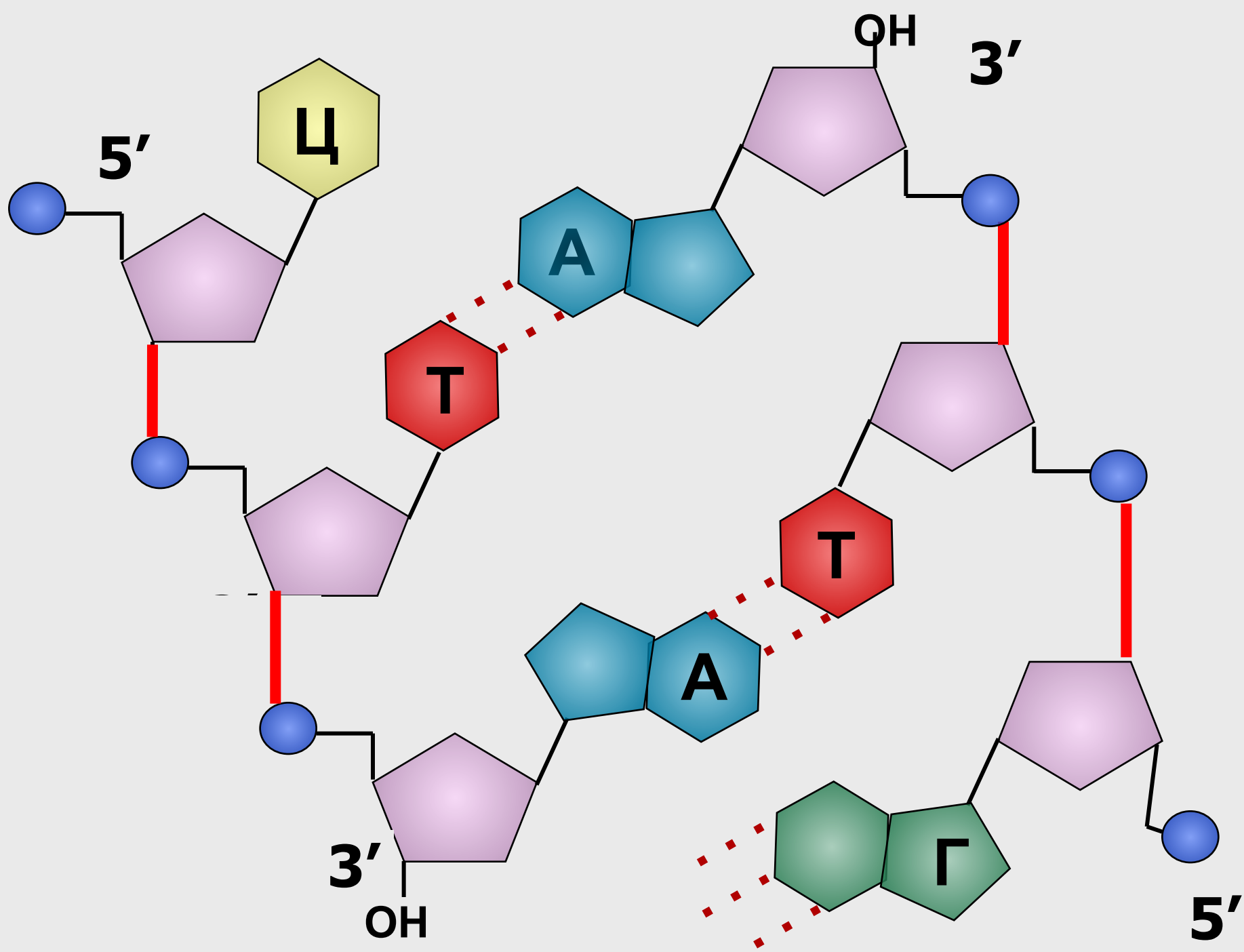
guanine (G)

cytosine (C)



adenine (A)

thymine (T)

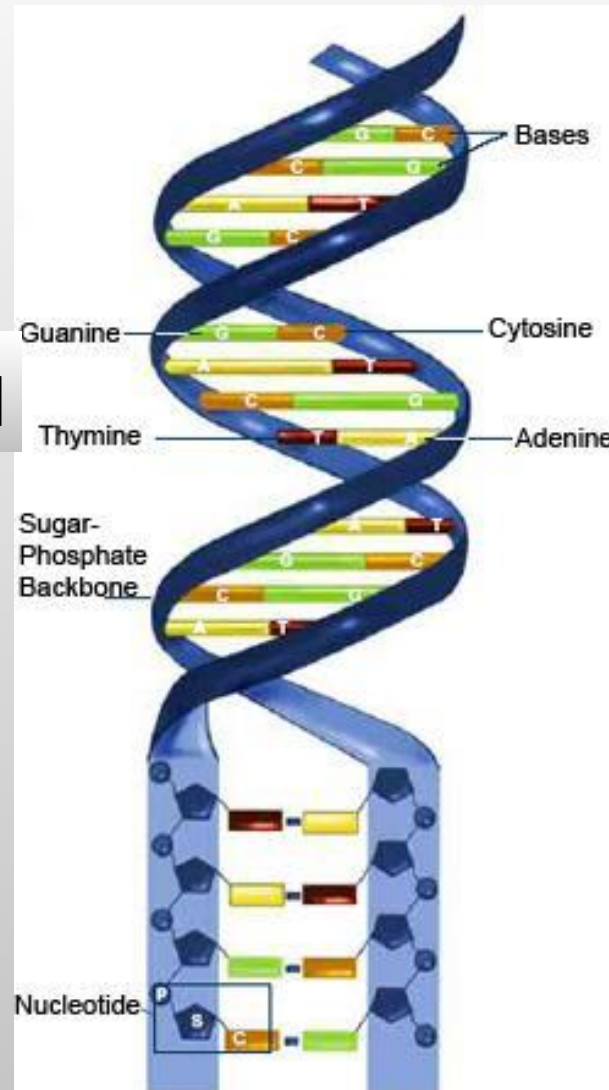


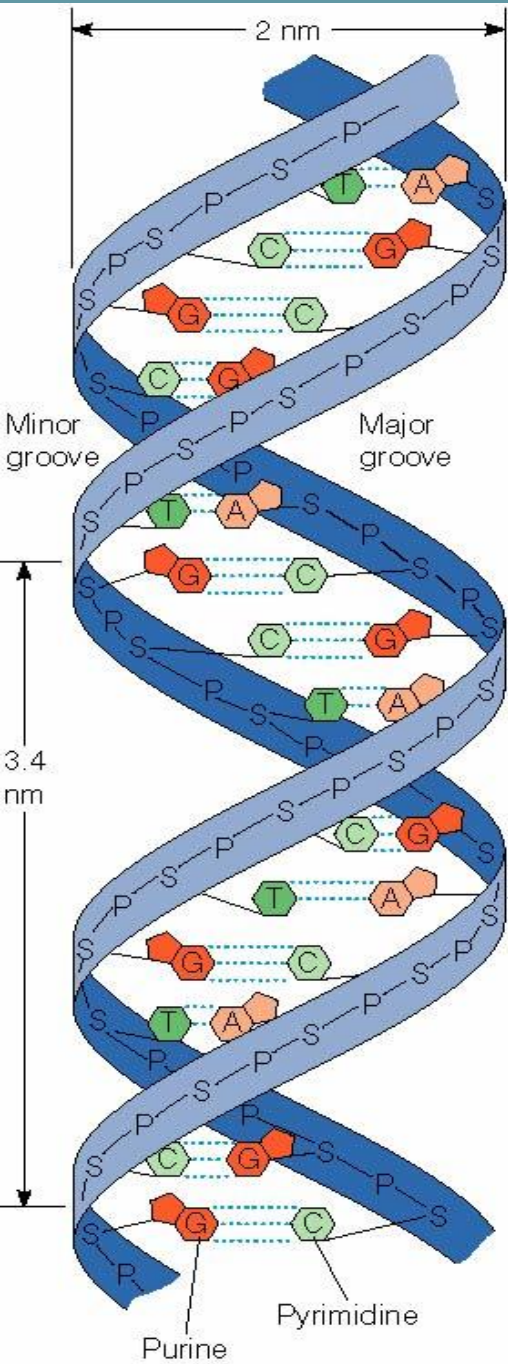
← 2 нм →

1 ВИТОК —  
10 н.п.

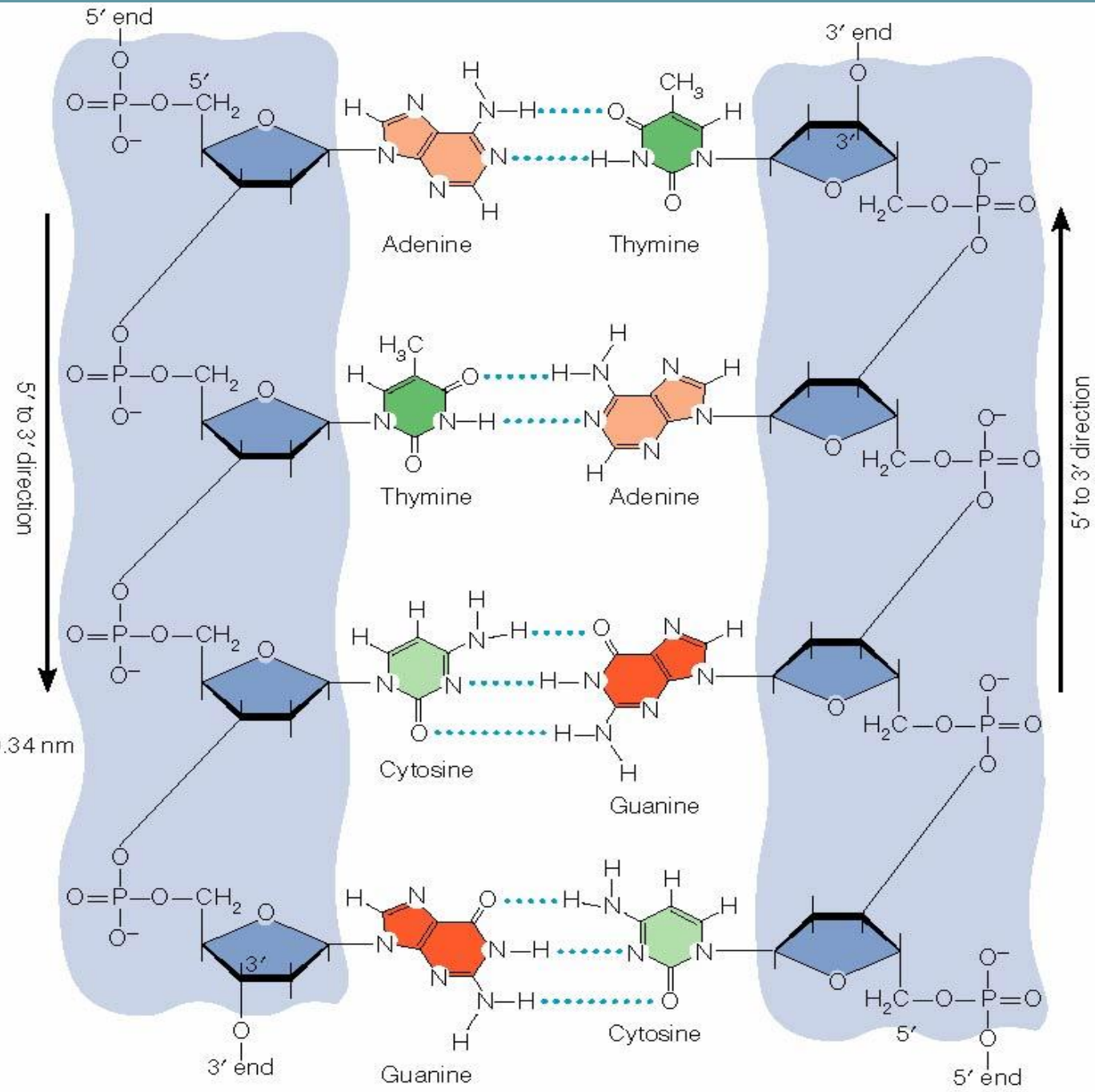
3.4 нм

На одну н.п.  
приходится  
0.34 нм



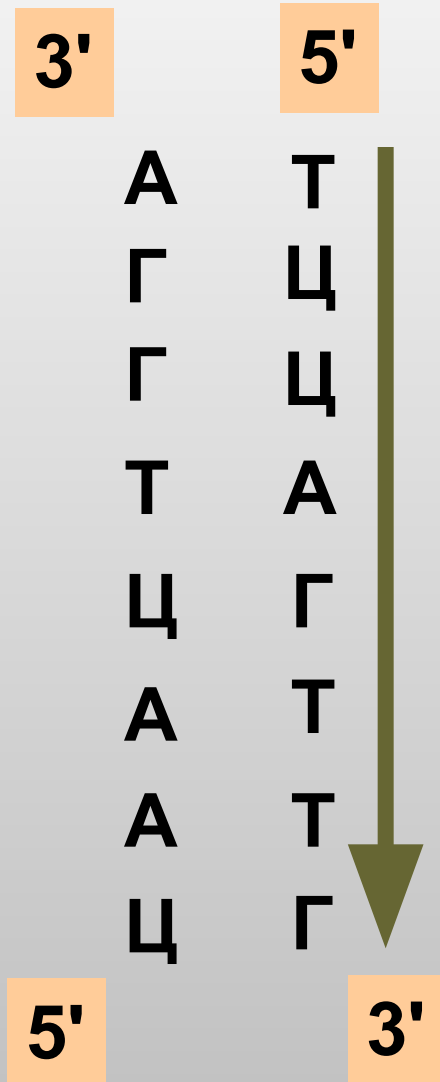


(a) Double helix



(b) Antiparallel orientation of strands

# Принципы строения ДНК



Нерегулярность

Двуцепочечность

Комплементарность

Антипараллельность

Какие черты в строении ДНК  
прямо указывают на ее  
функцию?

(Сравните со строением белков)

# Строение РНК

# Отличия РНК от ДНК

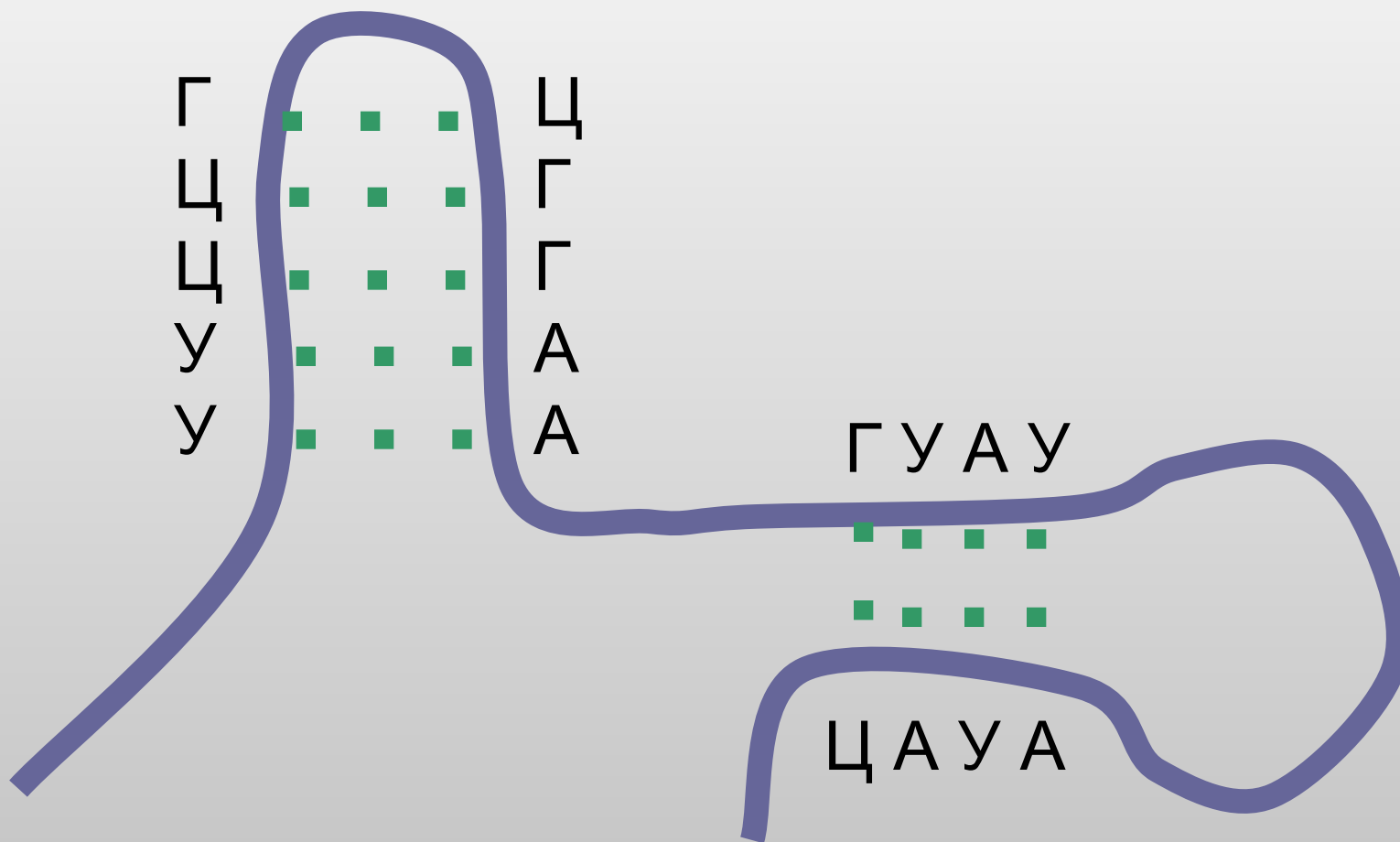
1. **Одноцепочечные** молекулы
2. Сахар – **рибоза** вместо дезоксирибозы
3. **У** вместо Т
4. Намного **меньше** – сравнимы по размеру с белками.

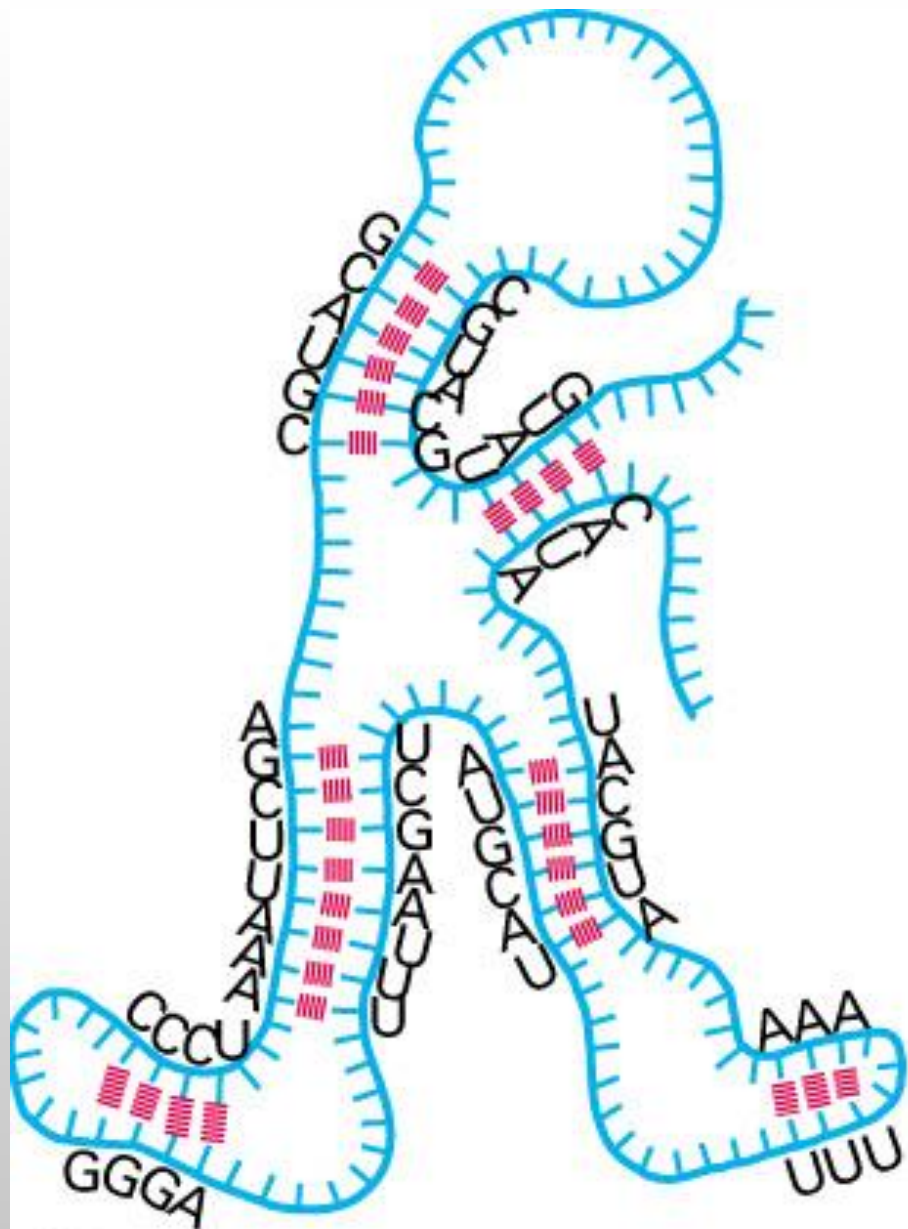


# Виды РНК

- 1. и-РНК** = м-РНК информационная,  
матричная **линейная**  
до 10 тысяч нуклеотидов
  - 2. т-РНК** транспортная  
около 100 нуклеотидов
  - 3. р-РНК** рибосомальная  
2-3 тысячи нуклеотидов
- как и белки,  
имеют  
3-мерную  
конформацию**

# Образование вторичной структуры РНК



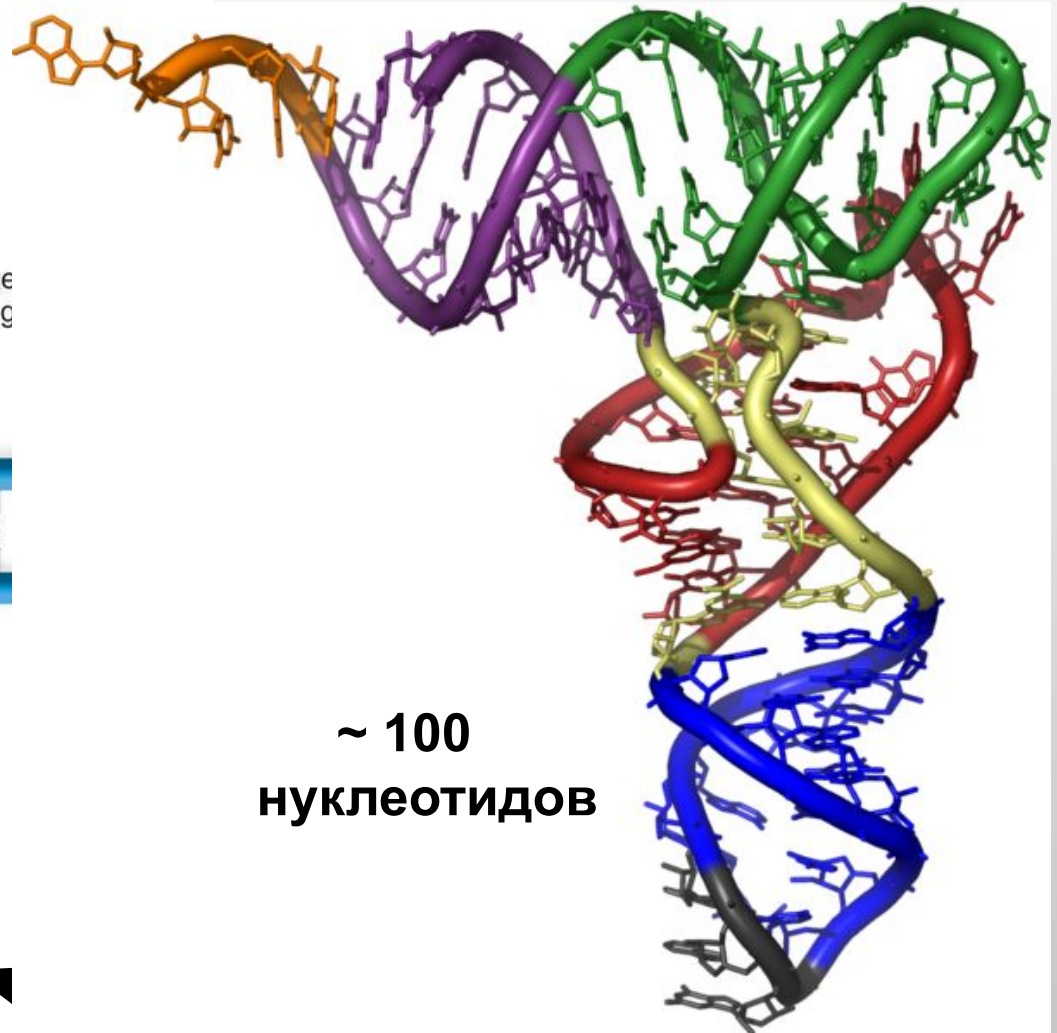
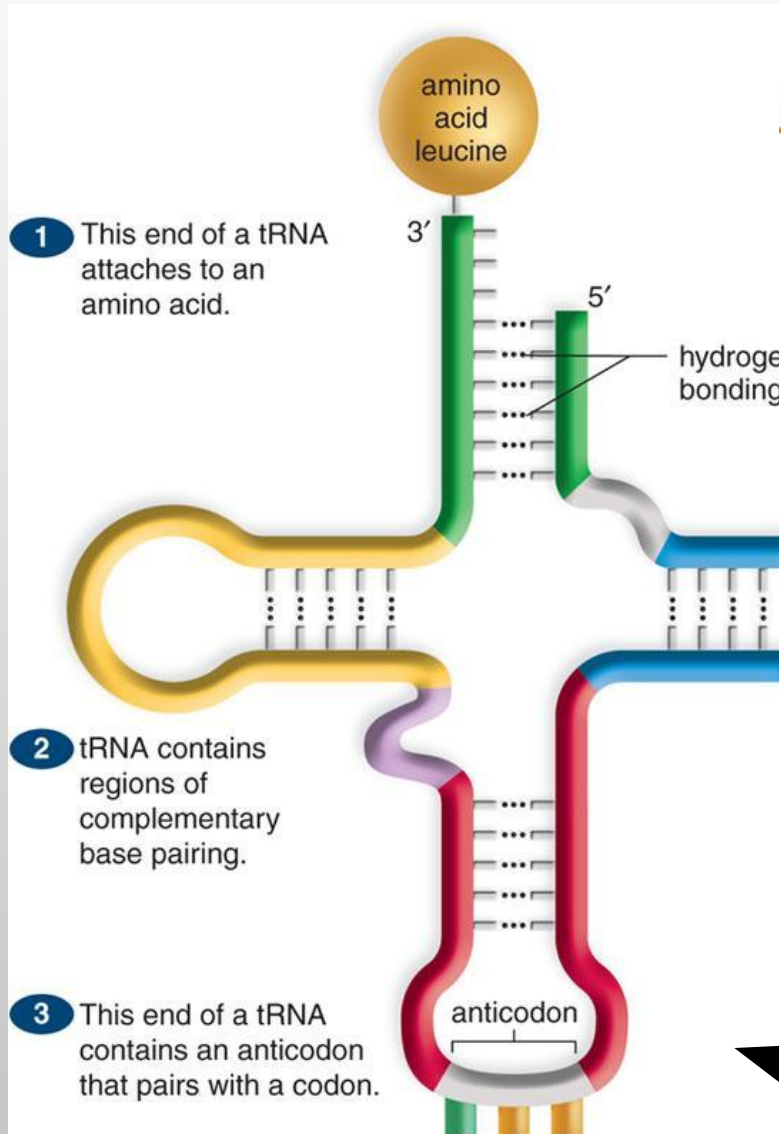


(A)



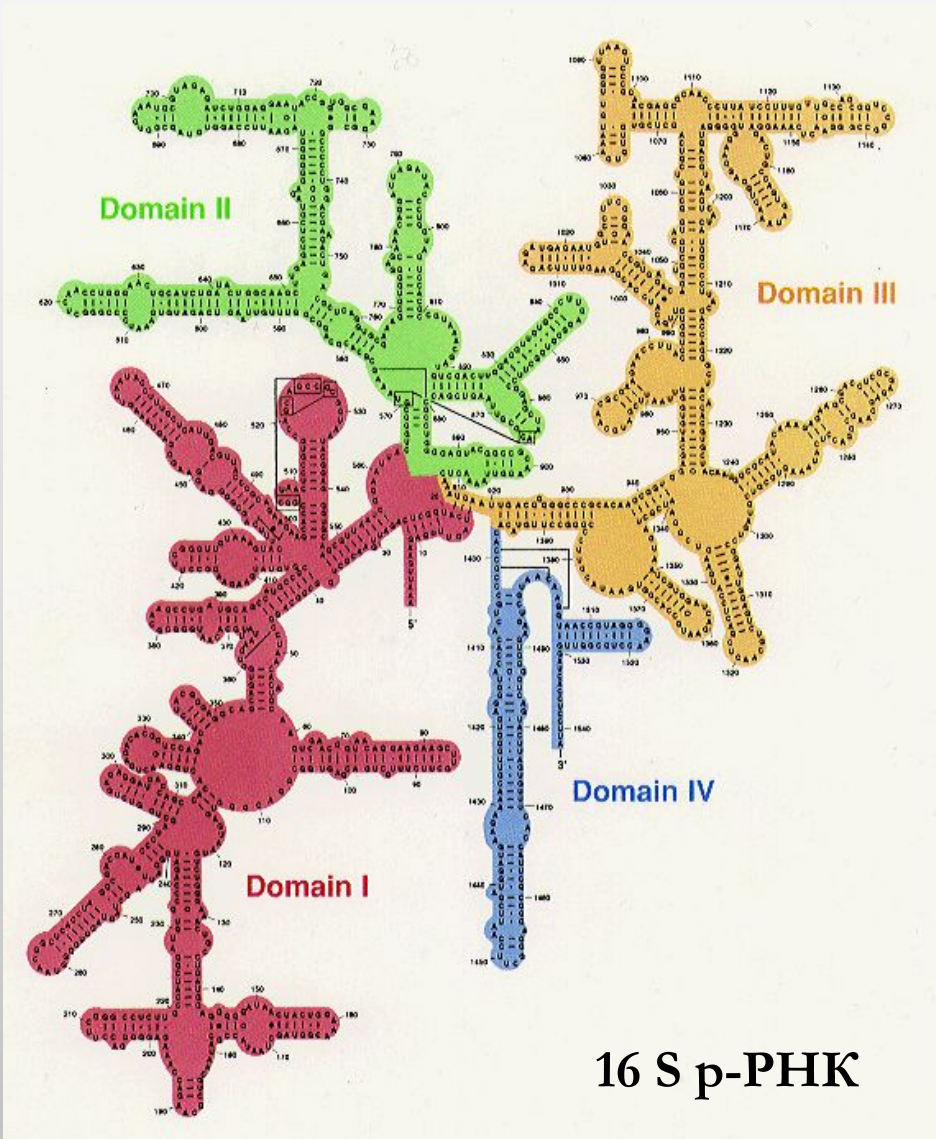
Схема образования  
петель в РНК  
за счет  
комплементарных  
участков

# Транспортная РНК



«КЛВЕРНЫЙ ЛИСТ»

# Рибосомальная РНК



Самая  
большая из  
всех видов  
РНК –  
2-3 тысячи  
нуклеотидов

# Функции РНК

в порядке их открытия

## 1. Информационная: 1950-е

реализация информации

Все виды РНК – посредники в передаче информации от ДНК к белку

ДНК → РНК → белок

Место встречи всех трех РНК – **рибосома**

# Функции РНК

в порядке их открытия

## 1. Информационная: хранение информации (у части вирусов)

- Примерно 80% вирусов человека и животных использует для записи информации РНК
- У них она выполняет ту же роль, что ДНК у всех остальных организмов

# Функции РНК

в порядке их открытия

## 2. Каталитическая 1982

Рибозимы – РНК-ферменты

Не все РНК, а лишь некоторые:

р-РНК рибосом,

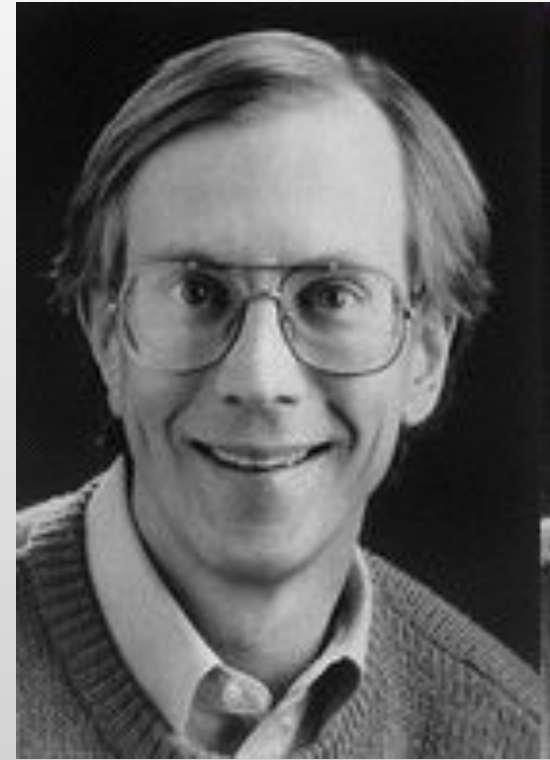
РНК некоторых вирусов

РНК в составе сплайсосомы





Минимальный рибозим,  
способный расщеплять РНК



Томас Чек

# Функции РНК

в порядке их открытия

## 3. Регуляторная 1990-е

Малые РНК регулируют работу генов в ядре и синтез белка в цитоплазме

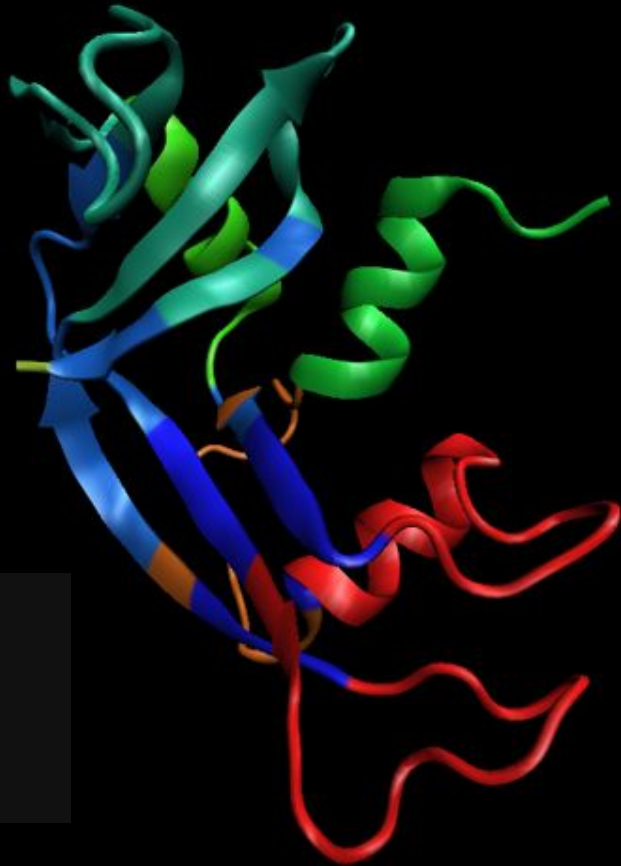
Аналогична функции ДНК-связывающих белков

# РНК сочетает свойства

- **ДНК** – принцип комплементарности, позволяющий матричное копирование молекулы
- **Белков** – трехмерную структуру, позволяющую выполнять самые разные функции (катализ, регуляцию, транспорт)

**3-D форма и  
разнообразные функции**

**Матричное копирование**



**Белок**



**РНК**



**ДНК**

**Это не конец**

**а только начало**

**БИОЛОГИИ**