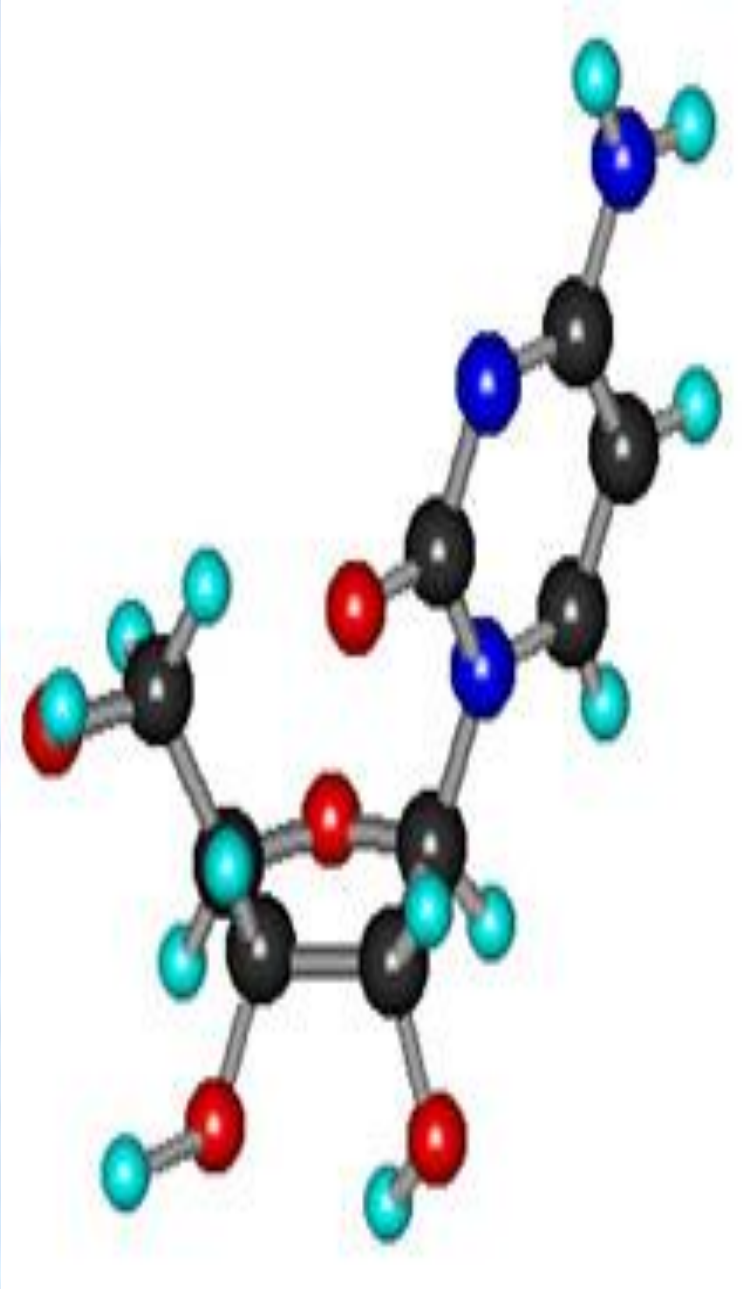
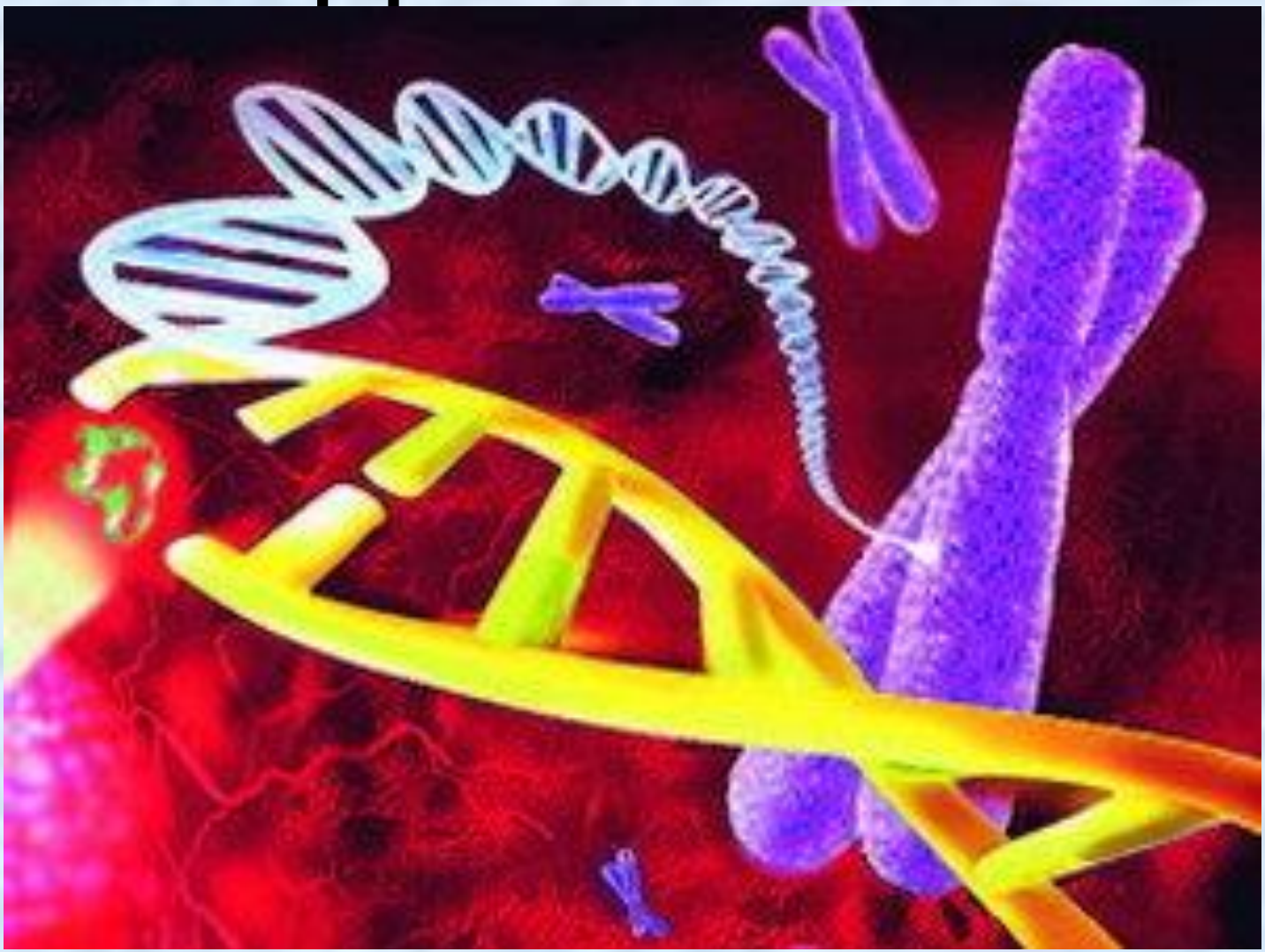
# Нуклеиновые кислоты

Составитель: И.Н. Пиялкина, учитель химии МБОУ СОШ № 37 города Белово

- Нуклеиновые кислоты – важнейшие компоненты всех живых клеток. Эти вещества регулируют передачу наследственных признаков в ряду поколений.
- Их относительная молекулярная масса колеблется в пределах 20 000 – 10 000 000

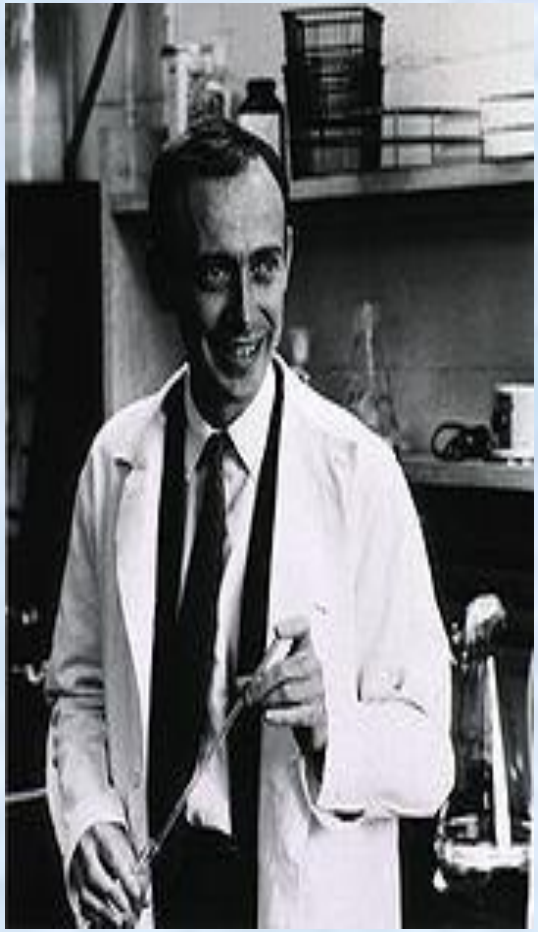


# Нуклеиновые кислоты - ДНК и РНК



# Нуклеиновые кислоты – от латинского «nucleus» - ядро

- Швейцарский врач Иоганн Фридрих Мишер  в 1871 г. открыл в гное новое вещество нуклеин. Ему было лишь 23 года.



- Его ученик Рихард Альтман в 1889 г. переименовал нуклеин в нуклеиновую кислоту

# История открытия

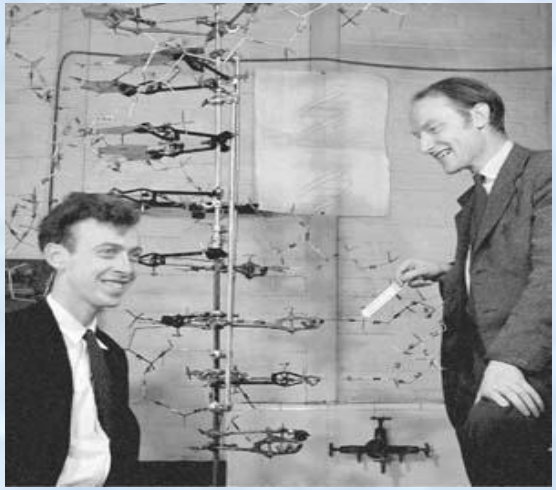
ДНК открыта в 1868 г швейцарским врачом *И. Ф. Мишером* в клеточных ядрах лейкоцитов, входящих в состав гноя, отсюда и название – **нуклеиновая** кислота (лат. «*nucleus*» - ядро).

- В 20-30-х годах XX в. определили, что ДНК – полимер (**полинуклеотид**), в эукариотических клетках она сосредоточена в хромосомах. Предполагали, что ДНК играет структурную роль.

- В 1944 г. группа американских бактериологов из Рокфеллеровского института во главе с *О. Эвери* показала, что способность пневмококков вызывать болезнь передается от одних к другим при обмене ДНК (плазмидами). Таким образом, было доказано, что именно **ДНК является носителем наследственной информации**. Теории, объясняющей данный факт, еще не было.

# В 1962 г. Нобелевская премия за открытие строения молекулы ДНК присуждена:

- Американскому биохимику Джеймсу Уотсону
- Английскому ученому Френсису Крику
- Английскому биофизику Морису Уилкинсу



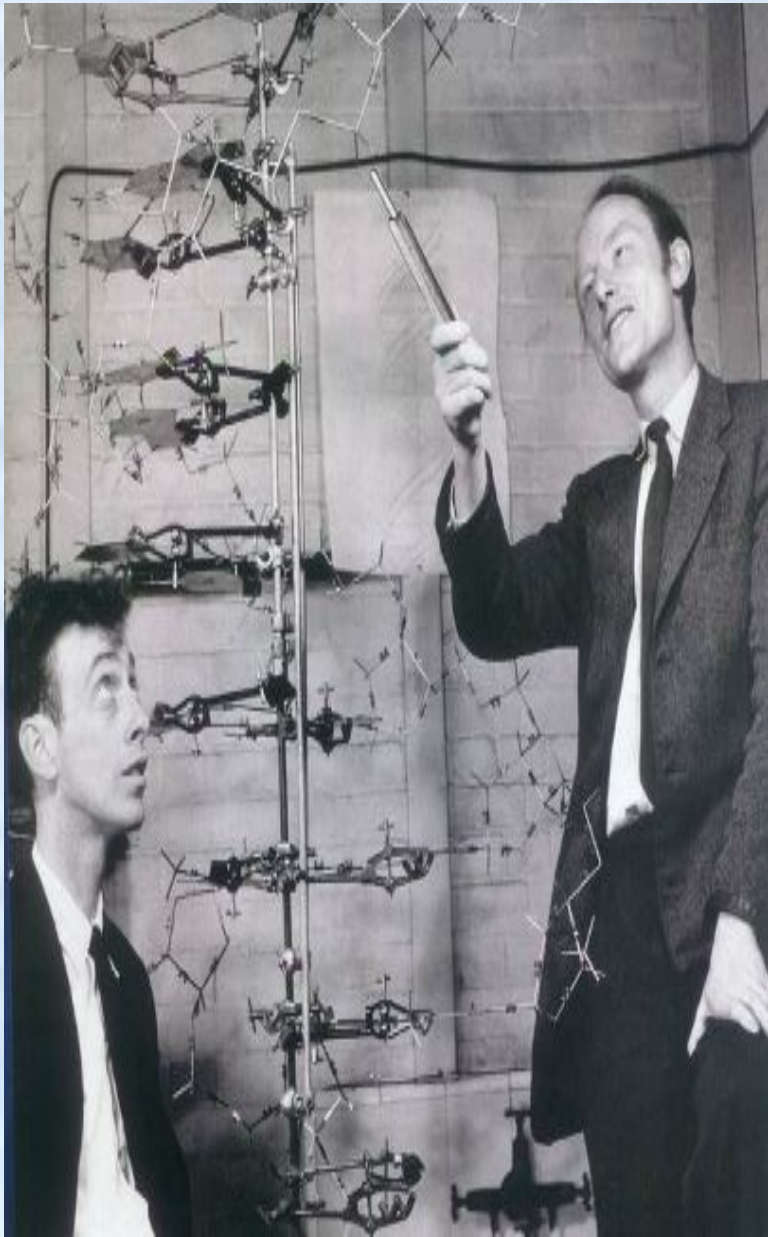
# Модель ДНК Уотсона и Крика – 1953 г.

ДНК – двойная спираль, в которой 2 полинуклеотидные цепи удерживаются водородными связями между комплементарными основаниями.

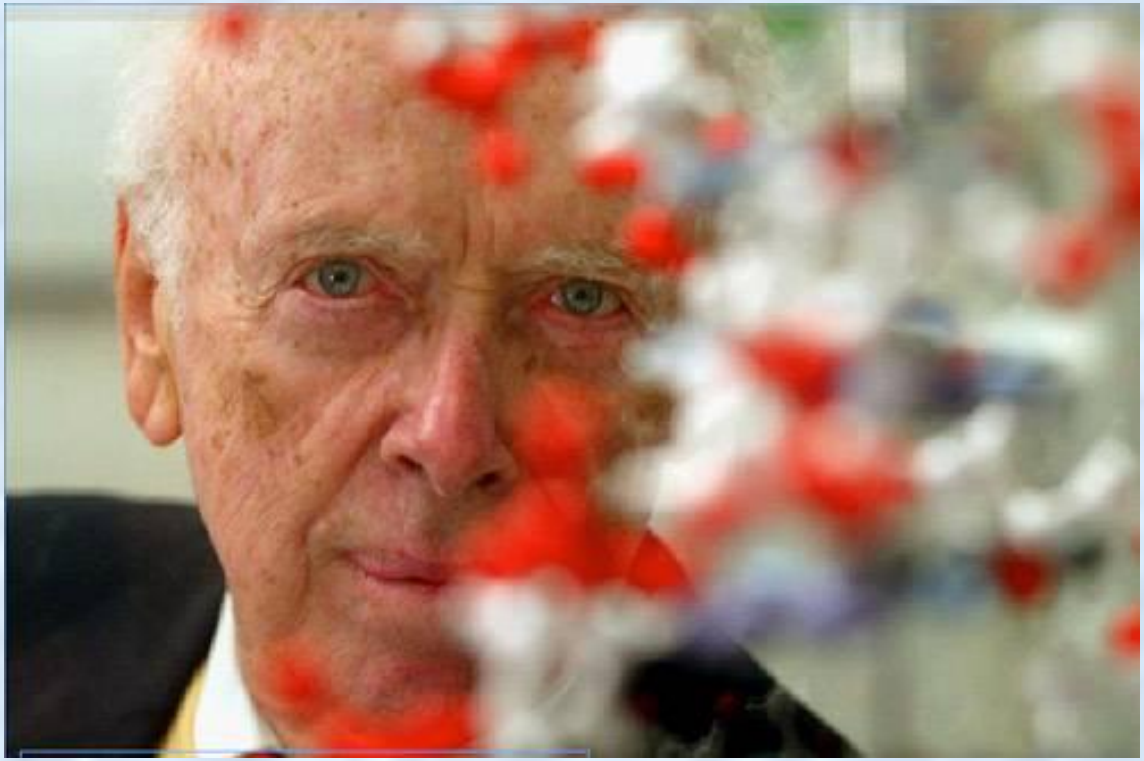
Данная модель была основана на следующих фактах:

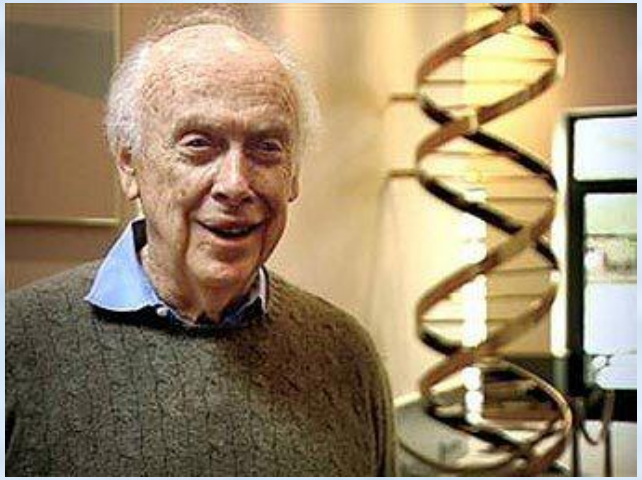
- данные химического анализа (ДНК – полинуклеотид);
- работа ***Эрвина Чаргаффа*** о равном соотношении в ДНК аденина и тимина, цитозина и гуанина;
- рентгенограмма ДНК, полученная ***Розалиндой Франклин и Морисом Уилкинсом***.

Именно модель Уотсона-Крика позволила объяснить, каким образом при делении клетки в каждую дочернюю клетку попадает идентичная информация, содержащаяся в материнской клетке. Это происходит в результате удвоения молекулы ДНК, то есть в результате **репликации**.



# Через 50 лет после открытия (в 2003 г.) завершена расшифровка ДНК человека – Джеймсом Уотсоном



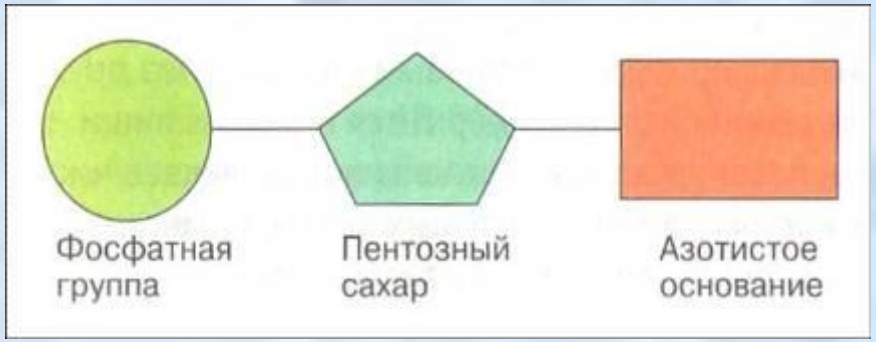


# Химическое строение нуклеиновых кислот

Нуклеиновые кислоты являются биополимерами, мономеры которых – нуклеотиды.

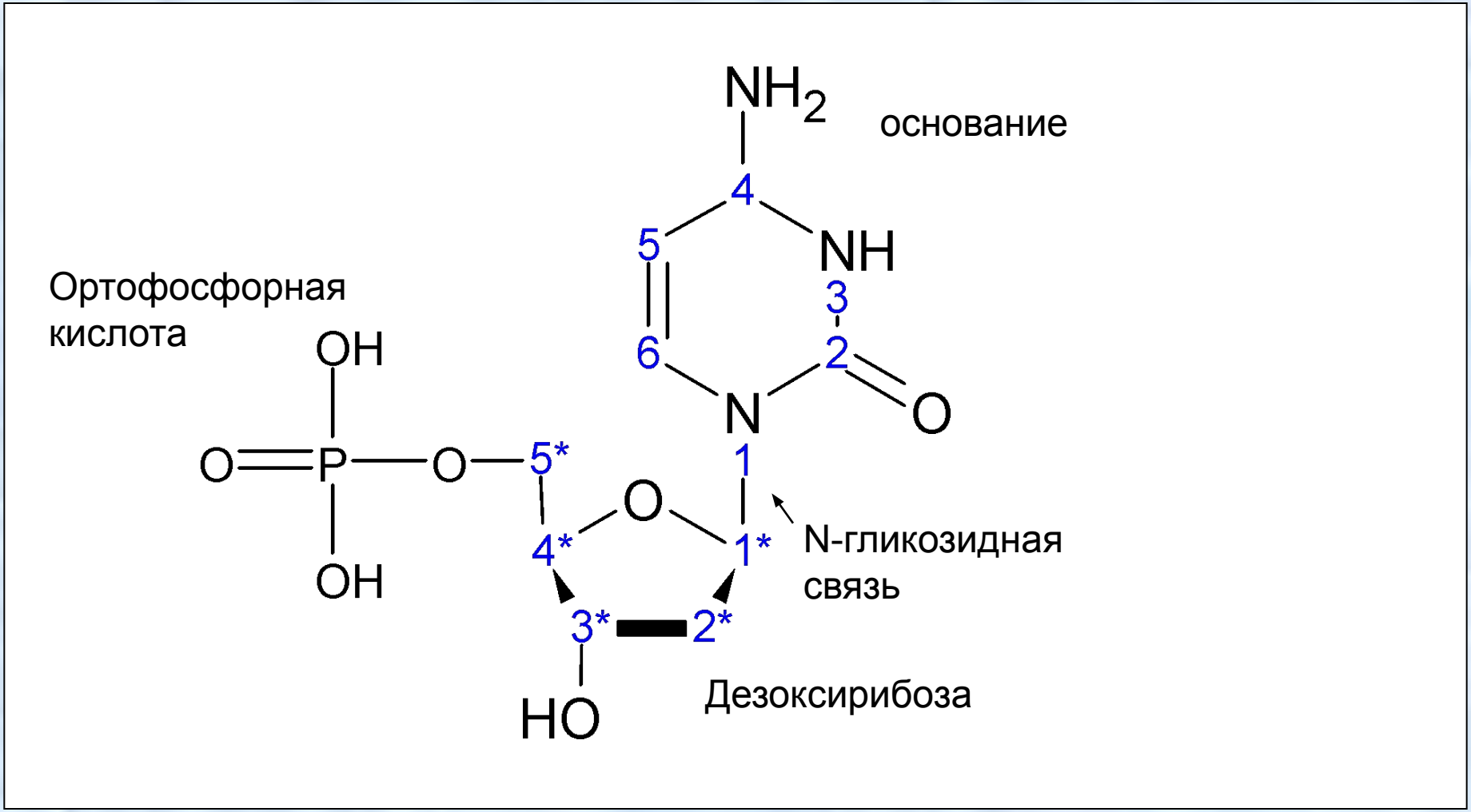
Каждый нуклеотид состоит из 3-х частей:

- **азотистого основания**,
- **пентозы – моносахарида**,
- **остатка фосфорной кислоты**.

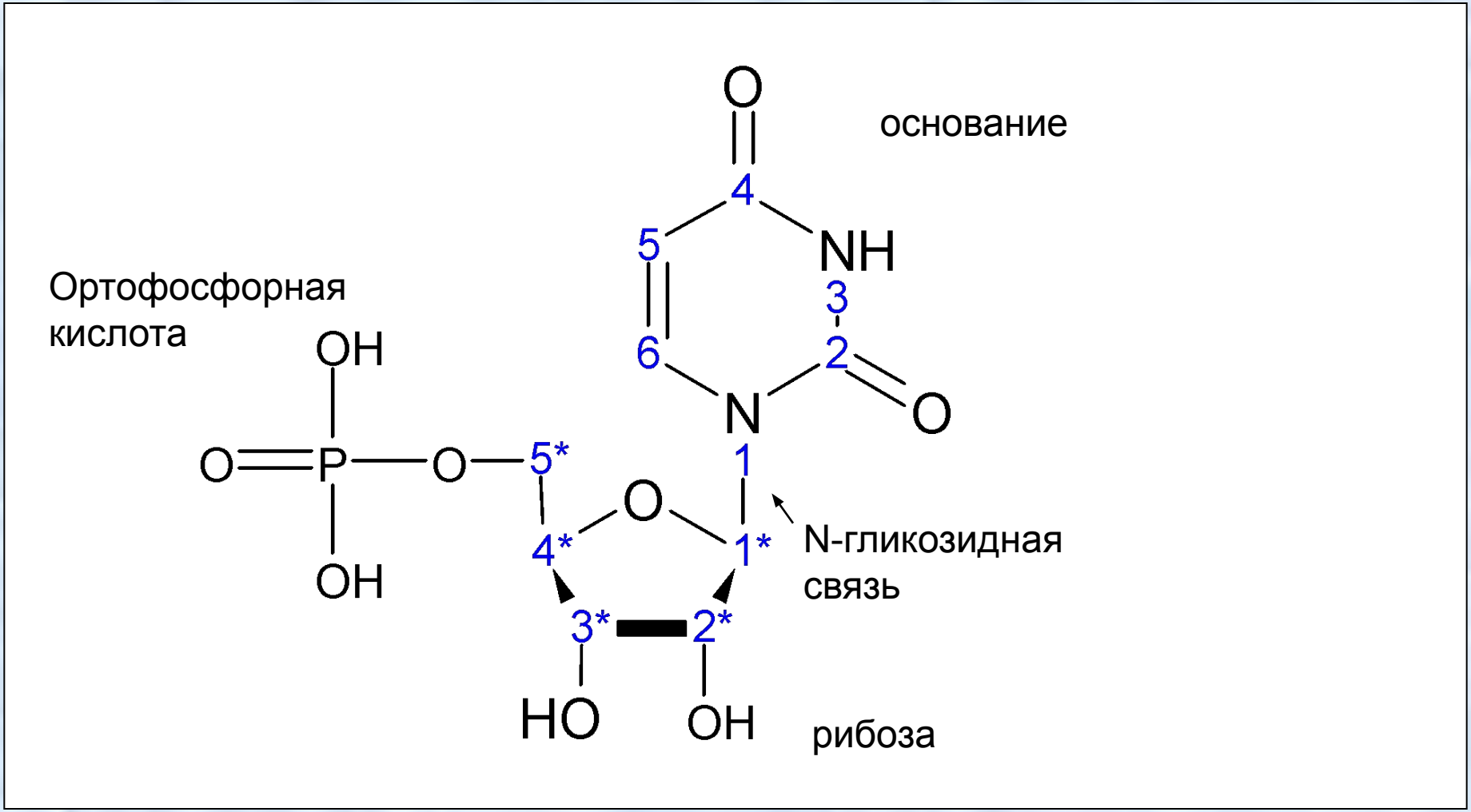



Данное строение подтверждается продуктами ступенчатого гидролиза нуклеиновых кислот.

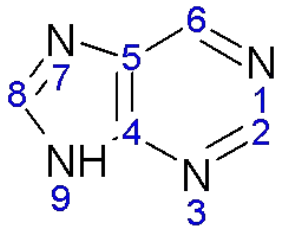
# Нуклеотид ДНК



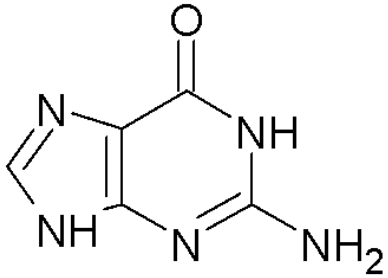
# Нуклеотид РНК



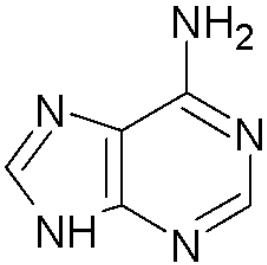
# Основания



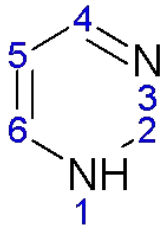

Purine



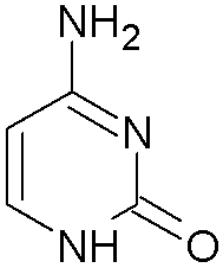

Guanine



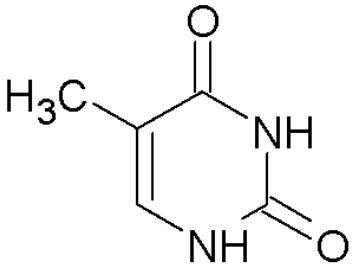

Adenine



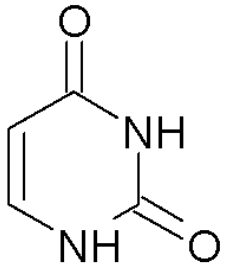

Pyrimidin




Cytosine




Thymine




Uracil

# Пиримидин и пурин

**Пиримидин** $C_4H_4N_2$ - шестичленный гетероцикл с двумя атомами азота.

**Пурин** $C_5H_4N_4$ – соединение, в молекуле которого сочетаются структуры шести- и пятичленного гетероциклов, содержащих по два атома азота.

# Пиримидиновые основания

**Пиримидиновые основания – производные пиримидина, входящие в состав нуклеиновых кислот: *урацил, тимин, цитозин*.**

**Для оснований, содержащих группу –ОН, характерно подвижное равновесие структурных изомеров, обусловленное переносом протона от кислорода к азоту и наоборот:**

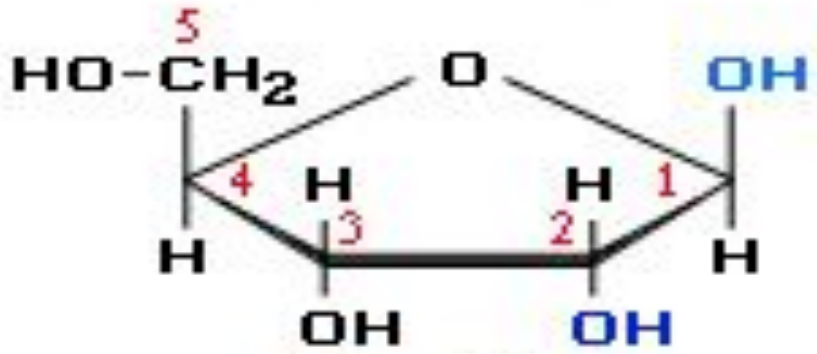
# Пуриновые основания

**Пуриновые основания - производные пурина, входящие в состав нуклеиновых кислот: *аденин, гуанин*.**

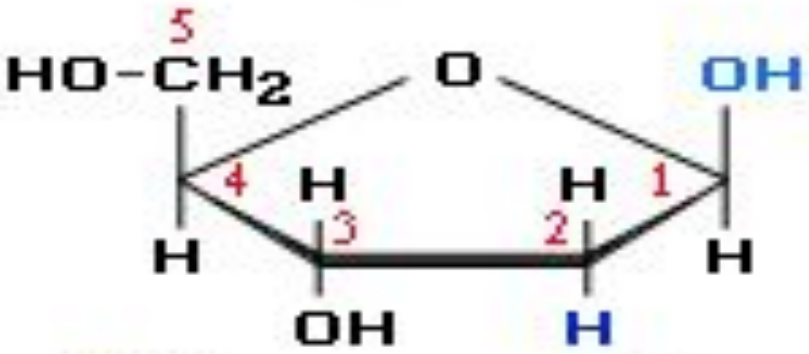
**Гуанин существует в виде двух структурных изомеров.**

**Образование нуклеозидов происходит, как и в случае пиримидиновых оснований, по связи N–H.**

# Строение рибозы и дезоксирибозы

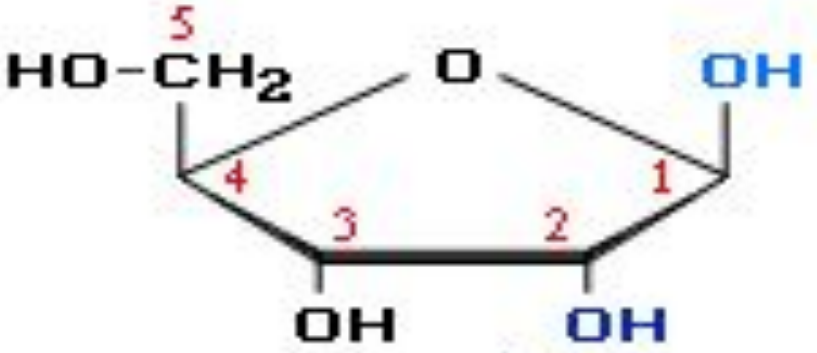



**β-рибоза**

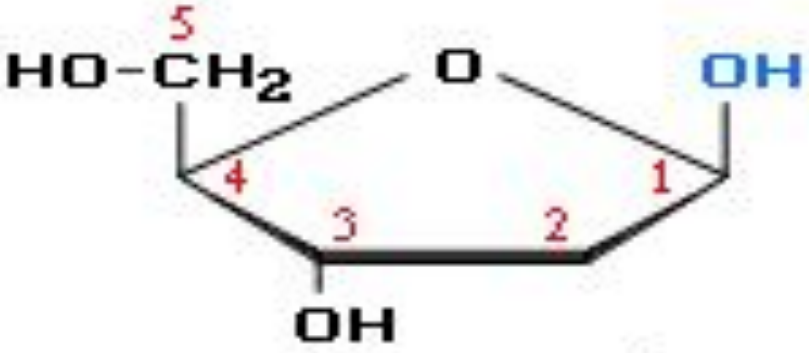



**β-2-дезоксирибоза**
(группа OH при C2 замещена на атом H)

В сокращенных формулах связи C–H не изображаются:

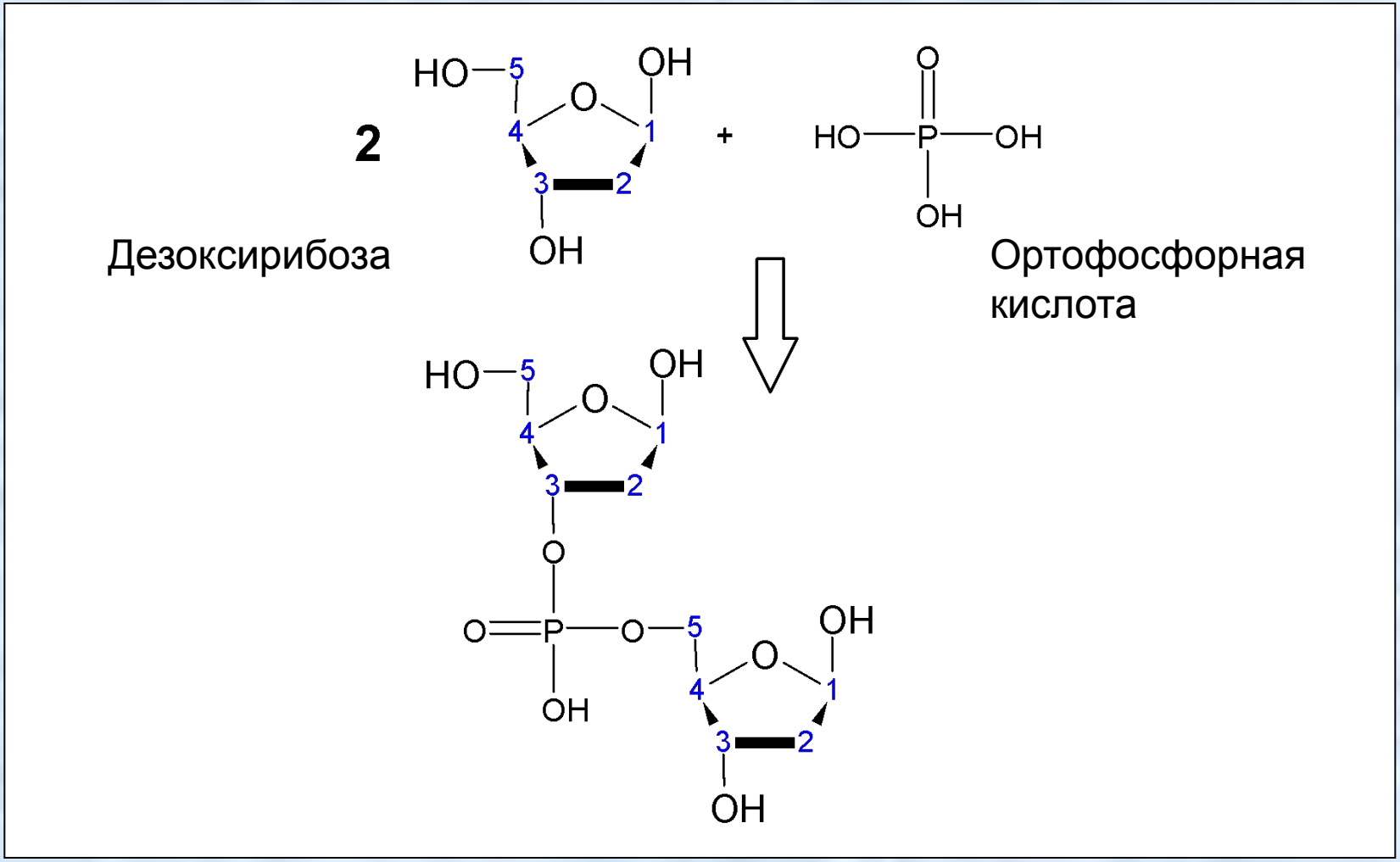



**β-рибоза**

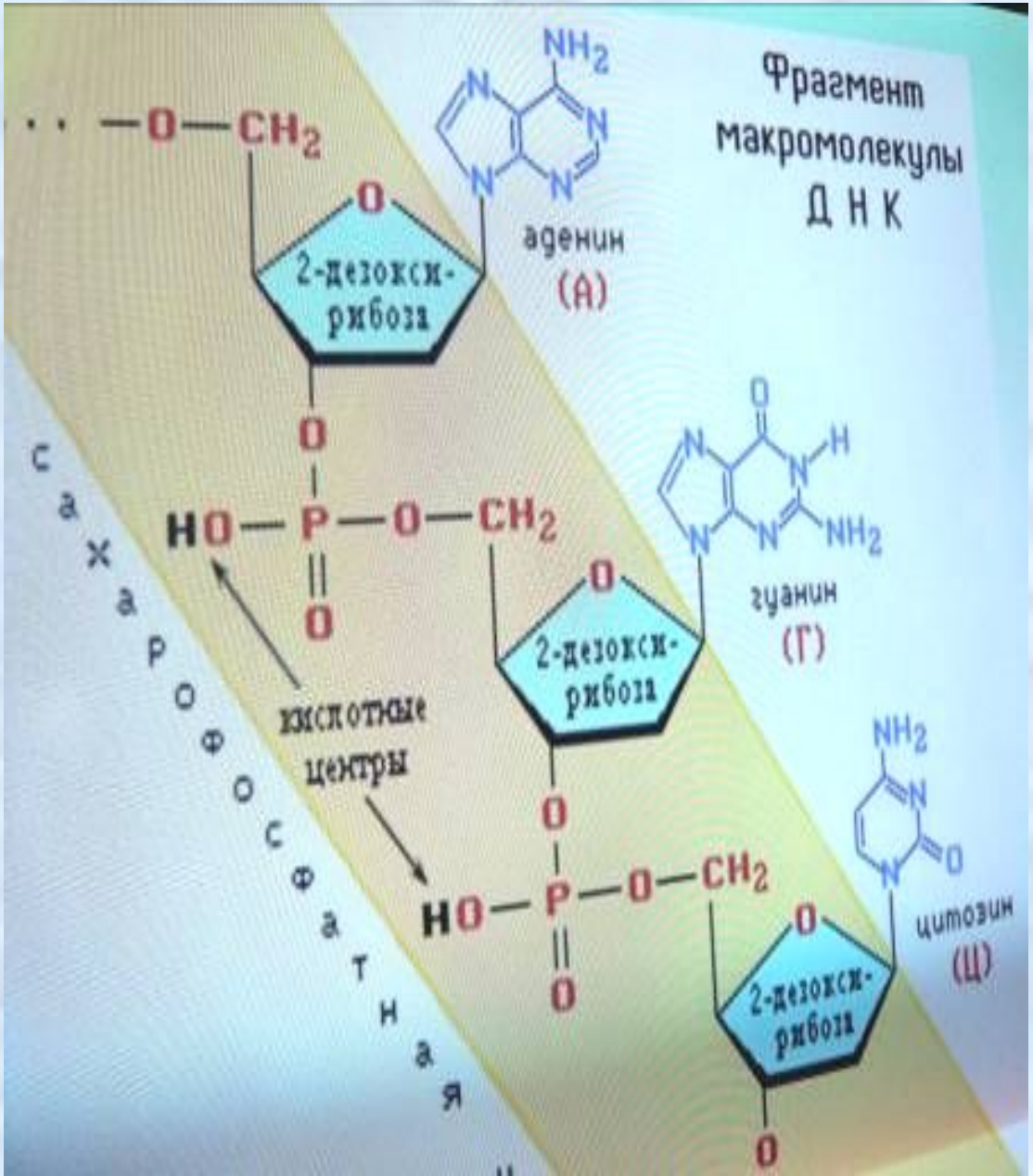



**β-2-дезоксирибоза**

# Дезоксирибоза и ортофосфорная кислота



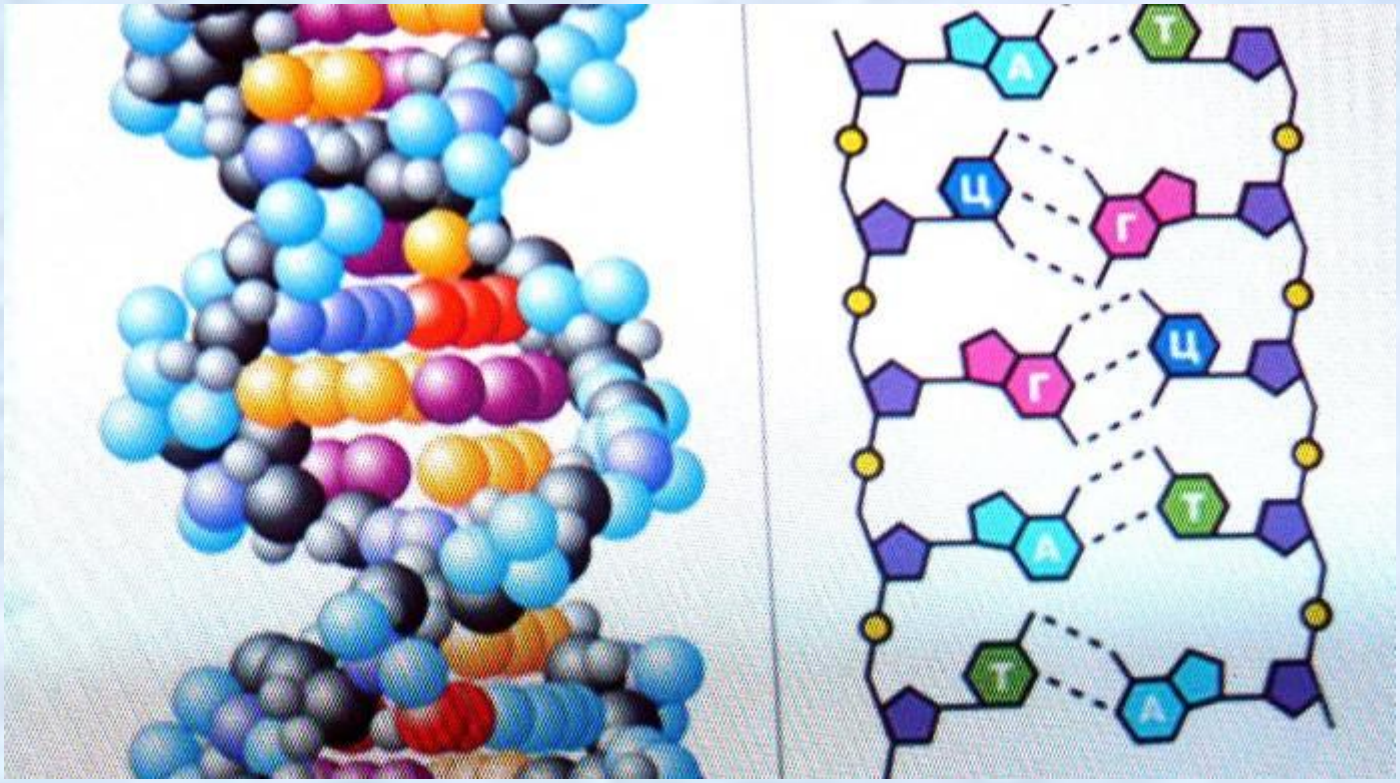
# Первичная структура нуклеиновых кислот




Нуклеотиды связываются между собой в полинуклеотидную цепь <u>сложноэфирными связями</u> через 3-й углеродный атом одной молекулы пентозы, кислотный остаток фосфорной кислоты и 5-й углеродный атом другой молекулы пентозы. Остатки азотистых оснований направлены в одну сторону (внутрь молекулы ДНК).

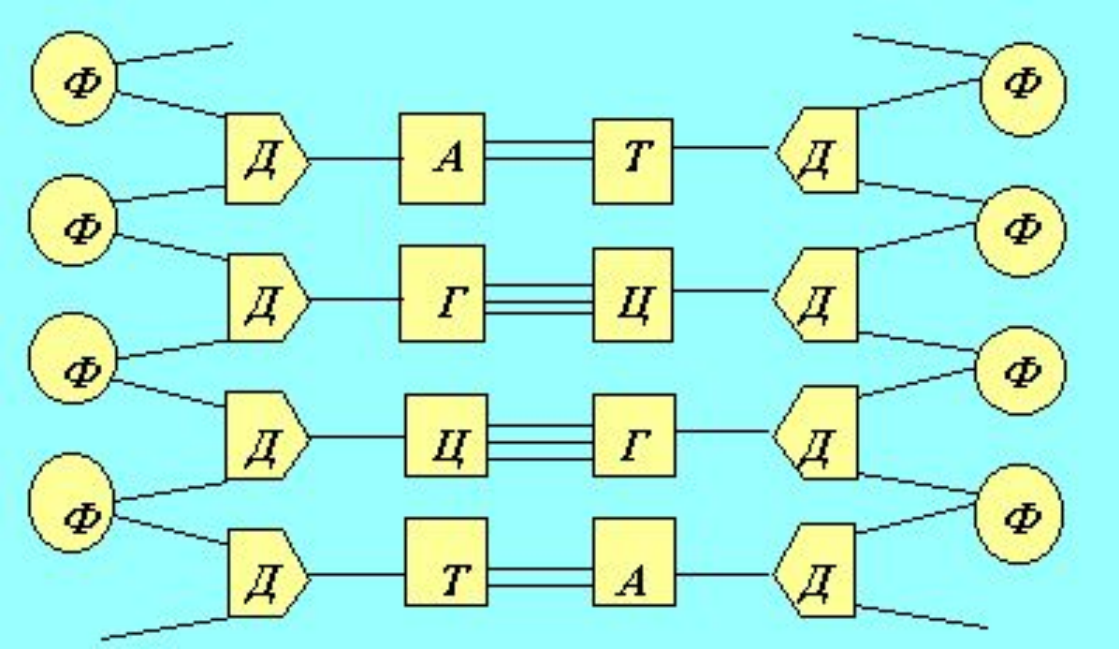
Последовательность соединения нуклеотидов в полимерную цепь и является **первичной структурой** нуклеиновых кислот.

# Вторичная структура нуклеиновых кислот

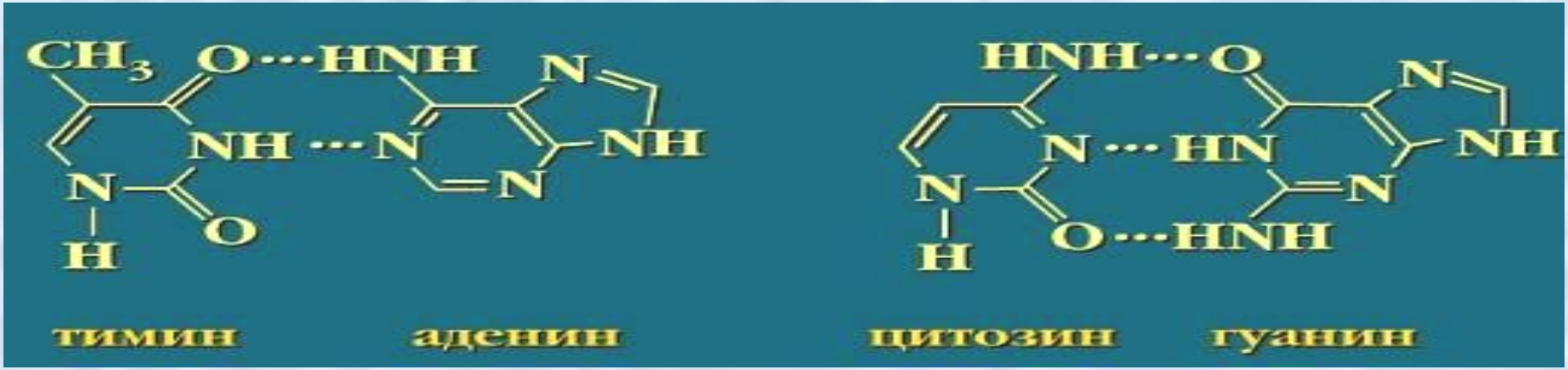



**Молекула ДНК – спиральная, состоит из двух полинуклеотидных цепей, закрученных вокруг общей оси – вторичная структура. Пары оснований располагаются строго перпендикулярно оси двойной спирали, подобно перекладинам в перевитой веревочной лестнице. Эти пары имеют почти точно одинаковые размеры, поэтому в структуру двойной спирали «вписываются» любые последовательности пар оснований. Данное строение и отражает модель Уотсона-Крика.**

В конце 1940-х годов американский биохимик австрийского происхождения Эрвин Чаргафф выяснил, что во всех ДНК содержится равное количество оснований Т и А и, аналогично, равное количество оснований Г и Ц. Однако, относительное содержание Т/А и Г/Ц в молекуле ДНК специфично для каждого вида.



# Принцип комплементарности




Т=А Ц≡Г

**Азотистые основания <u>двух</u> полинуклеотидных цепей ДНК соединяются между собой попарно при помощи *водородных связей* (ВС) по принципу комплементарности (пространственного соответствия друг другу). Пиримидиновое основание связывается с пуриновым: тимин Т с аденином А (две ВС), цитозин Ц с гуанином Г (три ВС). Таким образом, содержание Т равно содержанию А, содержание Ц равно содержанию Г. Зная последовательность нуклеотидов в одной цепи ДНК, можно расшифровать строение (первичную структуру) второй цепи.**

# Виды нуклеиновых кислот

## Нуклеиновые кислоты

### ДНК

- **Ядерная** – в хромосомах
- кольцевая ДНК **митохондрий**
- кольцевая ДНК **хлоропластов**

### РНК

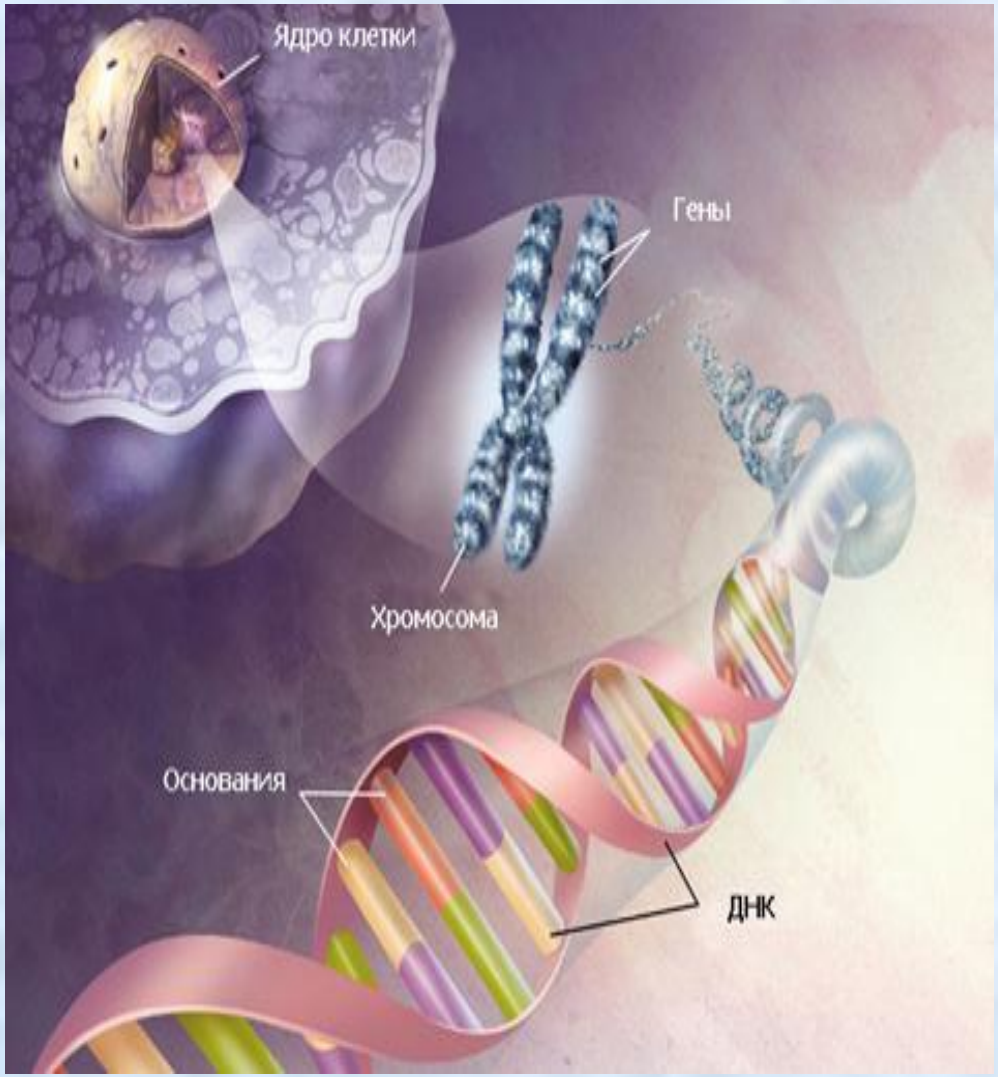
- информационная (**и-РНК** – 0,5-1%)
- транспортная (**т-РНК** – 9-10%)
- рибосомальная (**р-РНК** – 90%)

# Местонахождение нуклеиновых кислот в клетке

- ДНК находится в ядре, митохондриях, пластидах
- РНК находится в ядре, митохондриях, пластидах, цитоплазме, рибосомах

# Функции ДНК

- Хранение генетической информации
- Передача генетической информации от родителей потомству
- Реализация генетической информации в процессе жизнедеятельности клетки и организма



# Строение РНК

- РНК – биополимер, мономером которого являются нуклеотиды
- РНК – одиночная полинуклеотидная последовательность. РНК вирусов может быть одно – и двух - цепочечной
- Каждый нуклеотид состоит из:

1. **Азотистого основания А, Г, Ц, У ( урацил )**
2. **Моносахарида – рибозы**
3. **Остатка фосфорной кислоты**

- **Типы нуклеотидов РНК: Адениловый, Гуаниловый, Цитидиловый, Уридиловый**

# Виды и функции РНК

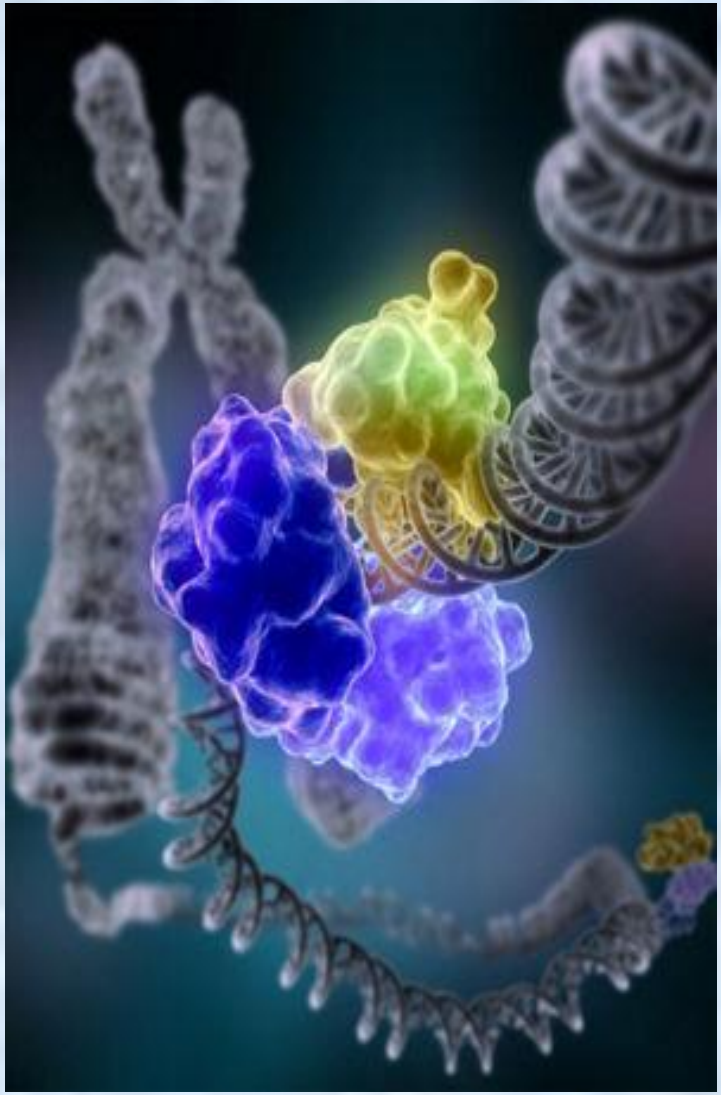
**Транспортная РНК(т-РНК).** Молекулы т-РНК самые короткие. Транспортная РНК в основном содержится в цитоплазме клетки. Функция состоит в переносе аминокислот в рибосомы, к месту синтеза белка. Из общего содержания РНК клетки на долю т-РНК приходится около 10%.

**Рибосомная РНК (р-РНК).** Это самые крупные РНК. Рибосомная РНК составляет существенную часть структуры рибосомы. Из общего содержания РНК в клетке на долю р-РНК приходится около 90%.

**Информационная РНК (и-РНК), или матричная (м-РНК).** Содержится в ядре и цитоплазме. Функция ее состоит в переносе информации о структуре белка от ДНК к месту синтеза белка в рибосомах. На долю и-РНК приходится примерно 0,5—1% от общего содержания РНК клетки.

# Свойства ДНК и РНК

- **Амфотерность: Основные свойства проявляются за счет азотистого основания; кислотные – за счет остатка фосфорной кислоты. Кислотные свойства преобладают, среда в растворах нуклеиновых кислот – кислотная.**
- **Молекулы ДНК способны к репликации (удвоению), т.е. могут обеспечить возможность синтеза других молекул ДНК, идентичных исходным**
- **Молекулы ДНК могут направлять совершенно точным и определенным образом синтез белков, специфичных для организмов данного вида**
- **НК – могут денатурировать - т.е. утрачивать вторичную структуру**
- **НК подвергаются гидролизу:**
- **Мягкий гидролиз - полинуклеотидная цепь рвётся с образованием всё более коротких фрагментов, до тех пор пока не образуются нуклеотиды.**
- **Полный гидролиз – нуклеотидиды образуют смесь пиримидиновых и пуриновых оснований, моносахарид (рибозу или дезоксирибозу) и фосфорную кислоту.**



# Спасибо за внимание