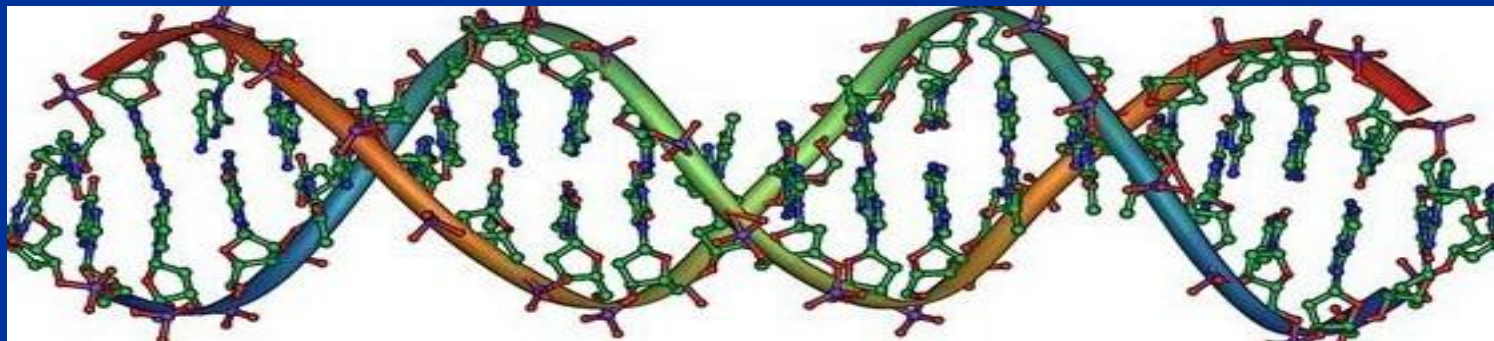


Структура и функции  
нуклеиновых кислот.  
Генетический код.  
Репликация ДНК.

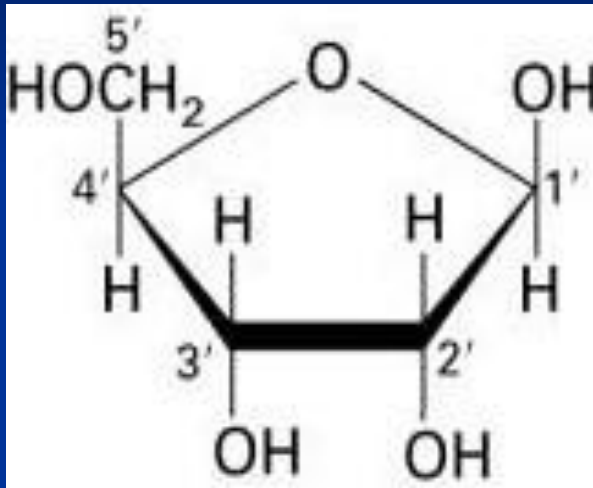


Нуклеиновая кислота – это биополимер,  
мономерами которого являются нуклеотиды



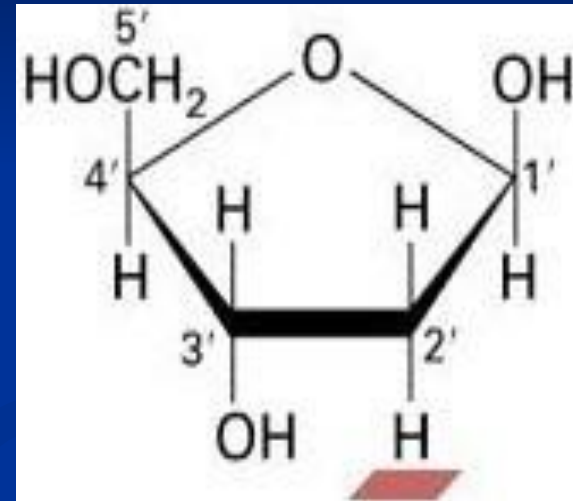
# Сахар

## РНК



Рибоза

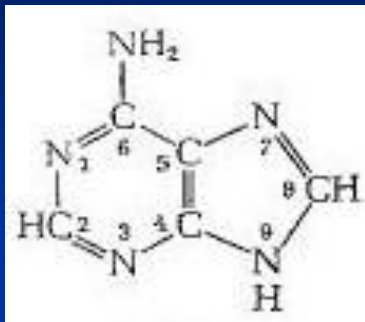
## ДНК



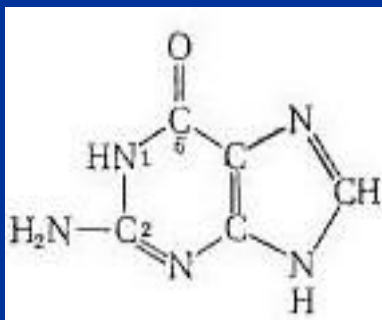
Дезоксирибоза

# АЗОТИСТЫЕ ОСНОВАНИЯ

## ■ Пуриновые

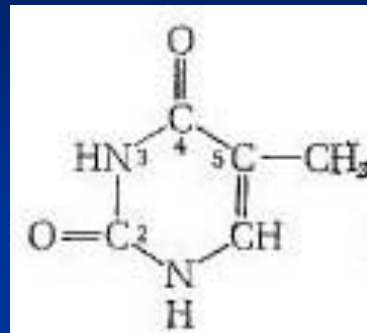


Аденин (А)

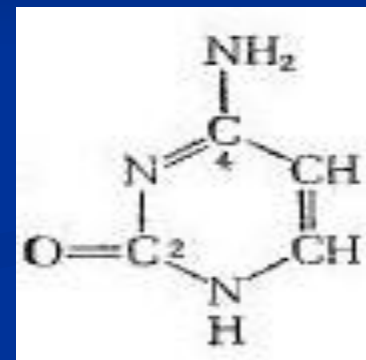


Гуанин (G)

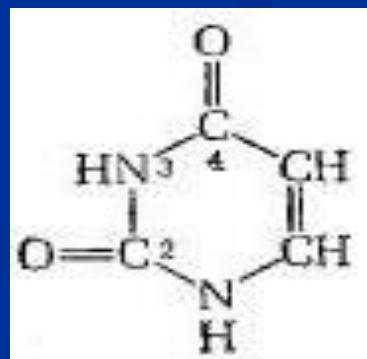
## ■ Пиримидиновые



Тимин (Т)

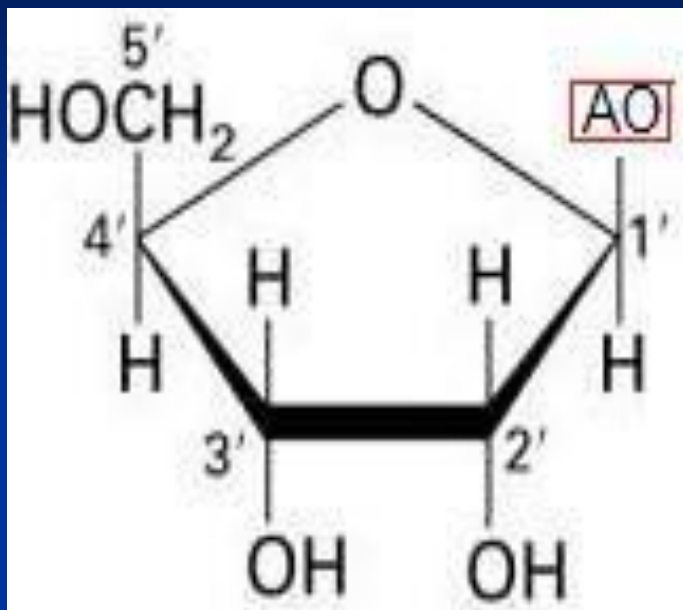


Цитозин (С)

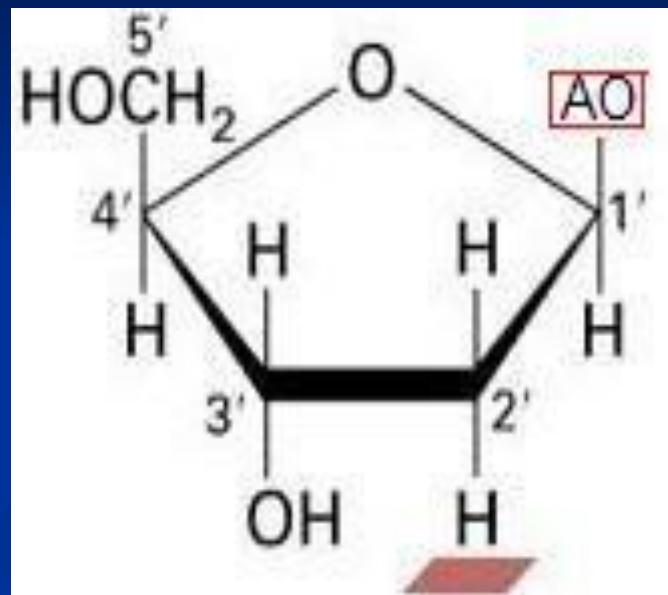


Урацил (U)

# Нуклеозиды

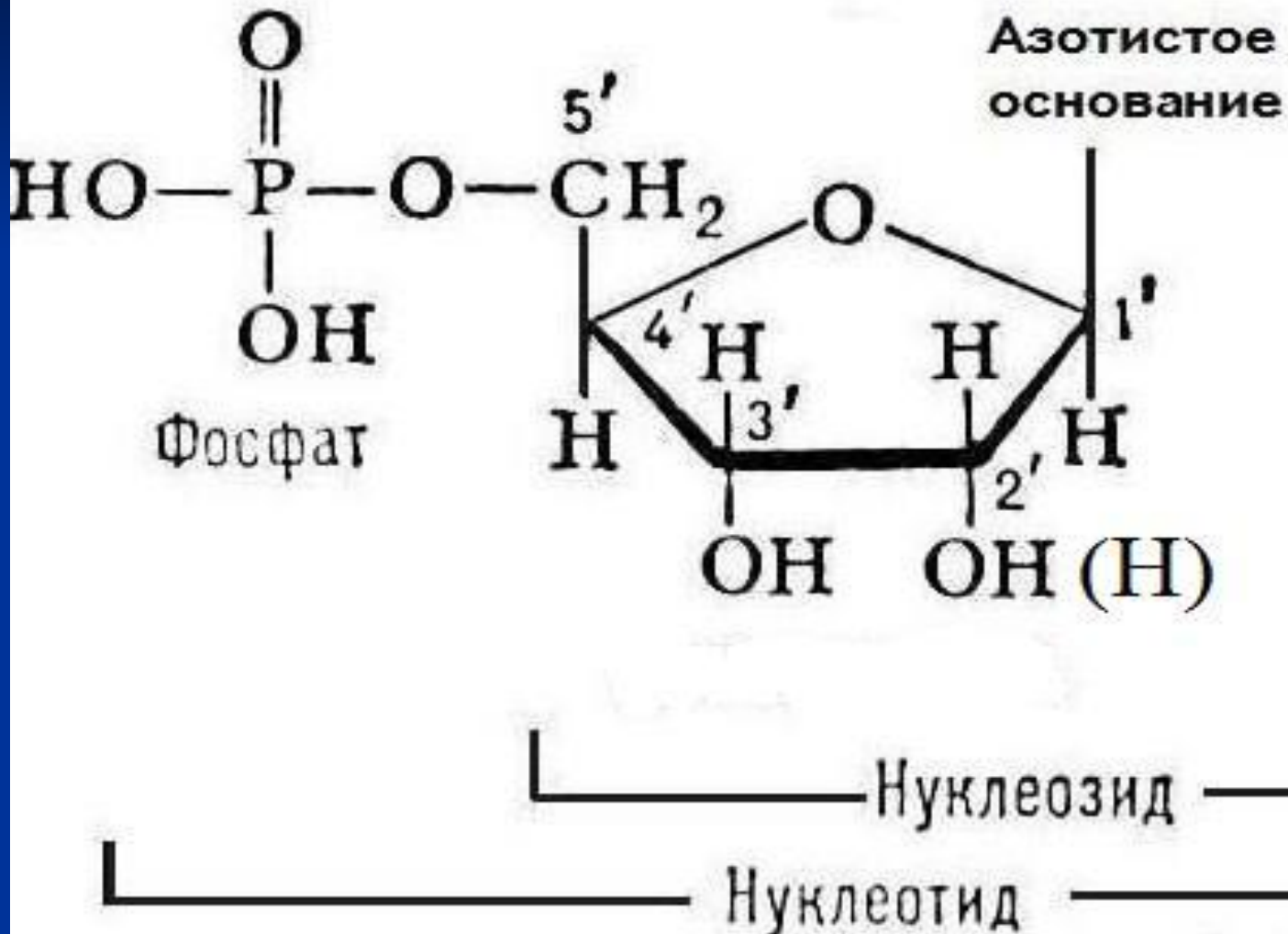


Рибонуклеозид  
(А, G, С, U)



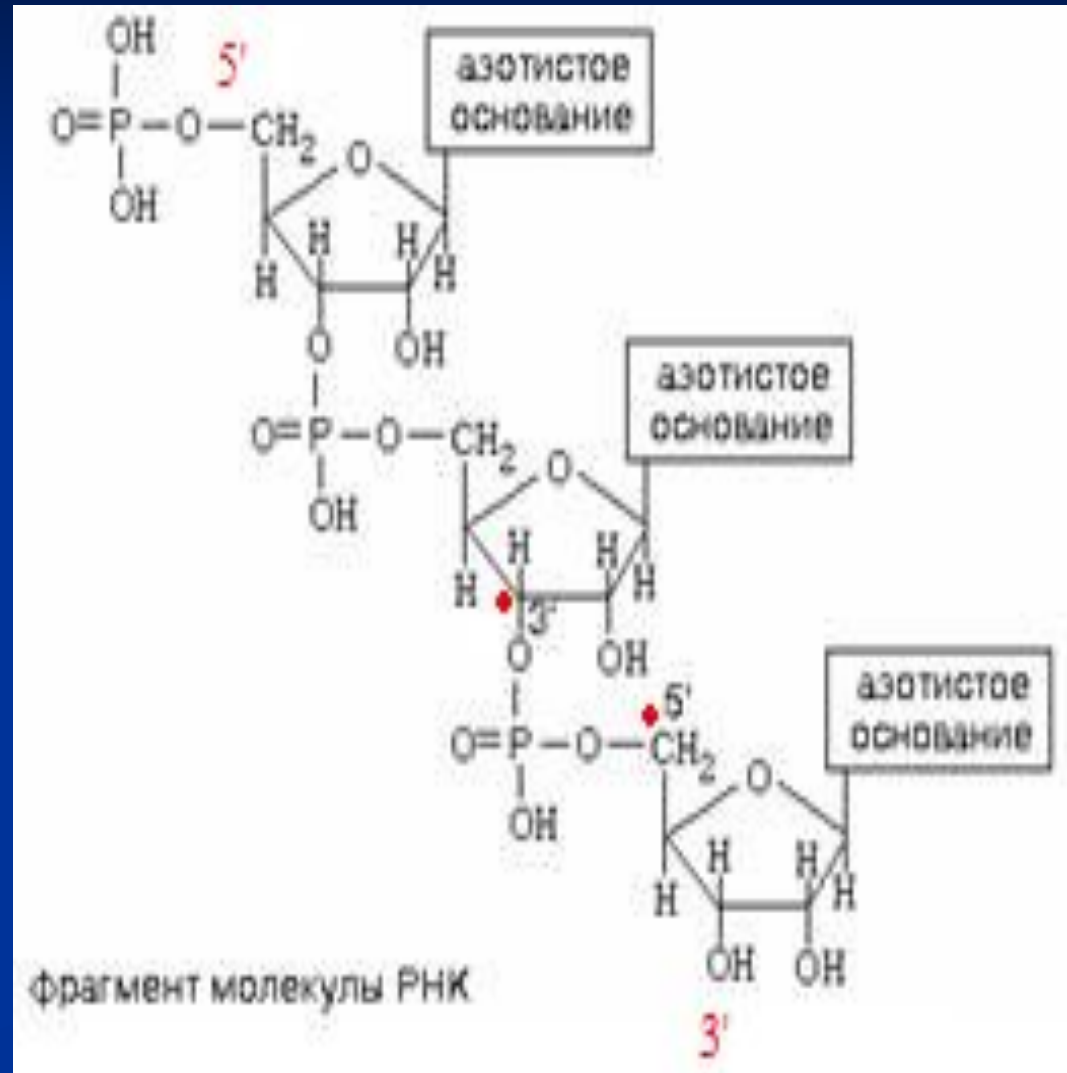
Дезоксирибонуклеозид  
(А, G, С, Т)

# Нуклеотид



# Первичная структура НК

Первичная структура нуклеиновых кислот — это последовательность нуклеотидов, соединенных ковалентными 3',5'-фосфодиэфирными связями.



# Правила Чаргаффа

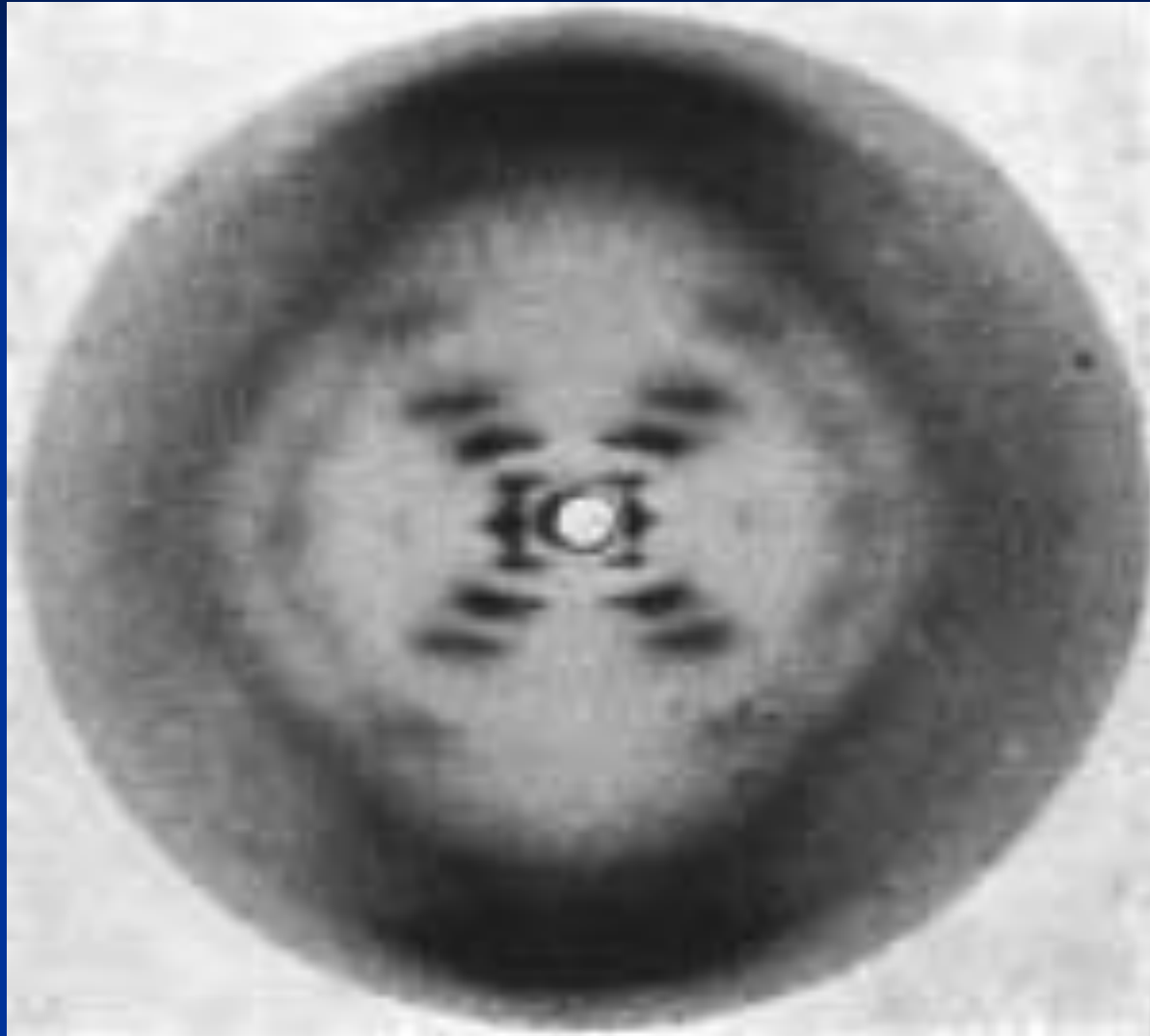
(Э. Чаргаффа, 1950 г.)

- $[A] = [T]$
- $[G] = [C]$
- $[A + G] = [T + C]$
- $[A + T] \neq [G + C]$



# Рентгенограмма ДНК

(Р. Франклин, 1953 г.)

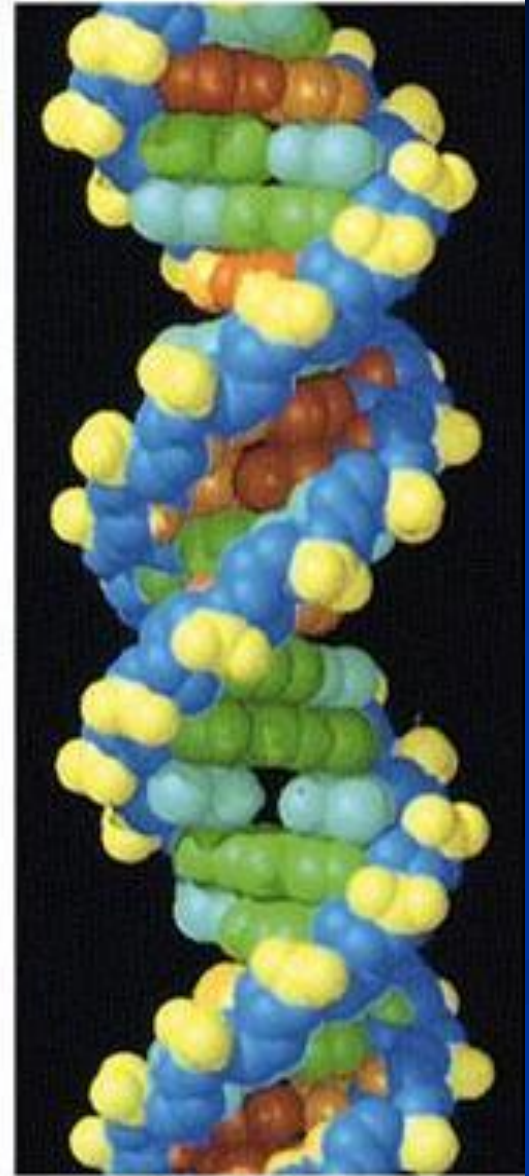
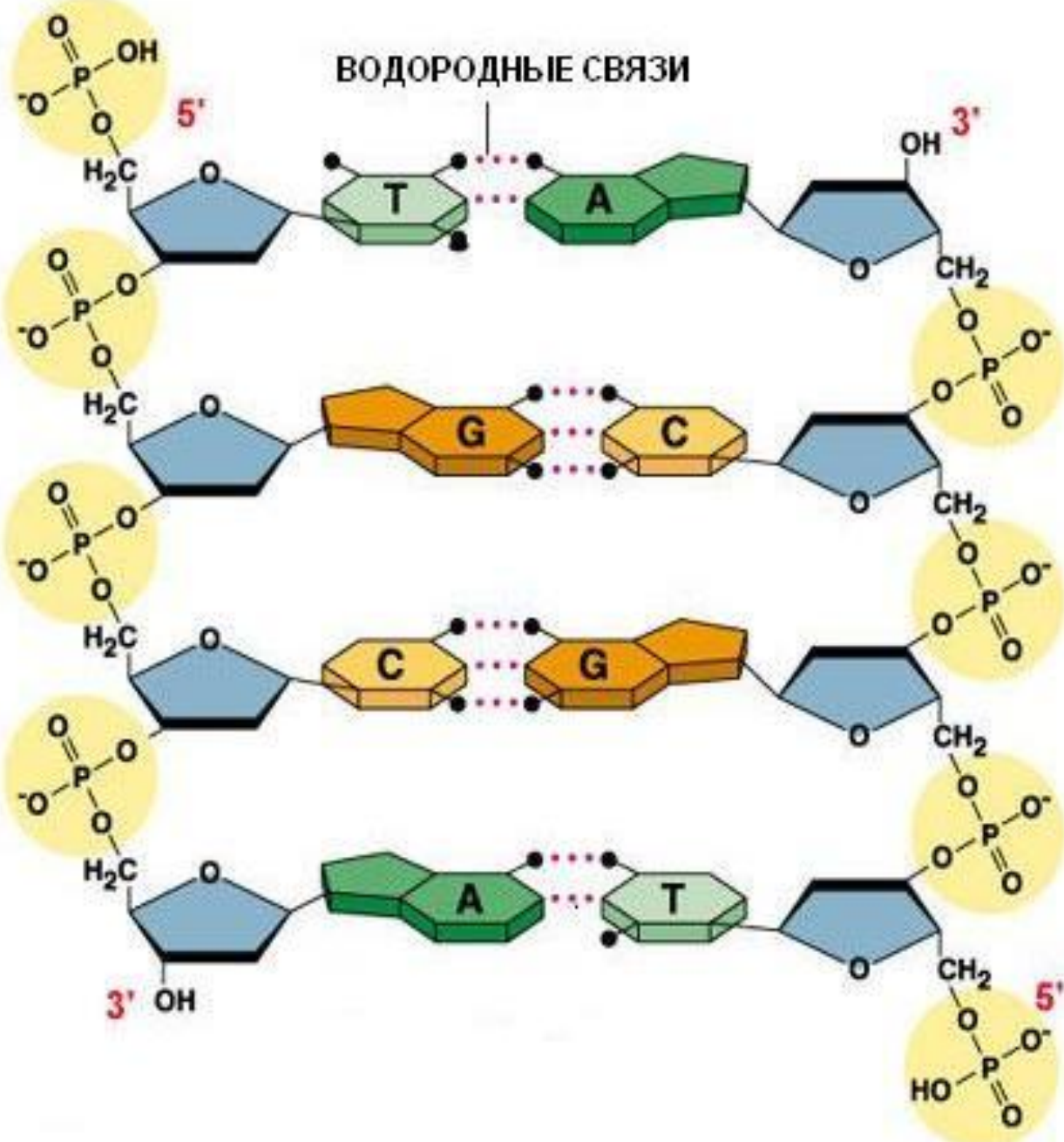


# Вторичная структура ДНК

## Двойная спираль

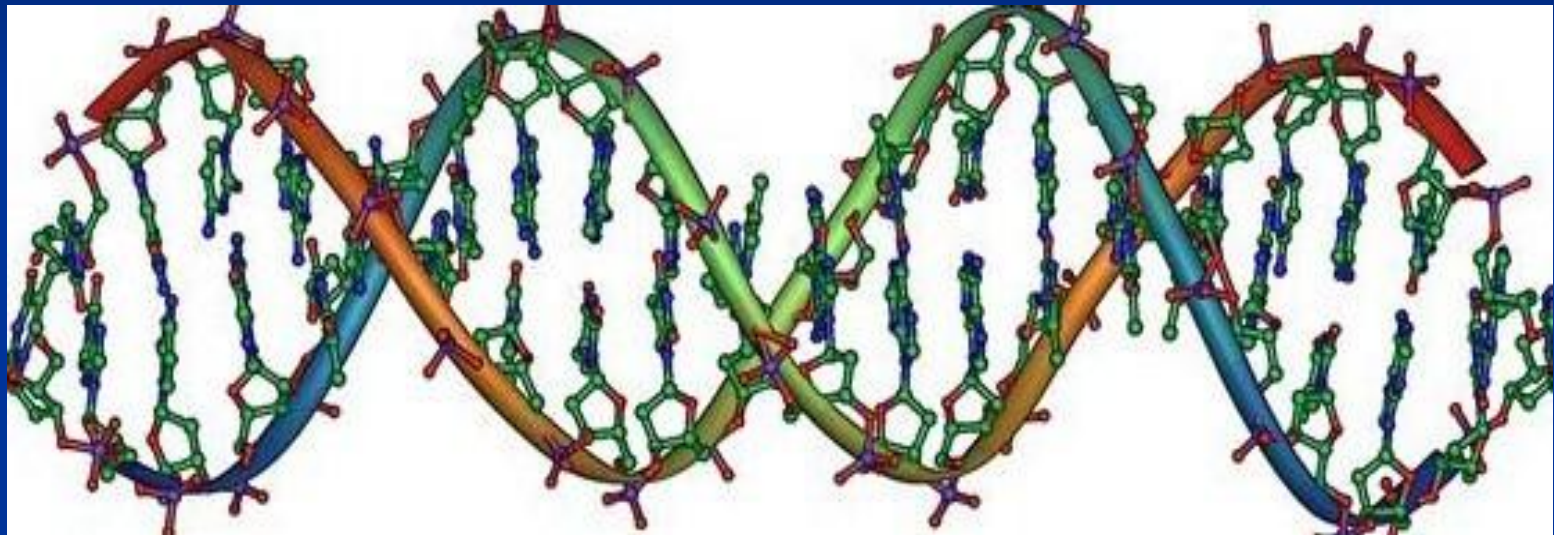
(Д. Уотсон и Ф. Крик, 1953 г.)

Это две антипараллельные, комплементарные полинуклеотидные цепи, соединенные водородными связями, закрученные в спираль относительно друг друга и воображаемой оси.



# Двойная спираль (В-тип)

1 оборот спирали = 3,4 нм (10 пар нуклеотидов)



2  
нм

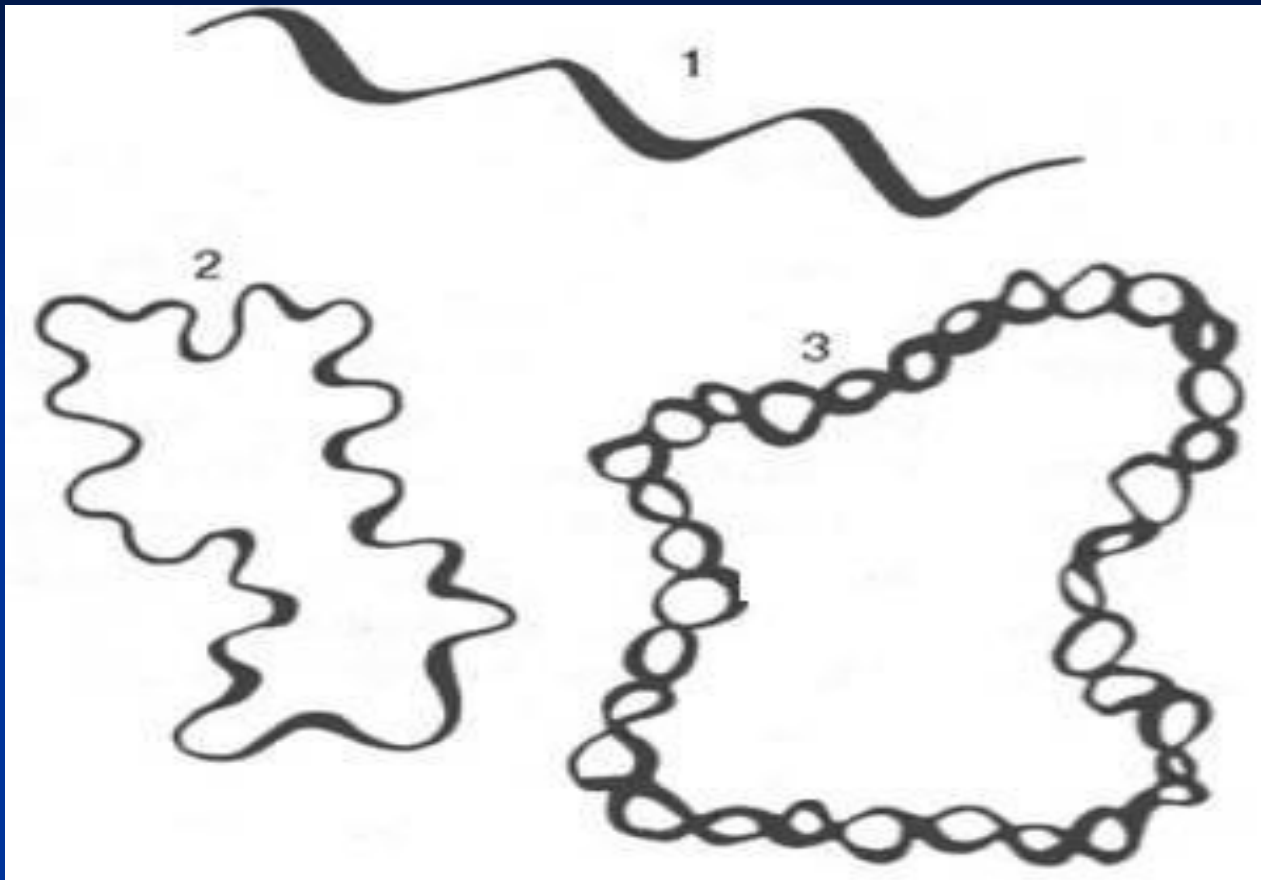
Большая  
бороздка

Малая  
бороздка

# 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

# Третьичная структура ДНК



1 – линейная, 2 – кольцевая одноцепочечная, 3 – кольцевая двухцепочечная молекулы.

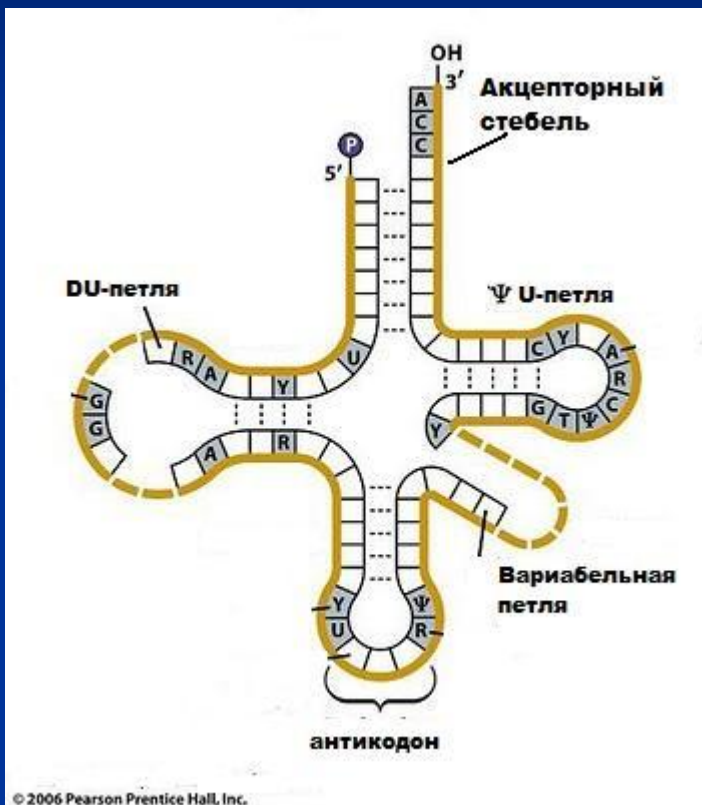


# Типы РНК

- **м(и)РНК** несут информацию о последовательности аминокислот в полипептидной цепочке.
- **рРНК** входят в состав рибосом.
- **тРНК** переносят аминокислоты к месту синтеза белка; распознают кодоны на мРНК.
- **мяРНК** участвуют в сплайсинге.
- **микроРНК, siРНК** регулируют активность генов.
- **праймеры** участвуют в репликации
- **вирусные РНК** – носители наследственной информации РНК-содержащих вирусов

# Структура тРНК

## ■ Вторичная



«клеверный лист»

## ■ Третичная



L-форма



# Функции нуклеиновых кислот

- Хранение наследственной информации
- Передача наследственной информации
- Реализация наследственной информации

# Генетический код

**Генетический код** – это система записи последовательности аминокислот полипептидной цепи в виде последовательности нуклеотидов ДНК или РНК.

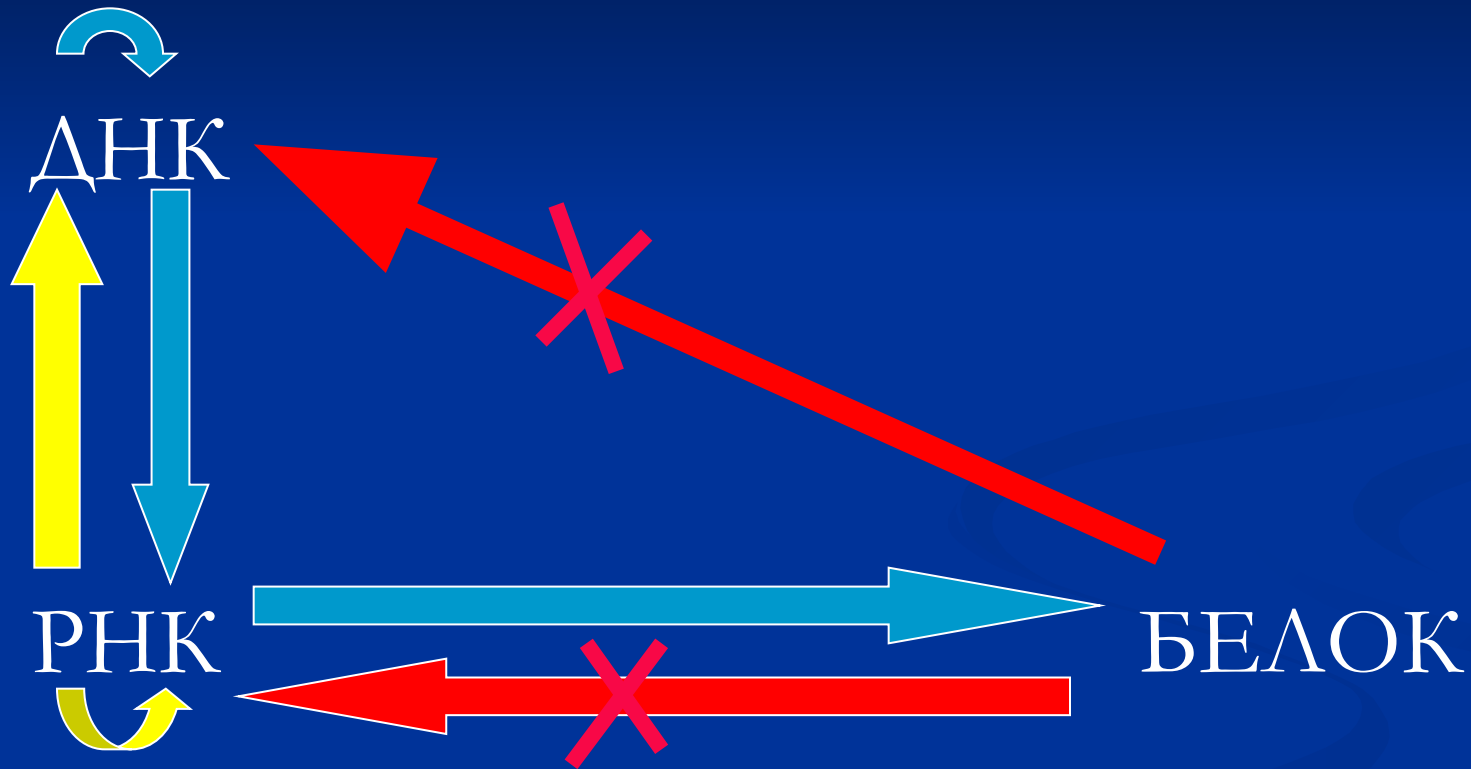
## Свойства генетического кода

- Триплетность
- Вырожденность (избыточность)
- Однозначность
- Неперекрываемость
- Непрерывность
- Универсальность

# Таблица генетического кода

	U	C	A	G	
U	UUU } Phe UUC } UUA } Leu UUG }	UCU } UCC } Ser UCA } UCG }	UAU } Tyr UAC } <u>UAA Stop</u> <u>UAG Stop</u>	UGU } Cys UGC } <u>UGA Stop</u> UGG Trp	U C A G
C	CUU } CUC } Leu CUA } CUG }	CCU } CCC } Pro CCA } CCG }	CAU } His CAC } CAA } Gln CAG }	CGU } CGC } Arg CGA } CGG }	U C A G
A	AUU } AUC } Ile AUA } <u>AUG Met</u>	ACU } ACC } Thr ACA } ACG }	AAU } Asn AAC } AAA } Lys AAG }	AGU } Ser AGC } AGA } Arg AGG }	U C A G
G	GUU } GUC } Val GUA } GUG }	GCU } GCC } Ala GCA } GCG }	GAU } Asp GAC } GAA } Glu GAG }	GGU } GGC } Gly GGA } GGG }	U C A G

# Центральная догма молекулярной биологии (Ф.Крик)



# Репликация ДНК

Репликация ДНК – это синтез ДНК на ДНК-матрице (удвоение ДНК) (М. Мезелсон, Ф. Сталь, 1958 г.; А. Корнберг, 1959 г.)

## Принципы

- Матричность
- Комплементарность
- Антипараллельность
- Полуконсервативность

## Условия

- ДНК-матрица
- нуклеозидтрифосфаты
- Ферменты
- Энергия (АТФ)
- Среда (Mg, pH и т.д.)

# Подготовка ДНК-матрицы

- **Ори-сайт** - точка начала репликации (богатый АТ-парами участок ДНК, состоящий из 250-300 п.н.)
- + **инициаторный белок** (Dna A)
- + **Геликаза** (Dna B) - АТФ-зависимый фермент, расплетающий двойную спираль
- + **Топоизомеразы I, II**, снимающие топологическое напряжение разрезанием нити ДНК
- + **SSB-белки**, связывающиеся с одностранными участками ДНК-матрицы и препятствующие восстановлению двойной спирали

# ДНК-полимеразы прокариот:

- ДНК-полимераза I
  - полимераза
  - 5'-эксонуклеаза
  - 3'-эксонуклеаза
- ДНК-полимераза II (участвует в репарации)
- ДНК-полимераза III (основной фермент репликации)
  - полимераза
  - 3'-эксонуклеаза

## Особенности работы полимераз

- Катализируют реакцию
$$(dNMP)_n + dNTP \rightarrow (dNMP)_{n+1} + PP$$
- Не могут осуществлять синтез de novo (с нуля).
- Синтезируют ДНК в направлении 5'-3' .

# Ферменты

- **Праймаза** относится к РНК-полимеразам, синтезирует праймер (РНК-затравку).
- **ДНК-полимераза III** синтезирует ведущую цепь и фрагменты Оказаки.
- **ДНК-полимераза I** удаляет праймер и заполняет брешь.
- **ДНК-лигаза** сшивает фрагменты Оказаки.



# Особенности репликации у эукариот

ДНК-полимеразы:

ДНКП  $\alpha$  участвует в инициации репликации, работает в комплексе с праймазой.

ДНКП  $\beta$  – фермент репарации.

ДНКП  $\delta$  синтезирует ведущую цепь и фрагменты Оказаки.

ДНКП  $\varepsilon$  участвует в синтезе фрагментов Оказаки.

ДНКП  $\zeta$  возможно участвует в репарации.

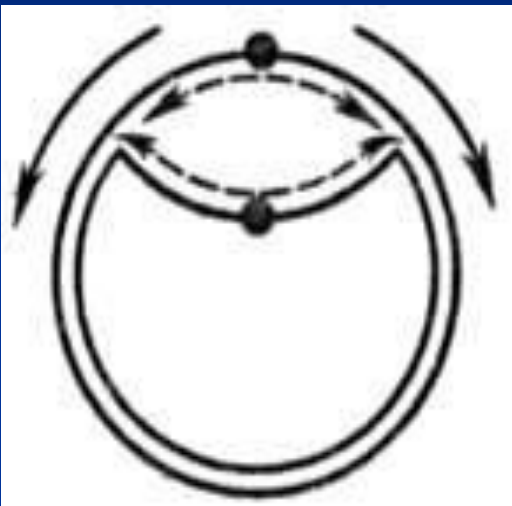
ДНКП  $\gamma$  реплицирует митохондриальный геном.

# Особенности репликации у эукариот

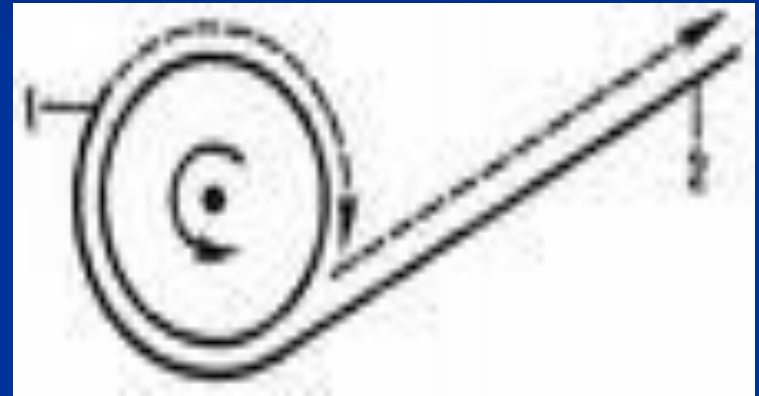
- Молекулы ДНК эукариот полирепликонные (у прокариот - монорепликонные).
- Длина фрагментов Оказаки – 100-200 н.п. (у прокариот – 1000-2000 н.п.).
- Скорость репликации 50 н.п./сек. (у прокариот – 500 н.п./сек).
- Удаление праймеров осуществляет РНКазы H.
- Наличие в хромосомах теломер, решающее проблему недорепликации линейных молекул.
- Репликация осуществляется в S-периоде митотического цикла.

# Типы репликации

## 1. $\Theta$ -тип



## 2. $\sigma$ -тип (механизм катящегося кольца)



## 3. Репликация линейных молекул