

# В природе встречаются 2 вида нуклеиновых кислот: ДНК и РНК

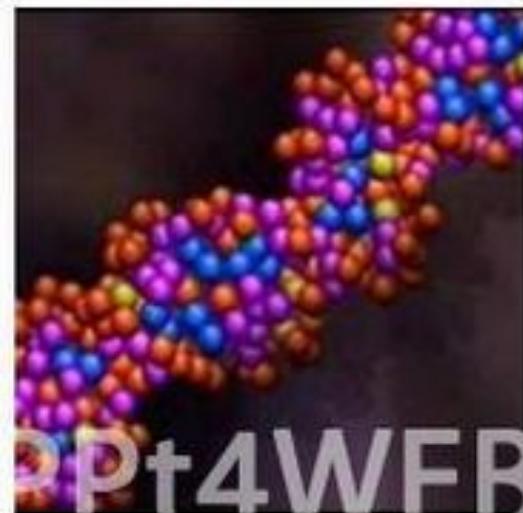
В прокариотических и эукариотических организмах генетические функции выполняют оба типа нуклеиновых кислот.

Вирусы всегда содержат либо

РНК

либо

ДНК



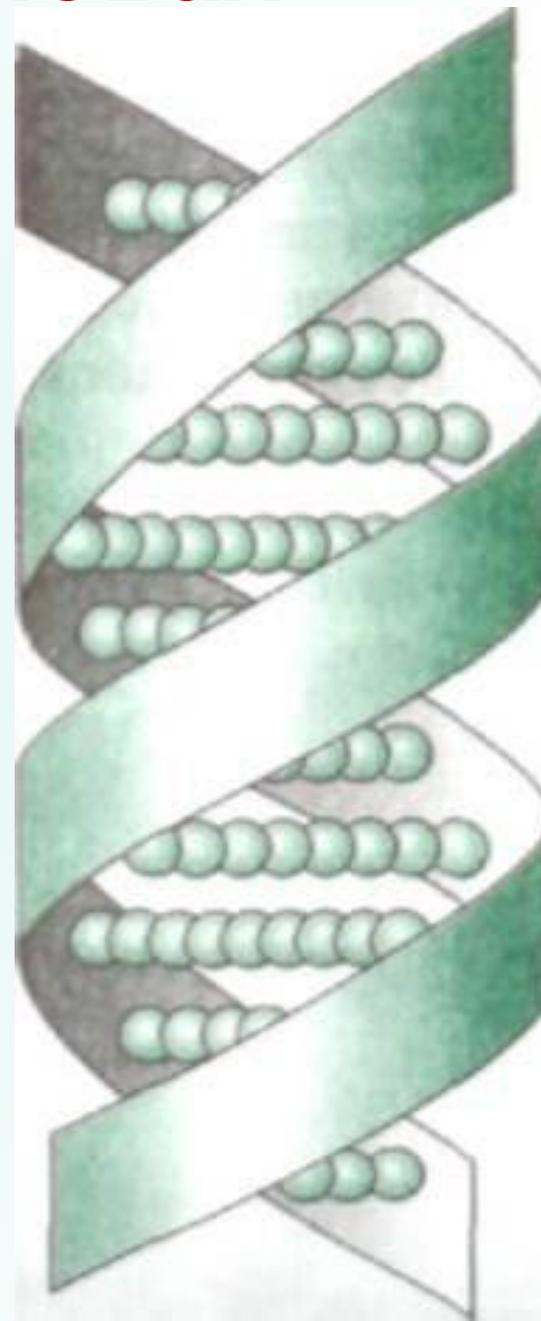
# Строение состав и значение ДНК

**ДНК** – дезоксирибонуклеиновая  
кислота



# Дезоксирибонуклеиновая кислота

**ДНК** –  
биологический  
полимер,  
состоящий из  
двух спирально  
закрученных  
цепочек.



# История открытия

1. 1869 г. Фридрих Мишер обнаружил НК и дал им название («нуклеус»-ядро).



Эдвин  
Чаргафф

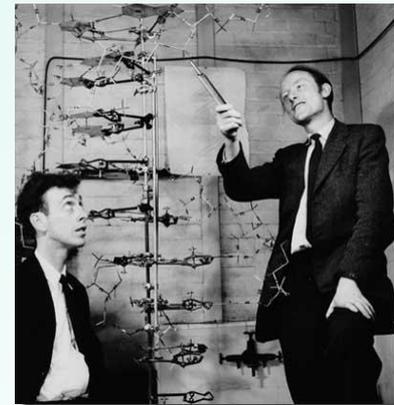
2. 1905 г. Эдвин Чаргафф изучил нуклеотидный состав НК.

3. 1950 г. Розалинда Франклин установила, двухцепочечность ДНК.



Розалинда  
Франклин

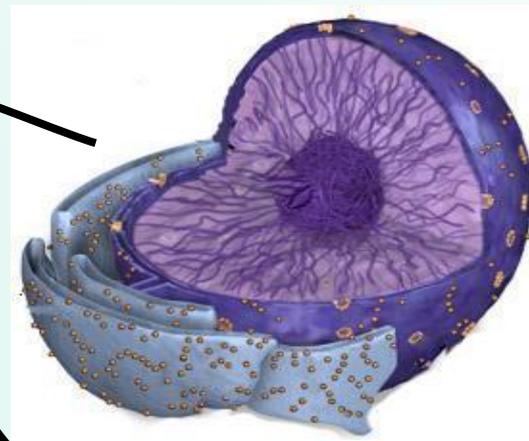
4. 1953 г. американские биохимики Дж. Уотсон и Ф. Крик установили расположение частей молекулы ДНК



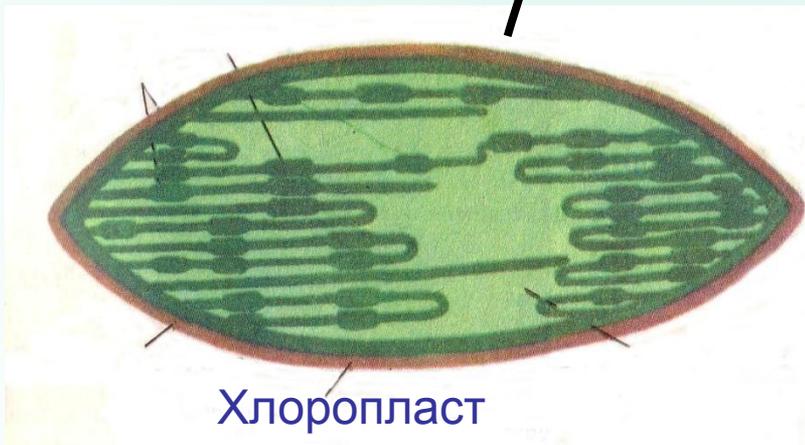
Дж.  
Уотсон  
Ф. Крик

# Местонахождение ДНК в клетке

- Ядро
- Митохондрии
- Пластиды



Ядро



Хлоропласт

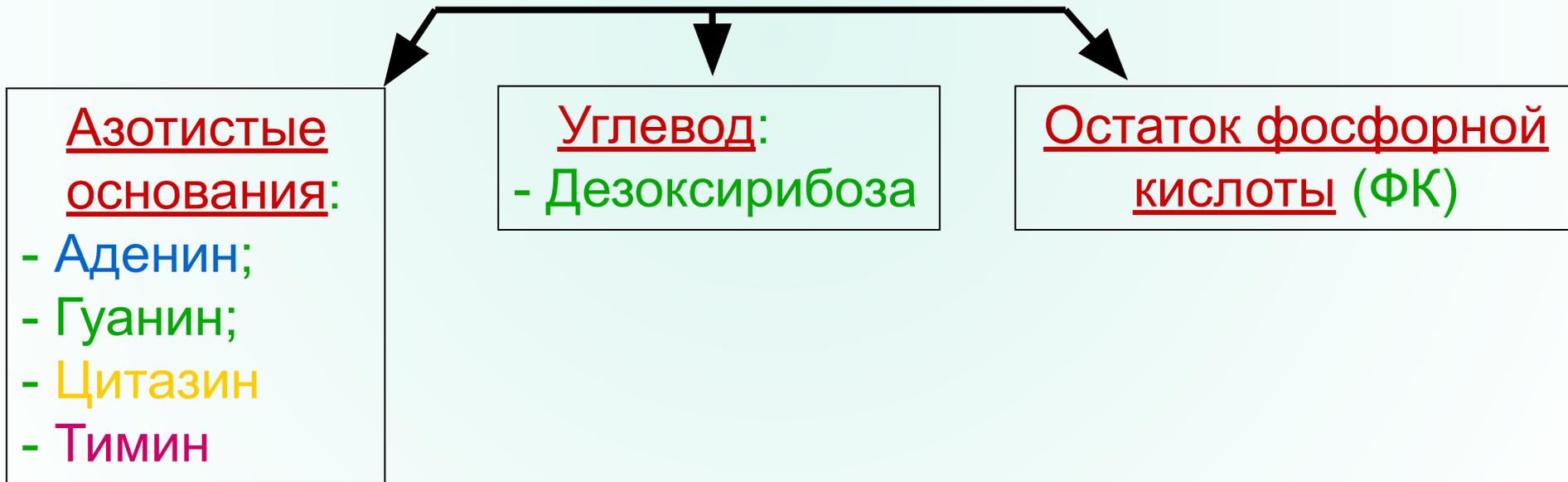


Митохондрия

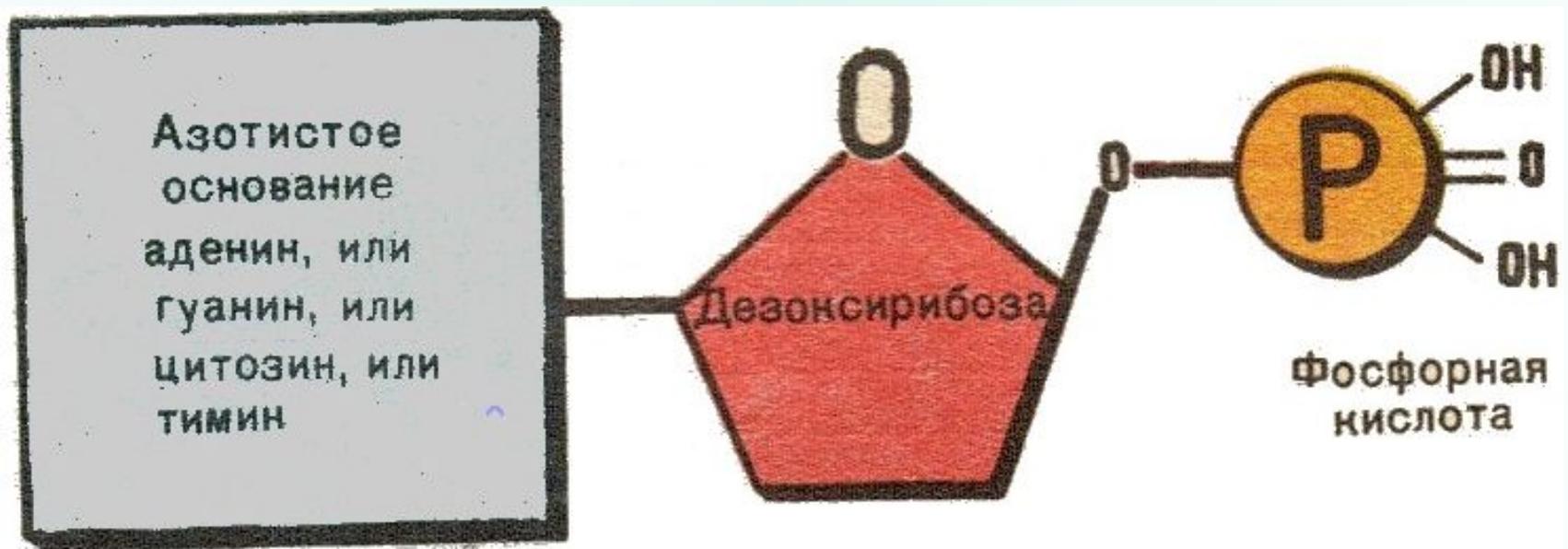
# Строение ДНК

- *ДНК* - полимер.
- *Мономеры* - нуклеотиды.
- *Нуклеотид* - химическое соединение остатков трех веществ:

## Строение нуклеотида



# Схема состава нуклеотида ДНК



# Схемы строения азотистых оснований.

В состав ДНК входят следующие азотистые основания:

- **Пуриновые**

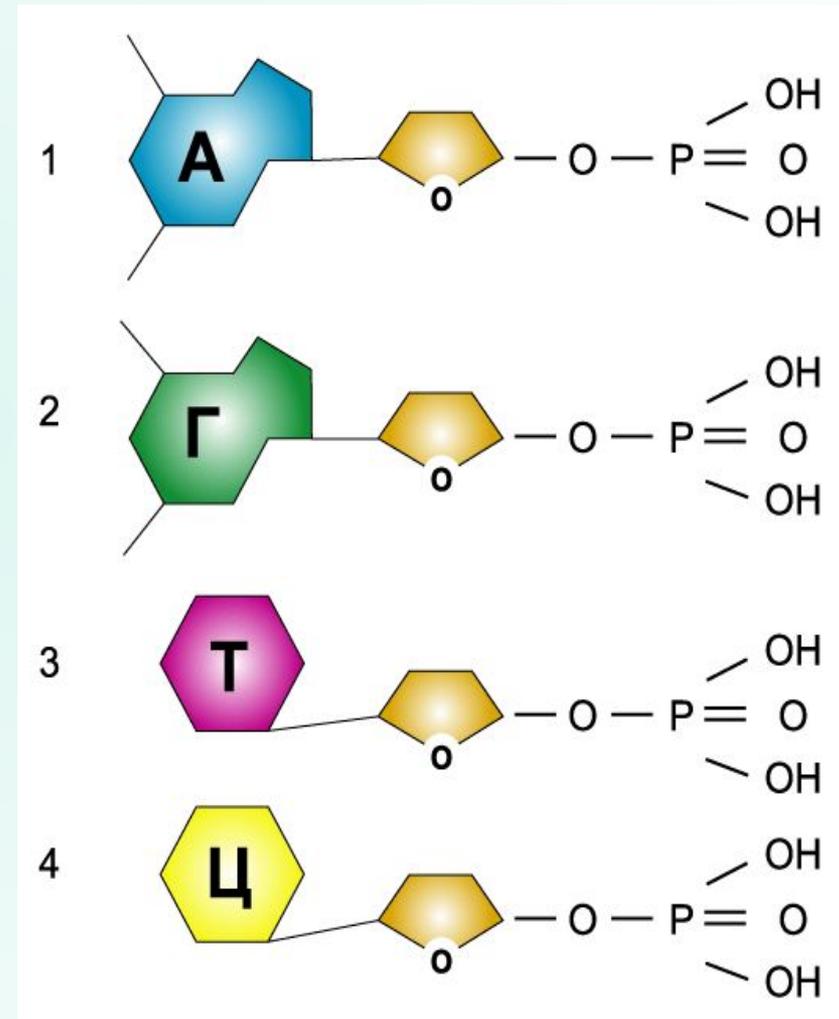
1. Аденин,

2. Гуанин

- **Пиримидиновые**

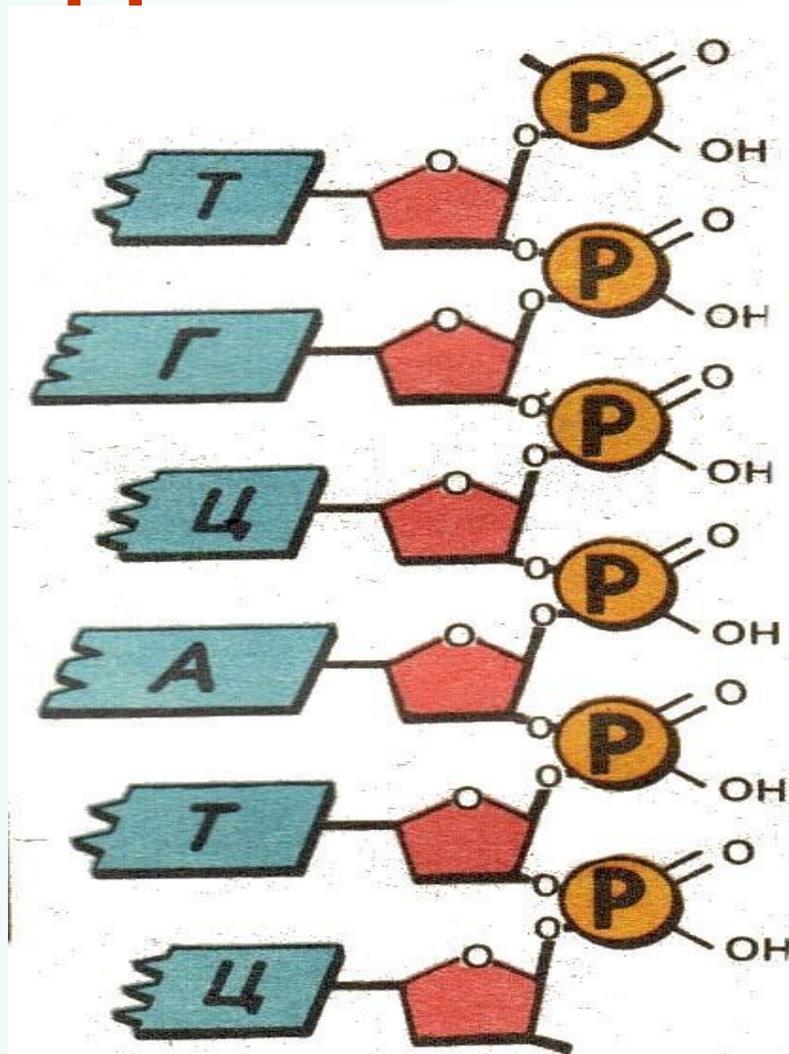
3. Тимин

4. Цитазин



# Связи между нуклеотидами в одной цепи ДНК

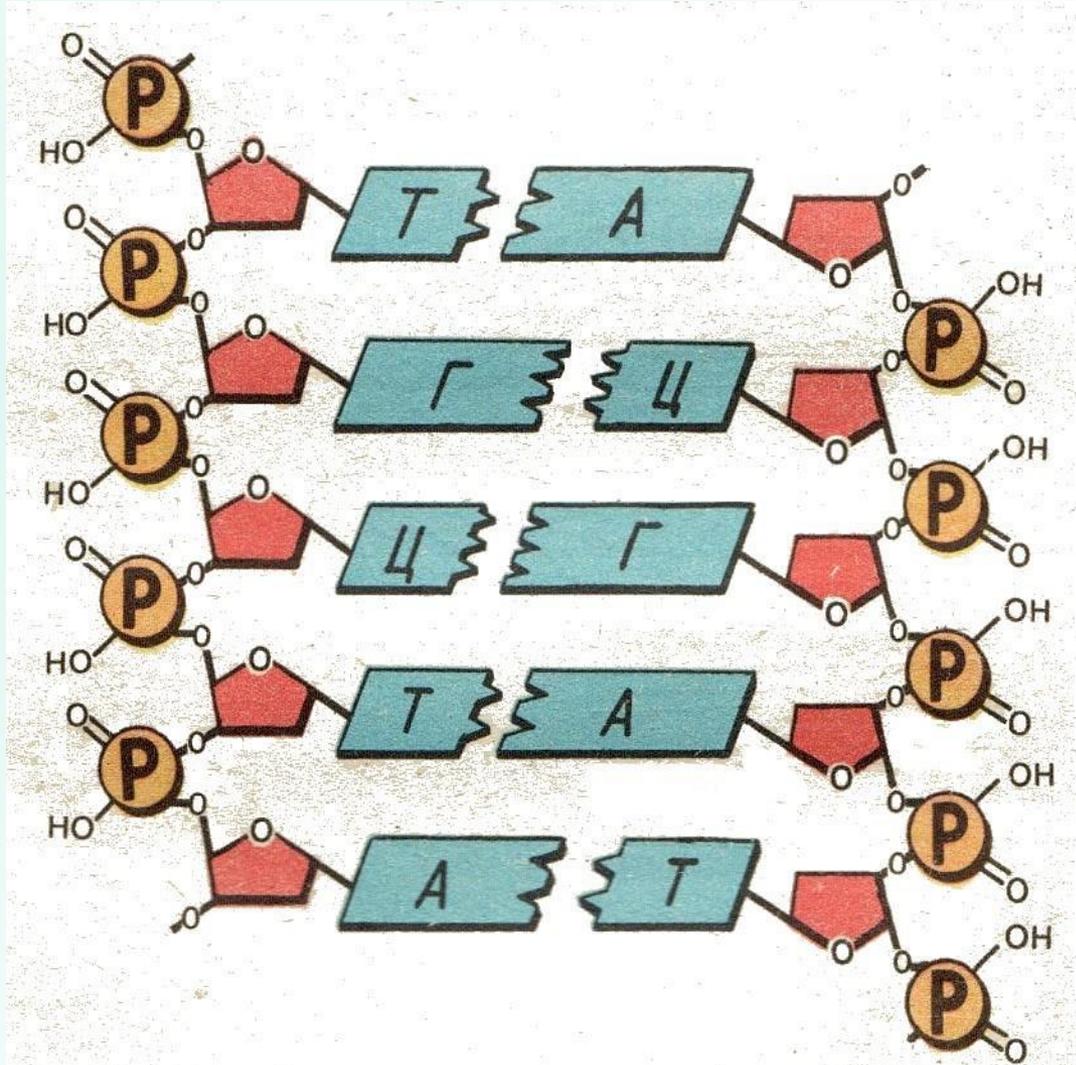
Осуществляются путем образования фосфорэфирных связей между дезоксирибозой одного нуклеотида и остатком фосфорной кислоты другого нуклеотида



Первичное строение ДНК

# Связи между цепями в молекуле ДНК

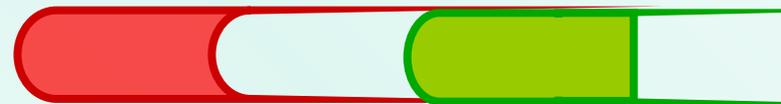
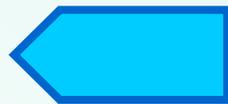
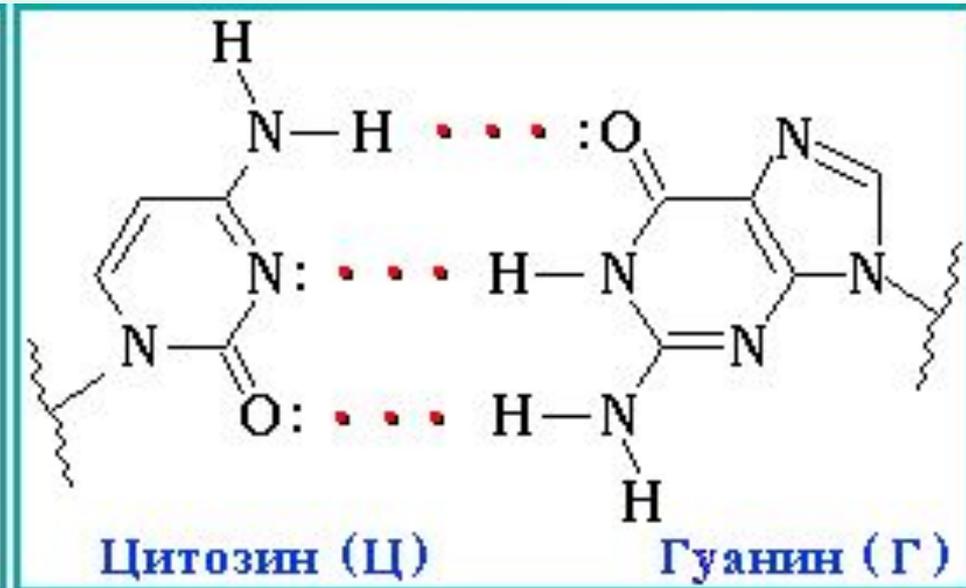
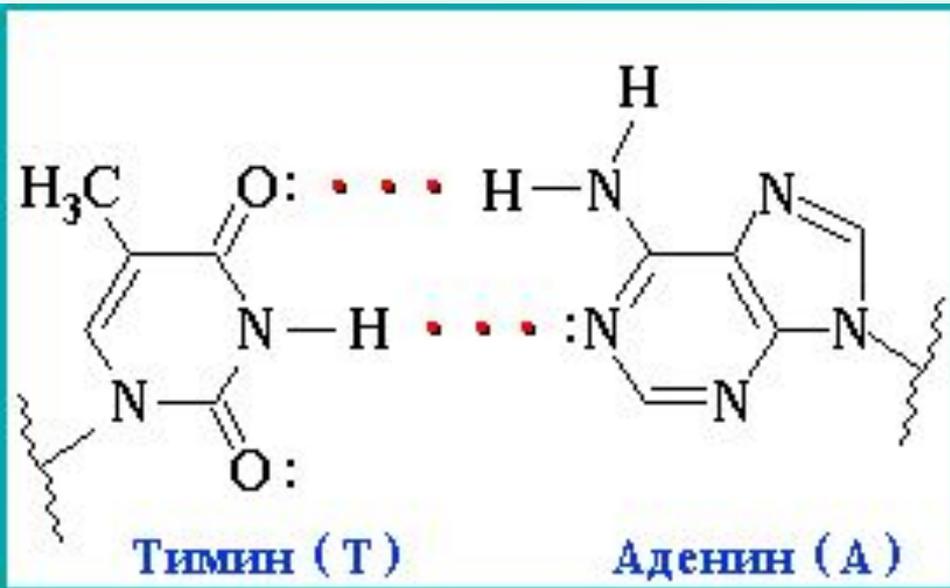
Осуществляется при помощи водородных связей между азотистыми основаниями, входящими в состав разных цепей



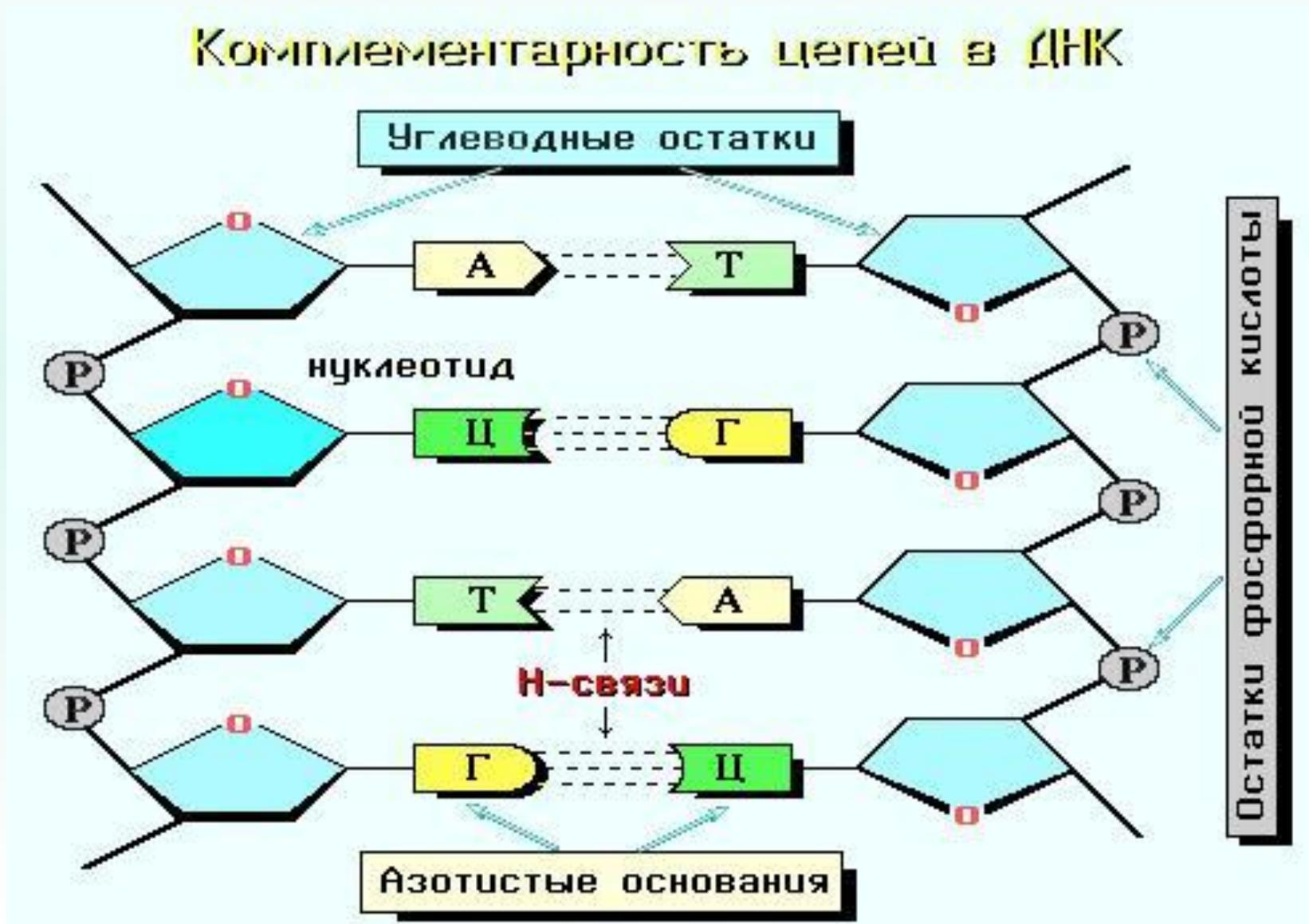
Вторичное строение ДНК

# Комплементарность

Комплементарность - это принцип взаимного соответствия парных нуклеотидов или способность нуклеотидов объединяться попарно



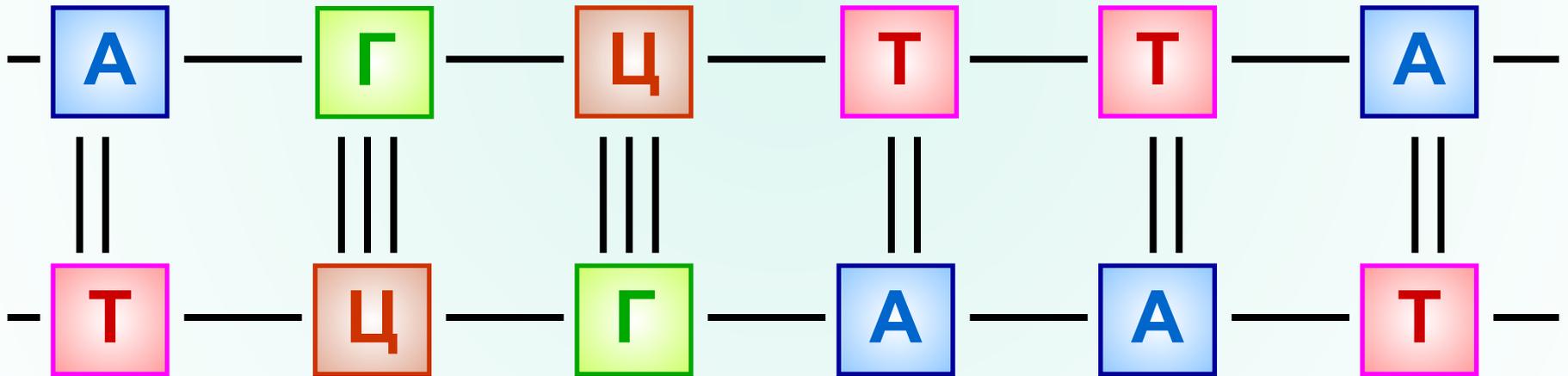
# Принцип комплементарности

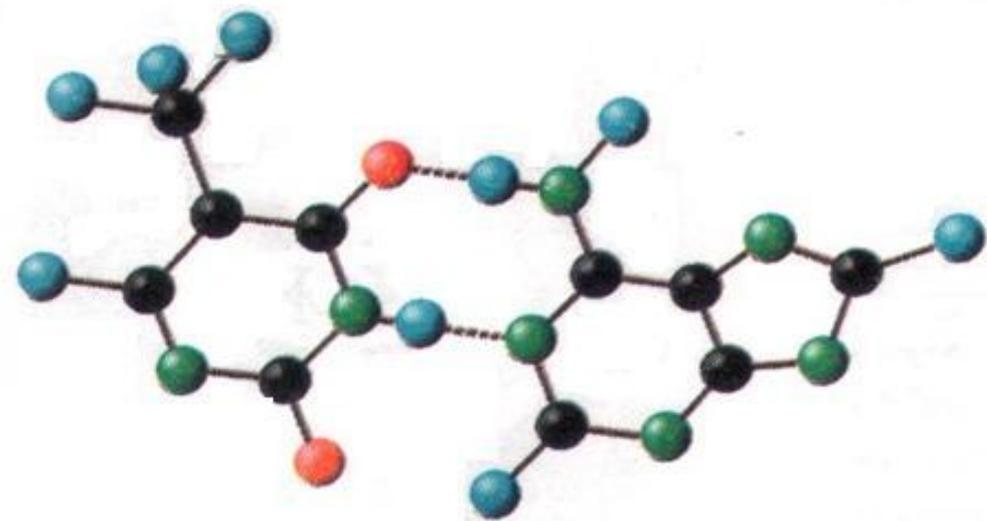


# Принцип комплементарности

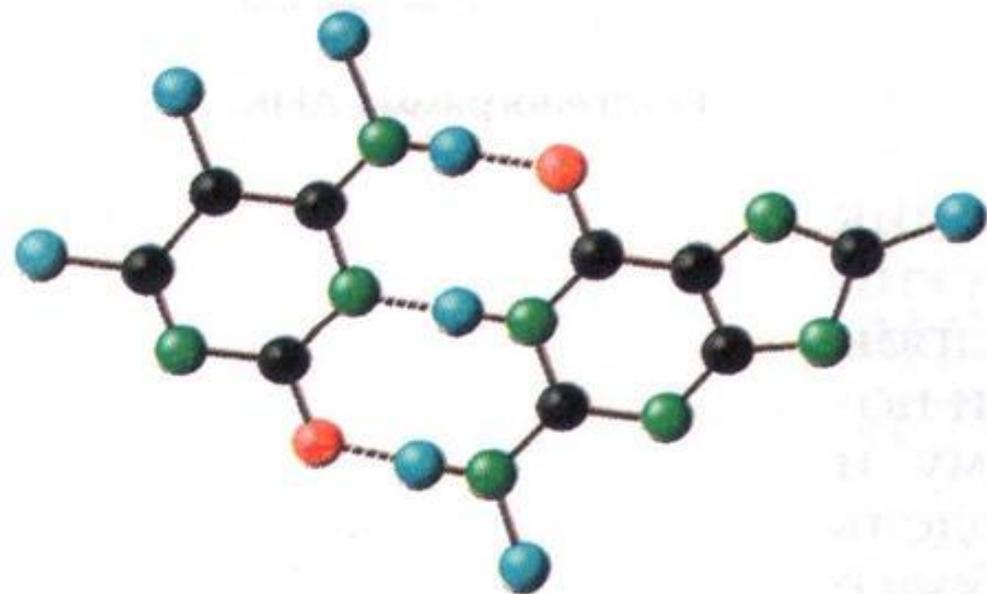
В 1905 г. Эдвин Чаргафф обнаружил:

1. Число пуриновых оснований равно числу пиримидиновых оснований.
2. Число «А» = «Т», число «Г» = «Ц».
3.  $(A + T) + (G + C) = 100\%$

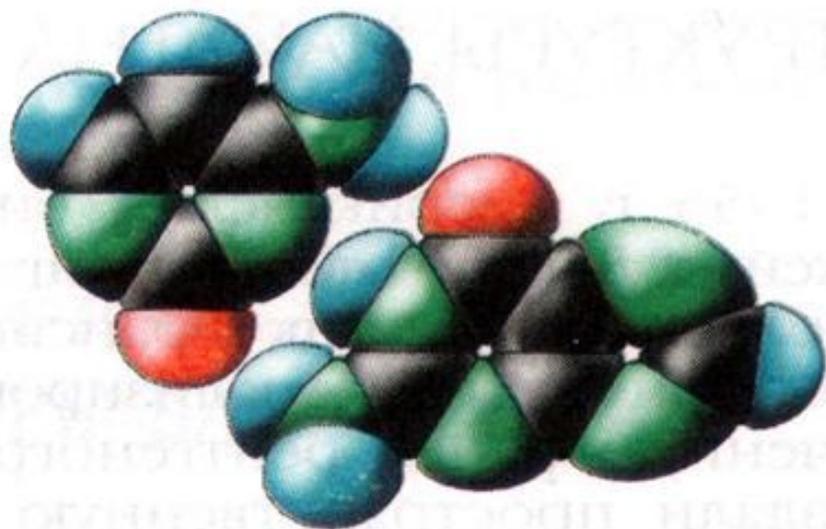




A—T пара.



H
  C
  N
  O



Г—Ц пара.

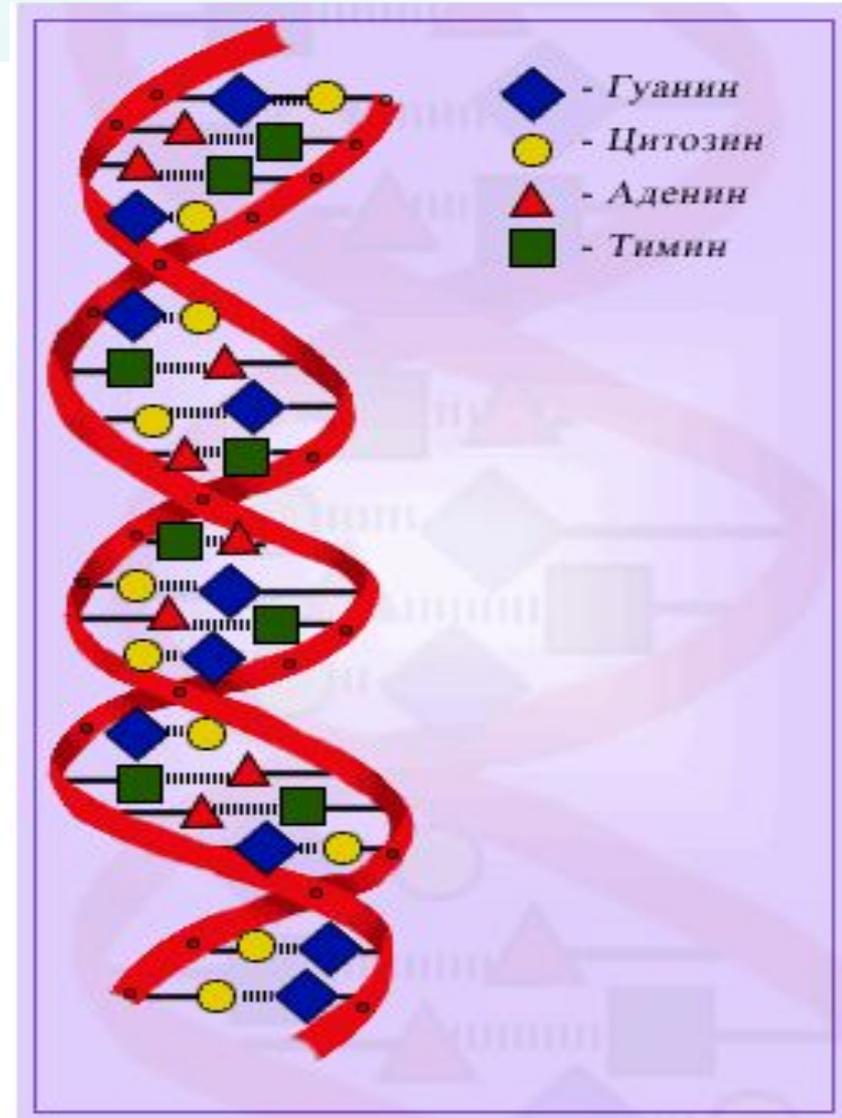
# Третичное строение ДНК

трехмерная спираль



# Строение молекулы ДНК

- Цепи нуклеотидов образуют правозакрученные объемные спирали по 10 пар оснований в каждом витке
- Цепи закручиваются вокруг друг друга, а также вокруг общей оси и образуют двойную спираль
- Цепи антипараллельны или разнонаправленны. Последовательность соединения нуклеотидов одной цепи противоположно таковой в другой

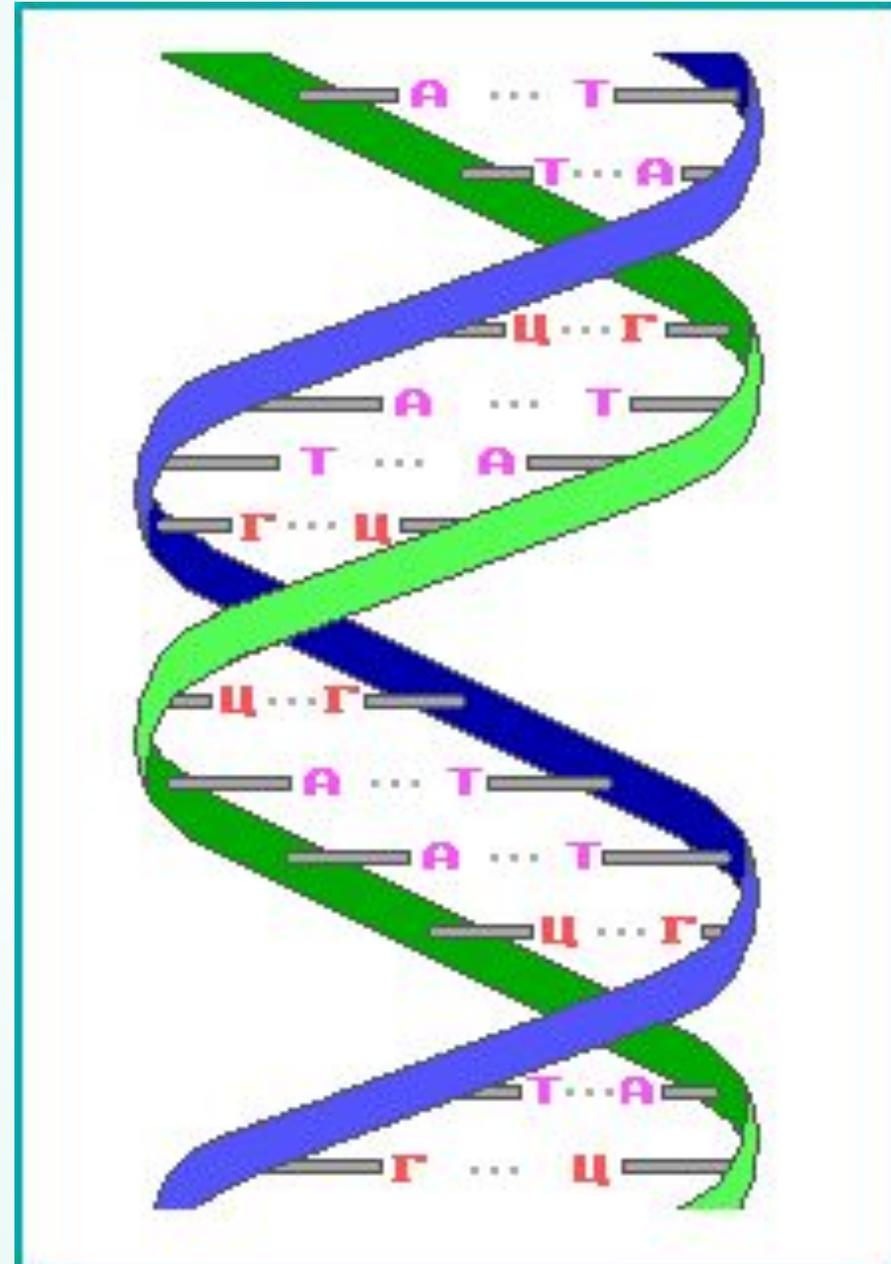


Модель строения ДНК

# Схематическое строение ДНК

## Нуклеотиды:

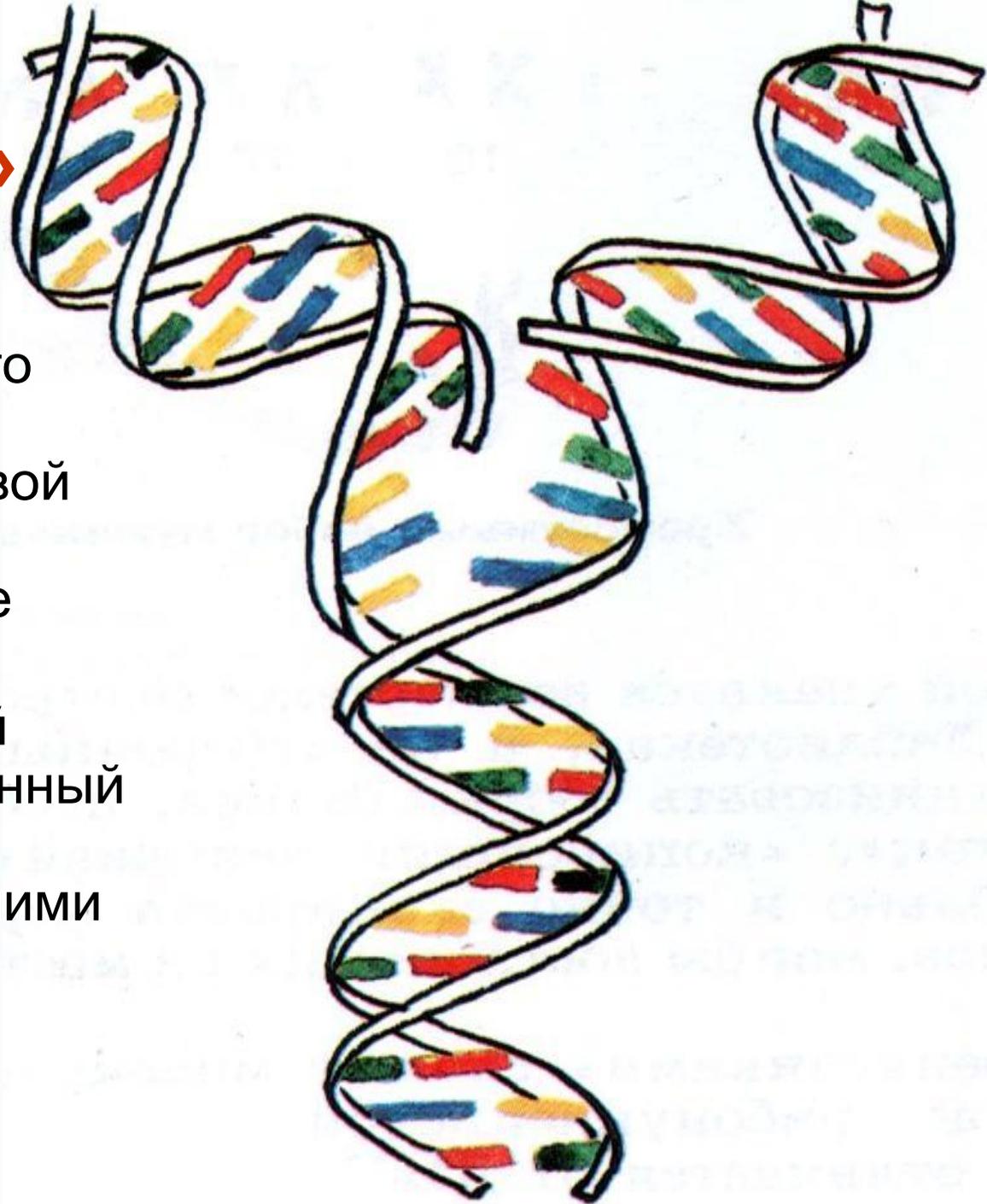
1. Расположены друг от друга на расстоянии **0,34 нм**
2. Масса одного нуклеотида равна **345**.
3. Ширина спирали **2 нм**
4. Эти величины **постоянные**



# Свойство «репликации»

**Репликация ДНК** – это процесс копирования дезоксирибонуклеиновой кислоты, который происходит в процессе деления клетки.

При этом генетический материал, зашифрованный в ДНК, удваивается и делится между дочерними клетками.



# Свойство «репарации»

**Репарация** – способность молекулы ДНК исправлять возникающие в её цепях изменения.

В восстановлении исходной структуры ДНК участвует не менее 20 белков:

1. **Узнают** изменённые участки ДНК;
2. **Удаляют** их из цепи;
3. **Восстанавливают** правильную последовательность нуклеотидов;
4. **Сшивают** восстановленный фрагмент с остальной молекулой ДНК

# Функции ДНК

1. Хранение наследственной информации

2. Передача наследственной информации из поколения в поколение

3. Роль матрицы в процессе передачи генетической информации к месту синтеза белка

# Сравнительная характеристика ДНК и РНК

## ДНК

1. *Биологический полимер*
2. *Мономер – нуклеотид*
3. *4 типа азотистых оснований: аденин, тимин, гуанин, цитозин.*
4. *Комплементарные пары: аденин-тимин, гуанин-цитозин*
5. *Местонахождение - ядро*
6. *Функции – хранение наследственной информации*
7. *Сахар - дезоксирибоза*

## РНК

1. *Биологический полимер*
2. *Мономер – нуклеотид*
3. *4 типа азотистых оснований: аденин, гуанин, цитозин, урацил*
4. *Комплементарные пары: аденин-урацил, гуанин-цитозин*
5. *Местонахождение – ядро, цитоплазма*
6. *Функции – перенос, передача наследственной информации.*
7. *Сахар - рибоза*

**Азотистое  
основание**



**Остаток фосфорной  
кислоты**

А, Г, Ц, Т

**Азотистое  
основание**

**дезоксирибоза**



**Остаток фосфорной  
кислоты**

□ А, Г, У, Ц

**рибоза**

# Триплет

Триплет – три последовательно расположенных нуклеотида.

Последовательность триплетов определяет последовательность аминокислот в белке!

Расположенные друг за другом триплеты, обуславливающие структуру одной белковой молекулы, представляют собой ГЕН.

# Задание 1

- Дана цепь ДНК: ЦТА-АТГ-ТАА-ЦЦА.
- Определите:
- А) Первичную структуру закодированного белка.
- Б) Процентное содержание различных видов нуклеотидов в этом гене (в двух цепях).
- В) Длину этого гена.
- Г) Длину белка.

## Генетический код (иРНК)

Первое основание	Второе основание				Третье основание
	У	Ц	А	Г	
У	Фен Фен Лей Лей	Сер Сер Сер Сер	Тир Тир — —	Цис Цис — Три	У Ц А Г
Ц	Лей Лей Лей Лей	Про Про Про Про	Гис Гис Глн Глн	Арг Арг Арг Арг	У Ц А Г
А	Иле Иле Иле Мет	Тре Тре Тре Тре	Асн Асн Лиз Лиз	Сер Сер Арг Арг	У Ц А Г
Г	Вал Вал Вал Вал	Ала Ала Ала Ала	Асп Асп Глу Глу	Гли Гли Гли Гли	У Ц А Г

# Ответ

А) Первая цепь ДНК: ЦТА-АТГ-ТАА-ЦЦА,  
поэтому иРНК: ГАУ-УАЦ-АУУ-ГГУ.

По таблице генетического кода определяем аминокислоты:

**асп-тир-иле-гли.**

(аспергил-тирозин-изолейцин-глицин)

Б) Первая цепь ДНК: ЦТА-АТГ-ТАА-ЦЦА,

поэтому вторая цепь ДНК: ГАТ-ТАЦ-АТТ-ГГТ.

Количество А=8; Т=8; Г=4; Ц=4. Все количество: 24, это 100%.

Тогда

$A = T = 8$ , это  $(8 \times 100\%) : 24 = 33,3\%$ .

$G = C = 4$ , это  $(4 \times 100\%) : 24 = 16,7\%$ .

•В) Длина гена:  $12 \times 0,34 \text{ нм}$  (длина каждого нуклеотида) =  $4,08 \text{ нм}$ .

Г) Длина белка:  $4 \text{ аминокислоты} \times 0,3 \text{ нм}$  (длина каждой аминокислоты) =  $1,2 \text{ нм}$ .

# Задание 2

- Фрагмент цепи иРНК имеет следующую последовательность нуклеотидов:

ЦУАЦАА-ГГЦ-УАУ.

Определите последовательность нуклеотидов на ДНК, антикодоны соответствующих тРНК и аминокислотную последовательность соответствующего фрагмента молекулы белка, используя таблицу генетического кода.

## Генетический код (иРНК)

Первое основание	Второе основание				Третье основание
	У	Ц	А	Г	
У	Фен Фен Лей Лей	Сер Сер Сер Сер	Тир Тир — —	Цис Цис — Три	У Ц А Г
Ц	Лей Лей Лей Лей	Про Про Про Про	Гис Гис Глн Глн	Арг Арг Арг Арг	У Ц А Г
А	Иле Иле Иле Мет	Тре Тре Тре Тре	Асн Асн Лиз Лиз	Сер Сер Арг Арг	У Ц А Г
Г	Вал Вал Вал Вал	Ала Ала Ала Ала	Асп Асп Глу Глу	Гли Гли Гли Гли	У Ц А Г

# Ответ

- 1) последовательность на ДНК: **ГАТ-ГТТ-ЦЦГ-АТА**
- 2) антикодоны четырёх молекул тРНК: **ГАУ, ГУУ, ЦЦГ, АУА**
- 3) аминокислотная последовательность: **лей-гln-гли-тир**  
(лейцин-глутамин-глицин-тирозин)

# Задание 3

Полипептид состоит из следующих аминокислот кислот:

**аланин – цистеин – гистидин – лейцин –  
метионин – тирозин.**

Определите:

структуру участка ДНК, кодирующего эту полипептидную цепь

# Таблица генетического кода

(Н.П. Дубинин, 1976)

Аминокислота	Структура кодирующего триплета иРНК	Аминокислота	Структура кодирующего триплета иРНК
Глицин	ГГУ	Серин	УЦУ
Аланин	ГЦУ	Треонин	АЦУ
Валин	ГУУ	Аспарагиновая кислота	ГАУ
Изолейцин	АУУ	Глутаминовая кислота	ГАА
Лейцин	УУА	Триптофан	УГГ
Лизин	ААА	Цистеин	УГУ
Аргинин	ЦГУ	Метионин	АУГ
Гистидин	ЦАУ	Аспарагин	ФФУ
Пролин	ЦЦУ	Глутамин	ЦАГ
Тирозин	УАУ	Фенилаланин	УУУ

# Ответ

Дано: аланин – цистеин – гистидин – лейцин –  
метионин – тирозин.

иРНК: ГЦУ – УГУ – ЦАУ – УУА – АУГ – УАУ

днк: ЦГА – АЦА – ГТЦ – ААТ – ТАЦ – АТА

# Задание 4

При одной из форм синдрома Фанкони (нарушение образования костной ткани) у больного с мочой выделяются аминокислоты, которым соответствуют следующие кодоны иРНК:

AAA, ЦГУ, ГАА, АЦУ, ГУУ, УУА, УГУ, УАУ

Определите:  
выделение каких аминокислот с мочой характерно для синдрома Фанкони

# Таблица генетического кода

(Н.П. Дубинин, 1976)

Аминокислота	Структура кодирующего триплета иРНК	Аминокислота	Структура кодирующего триплета иРНК
Глицин	ГГУ	Серин	УЦУ
Аланин	ГЦУ	Треонин	АЦУ
Валин	ГУУ	Аспарагиновая кислота	ГАУ
Изолейцин	АУУ	Глутаминовая кислота	ГАА
Лейцин	УУА	Триптофан	УГГ
Лизин	ААА	Цистеин	УГУ
Аргинин	ЦГУ	Метионин	АУГ
Гистидин	ЦАУ	Аспарагин	ФФУ
Пролин	ЦЦУ	Глутамин	ЦАГ
Тирозин	УАУ	Фенилаланин	УУУ

# Ответ

Лизин, аргинин, глутаминовая кислота, треонин,  
валин, лейцин, цистеин, тирозин

# Задание 5

Четвертый пептид в нормальном гемоглобине (гемоглобин А) состоит из следующих аминокислот:

валин – гистидин – лейцин – треонин – пролин –  
глутаминовая кислота – глутаминовая кислота –  
ЛИЗИН

А) У больного с симптомом спленомегалии (хроническое увеличение селезенки) при умеренной анемии обнаружили следующий состав четвертого пептида:

валин - гистидин – лейцин – треонин – пролин –  
ЛИЗИН – глутаминовая кислота – лизин

Определите изменения, произошедшие в ДНК, кодирующей четвертый пептид гемоглобина, после мутации.

# Таблица генетического кода

(Н.П. Дубинин, 1976)

Аминокислота	Структура кодирующего триплета иРНК	Аминокислота	Структура кодирующего триплета иРНК
Глицин	ГГУ	Серин	УЦУ
Аланин	ГЦУ	Треонин	АЦУ
Валин	ГУУ	Аспарагиновая кислота	ГАУ
Изолейцин	АУУ	Глутаминовая кислота	ГАА
Лейцин	УУА	Триптофан	УГГ
Лизин	ААА	Цистеин	УГУ
Аргинин	ЦГУ	Метионин	АУГ
Гистидин	ЦАУ	Аспарагин	ФФУ
Пролин	ЦЦУ	Глутамин	ЦАГ
Тирозин	УАУ	Фенилаланин	УУУ

## Задание 5 (продолжение)

Четвертый пептид в нормальном гемоглобине (гемоглобин А) состоит из следующих аминокислот:

валин – гистидин – лейцин – треонин – пролин –  
глутаминовая кислота – глутаминовая кислота –  
ЛИЗИН

Б) У больного серповидноклеточной анемией (эритроциты принимают форму сердца или полумесяца) состав аминокислот четвертого пептида гемоглобина следующий:

валин - гистидин – лейцин – треонин – пролин –  
валин – глутаминовая кислота – лизин

Определите изменения, произошедшие в ДНК, кодирующей четвертый пептид гемоглобина, после мутации

# Таблица генетического кода

(Н.П. Дубинин, 1976)

Аминокислота	Структура кодирующего триплета иРНК	Аминокислота	Структура кодирующего триплета иРНК
Глицин	ГГУ	Серин	УЦУ
Аланин	ГЦУ	Треонин	АЦУ
Валин	ГУУ	Аспарагиновая кислота	ГАУ
Изолейцин	АУУ	Глутаминовая кислота	ГАА
Лейцин	УУА	Триптофан	УГГ
Лизин	ААА	Цистеин	УГУ
Аргинин	ЦГУ	Метионин	АУГ
Гистидин	ЦАУ	Аспарагин	ФФУ
Пролин	ЦЦУ	Глутамин	ЦАГ
Тирозин	УАУ	Фенилаланин	УУУ

# Ответ

Дано: валин – гистидин – лейцин – треонин –  
пролин – глутаминовая кислота –  
глутаминовая кислота – лизин

иРНК: ГУУ– ЦАУ – УУА – АЦУ – ЦЦУ – ГАА – ГАА – ААА

днк: ЦАА – ГТА – ААТ – ТГА – ЦТТ – ЦТТ – ЦТТ – ТТТ

После мутации (А):

иРНК: ГУУ– ЦАУ – УУА – АЦУ – ЦЦУ – **ААА** – ГАА – ААА

днк: ЦАА – ГТЦ – ААТ – ТГА – **ГГА** – ЦТТ – ТТТ

# Ответ

Дано: валин – гистидин – лейцин – треонин –  
пролин – глутаминовая кислота –  
глутаминовая кислота – лизин

иРНК: ГУУ– ЦАУ – УУА – АЦУ – ЦЦУ – ГАА – ГАА – ААА

днк: ЦАА – ГТА – ААТ – ТГА – ЦТТ – ЦТТ – ЦТТ – ТТТ

После мутации (Б):

иРНК: ГУУ– ЦАУ – УУА – АЦУ – ЦЦУ – **ГУУ** – ГАА – ААА

днк: ЦАА – ГТЦ – ААТ – ТГА – ГГА – **ЦАА** – ЦТТ – ТТТ