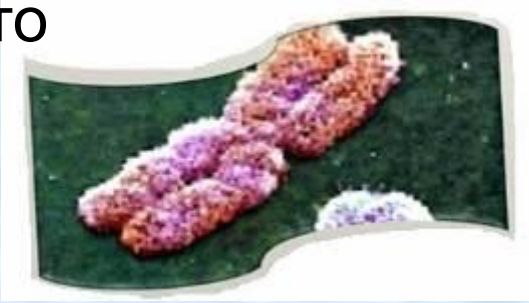


# Биополимеры – нуклеиновые кислоты





# Вехи истории

- ДНК открыта в 1868 г швейцарским врачом *И. Ф. Мишером* в клеточных ядрах лейкоцитов, 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.A microscopic image showing several chromosomes. They appear as thick, tangled structures with a purple and pinkish hue, set against a dark green background. The chromosomes are arranged in a somewhat linear fashion, with some appearing as single strands and others as pairs.
- 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.

# **УОТСОН Джеймс Дьюи** **(1928 - н.в.)**



**Американский биофизик, биохимик, молекулярный биолог, предложил гипотезу о том, что ДНК имеет форму двойной спирали, выяснил молекулярную структуру нуклеиновых кислот и принцип передачи наследственной информации. Лауреат Нобелевской премии 1962 года по физиологии и медицине (вместе с Фрэнсис Харри Комптоном Криком и Морисом Уилкинсом).**

# **КРИК Френсис Харри Комптон (1916 - н.в.)**



**Английский физик, биофизик, специалист в области молекулярной биологии, выяснил молекулярную структуру нуклеиновых кислот; открыв основные типы РНК, предложил теорию передачи генетического кода и показал, как происходит копирование молекул ДНК при делении клеток. Ученый является членом Лондонского королевского общества (1959), в 1962 году стал лауреатом Нобелевской премии по физиологии и медицине (вместе с Джеймсом Дьюи Уотсоном и Морисом Уилкинсом).**



# Химическое строение нуклеиновых кислот

Нуклеиновые кислоты являются биополимерами, мономерами которых – нуклеотиды.

Каждый нуклеотид состоит из 3-х частей:

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

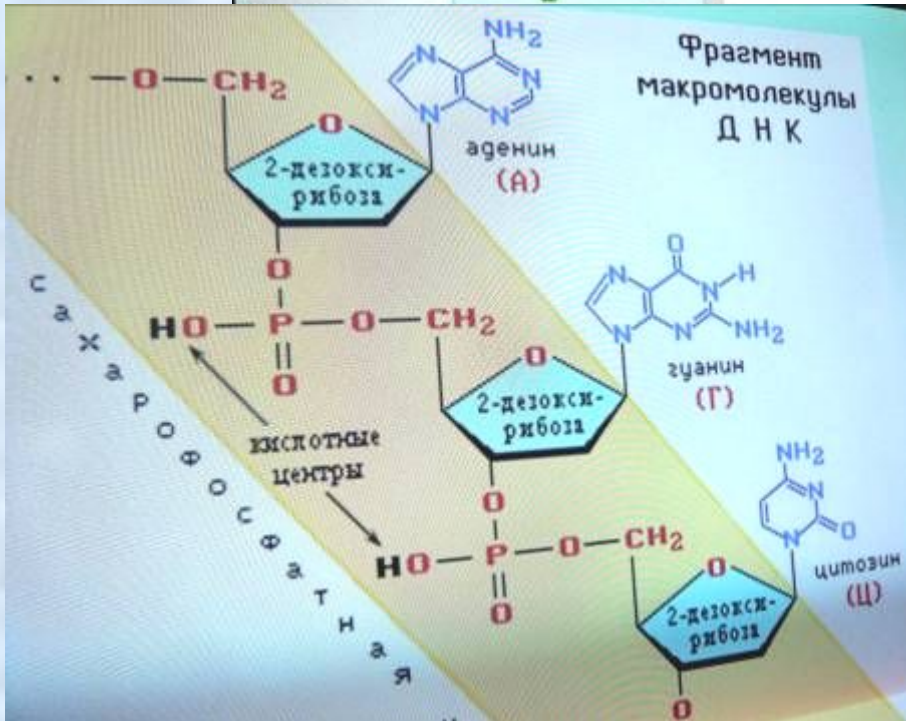
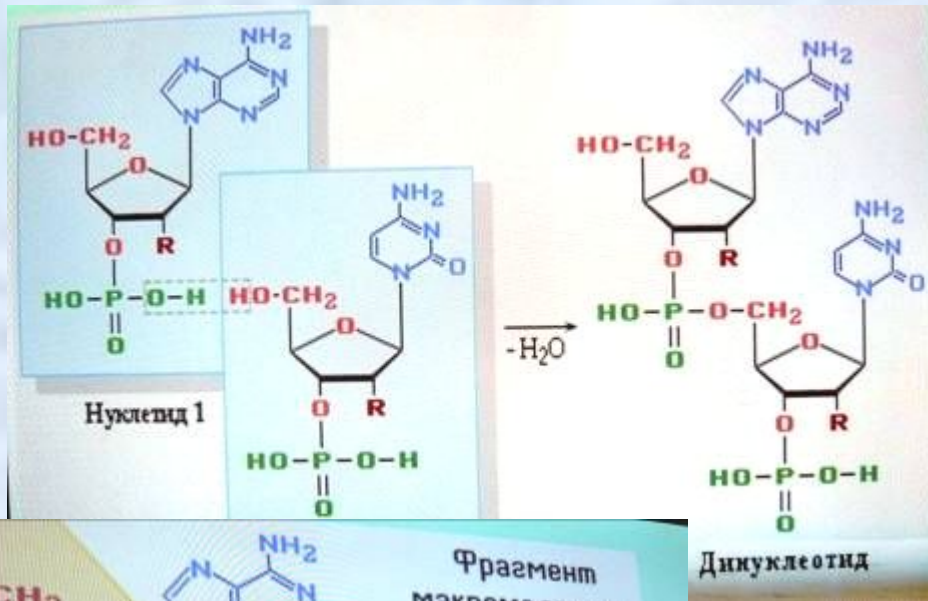


# Виды нуклеиновых кислот



<b>Признаки</b>	<b>ДНК</b>	<b>РНК</b>
<b>СХОДСТВА</b>		
<b>РАЗЛИЧИЯ:</b>		
<b>1) Сахар</b>		
<b>2) Азотистые основания</b>		
<b>3) Структура</b>		
<b>4) Местонахождение в клетке</b>		
<b>5) Биологические функции</b>		

# Первичная структура нуклеиновых кислот

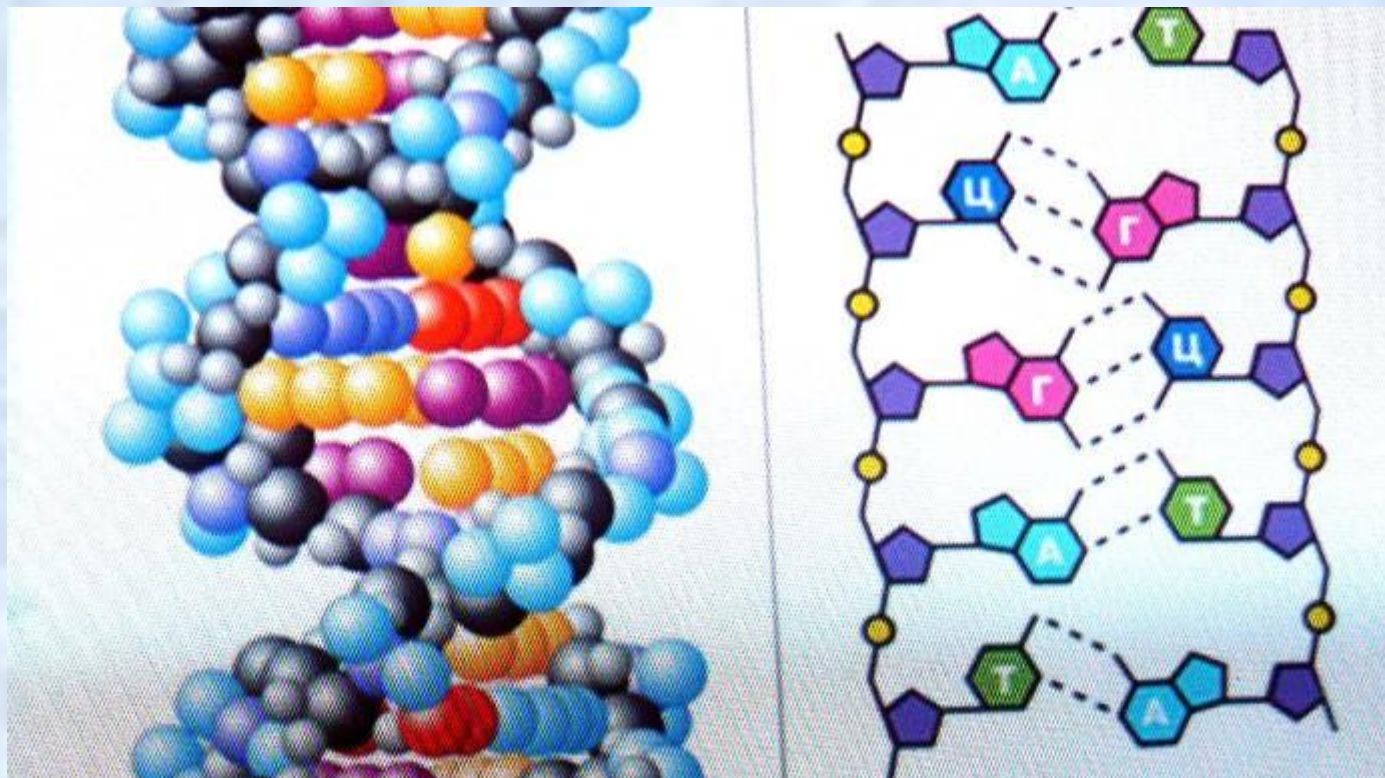


Нуклеотиды связываются между собой в полинуклеотидную цепь сложноэфирными связями через 3-й углеродный атом одной молекулы пентозы, кислотный остаток фосфорной кислоты и 5-й углеродный атом другой молекулы пентозы. Остатки азотистых оснований направлены в одну сторону (внутрь молекулы ДНК).

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

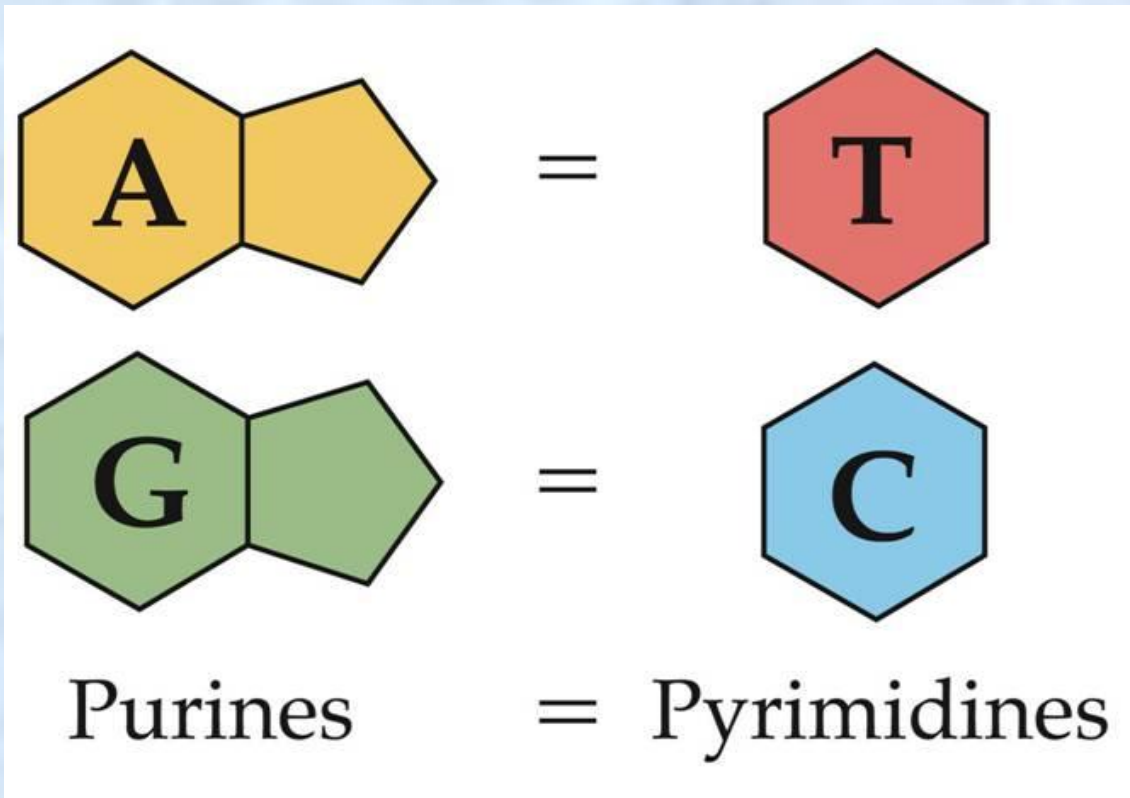


# Вторичная структура нуклеиновых кислот



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.

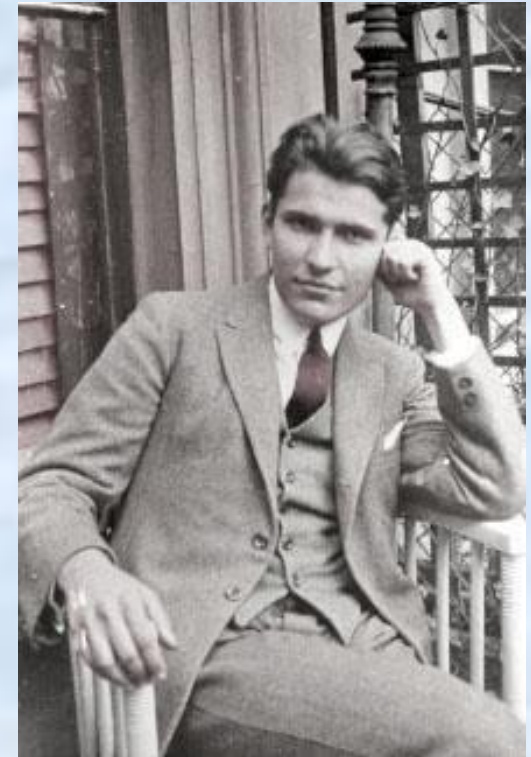
# Правила Чаргаффа (1950г.)



$$[A] + [G] = [T] + [C] = 50\%$$

Объяснение правилам Чаргаффа дали  
Уотсон и Крик

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



Эрвин Чаргафф



# Принцип комплементарности



Азотистые основания двух 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 **T** с аденином **A** (две ВС), цитозин **C** с гуанином **G** (три ВС). Таким образом, содержание **T** равно содержанию **A**, содержание **C** равно содержанию **G**. Зная последовательность нуклеотидов в одной цепи ДНК, можно расшифровать строение (первичную структуру) второй цепи.

Для лучшего запоминания принципа комплементарности можно воспользоваться **мнемоническим приемом**: запомни словосочетания

**Т**игр – **А**льбинос и **Ц**апля – **Г**олубая

# Модель ДНК Уотсона 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:

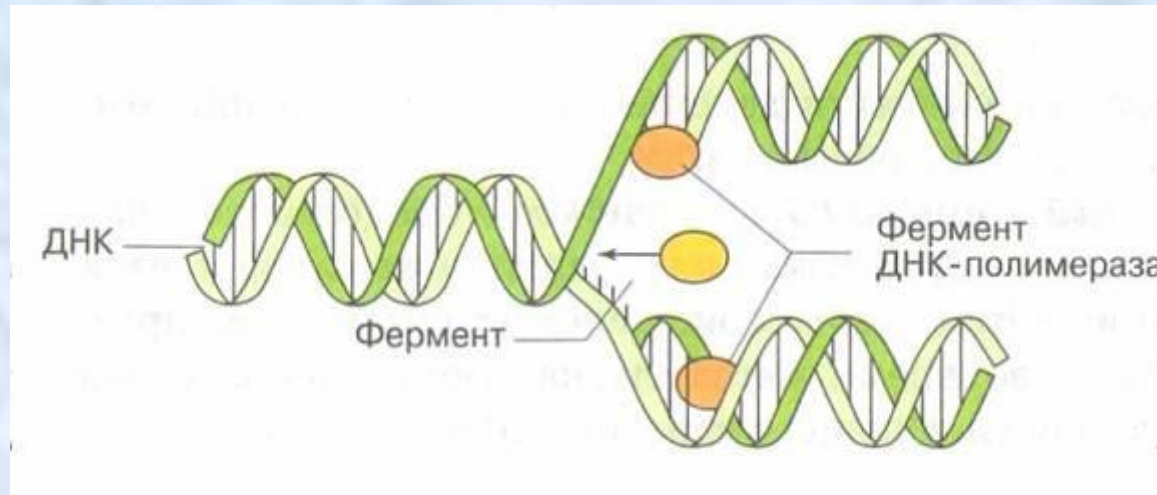
- данные химического анализа (ДНК – полинуклеотид);
- работа **Эрвина Чаргаффа** о равном соотношении в ДНК аденина и тимина, цитозина и гуанина;
- рентгенограмма ДНК, полученная **Розалиндой Франклин и Морисом Уилкинсом**.

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.





# Репликация ДНК

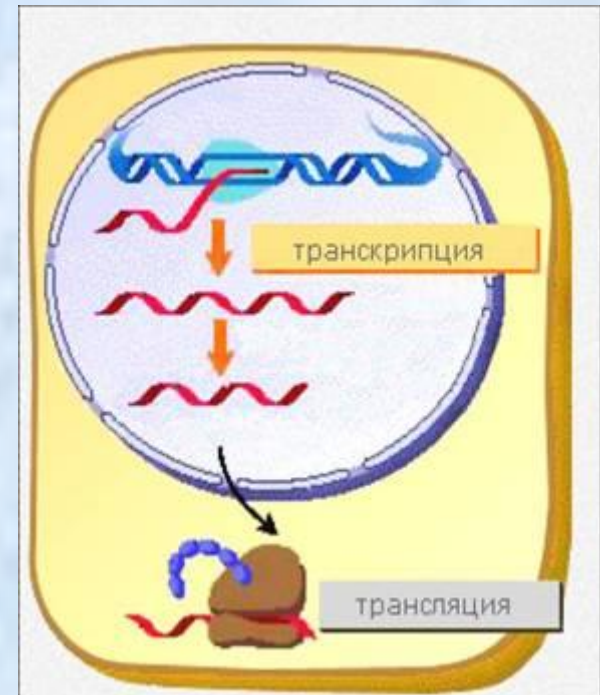
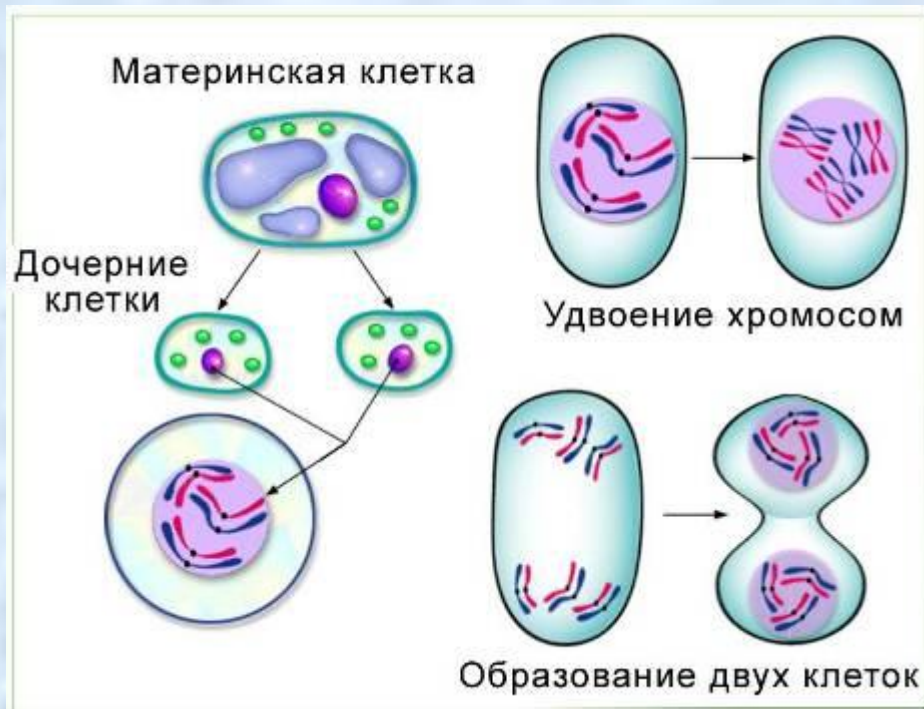


Удвоение молекулы ДНК называют **репликацией** или **редупликацией**. Во время репликации часть молекулы «материнской» ДНК расплетается на две нити с помощью специального фермента, причем это достигается разрывом водородных связей между комплементарными азотистыми основаниями: аденином — тиминном и гуанином — цитозинном. Далее к каждому нуклеотиду разошедшихся нитей ДНК фермент ДНК-полимераза подстраивает комплементарный ему нуклеотид. Таким образом, образуются две двуцепочечные молекулы ДНК, в состав каждой из которых входят одна цепочка «материнской» молекулы и одна новосинтезированная («дочерняя») цепочка. Эти две молекулы ДНК абсолютно идентичны.

# Биологическое значение нуклеиновых кислот

Нуклеиновые кислоты обеспечивают

- хранение наследственной информации в виде генетического кода,
- передачу ее при размножении дочерним организмам,
- ее реализацию при росте и развитии организма в течение жизни в виде участия в очень важном процессе – биосинтезе белков.

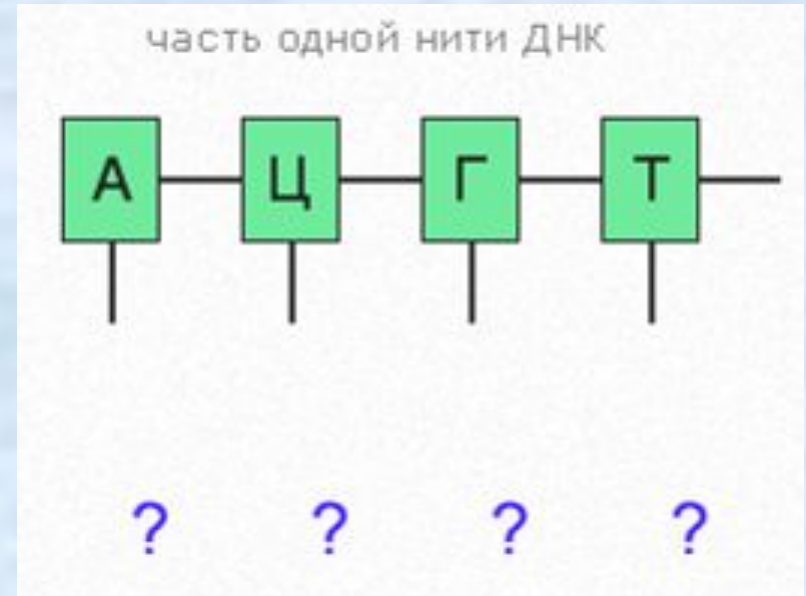




## Задания на закрепление

1. Содержание адениновых нуклеотидов А в молекуле ДНК равно 20%. Определите содержание остальных (каких?) нуклеотидов.

2. Постройте участок второй цепочки ДНК, следуя принципу комплементарности.

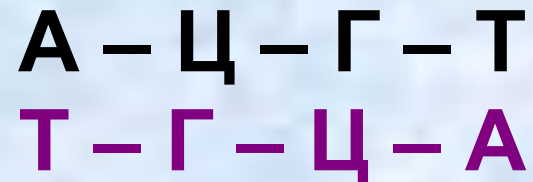


# Проверь себя – правильные ответы

1. Содержание нуклеотидов в ДНК:

- **А** – 20%
- **Т** – 20% (равно А)
- **Г** –  $(100 - 2 \times 20) : 2 = 30\%$
- **Ц** – 30% (равно Г)

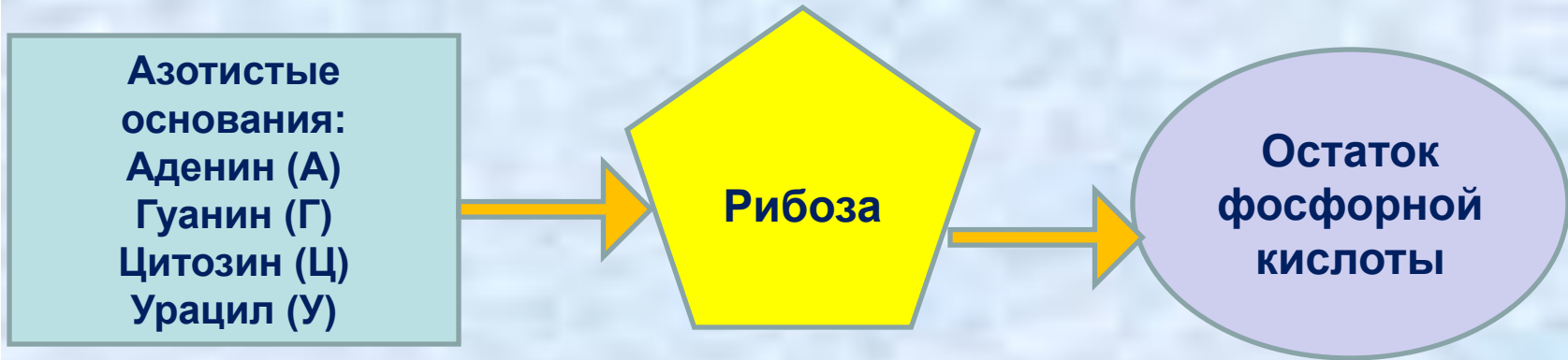
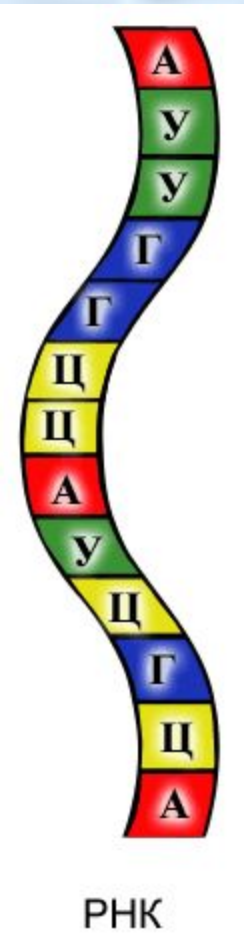
2. Структура участка двух цепей ДНК:





# Рибонуклеиновая кислота.

## *Состав нуклеотида в РНК*



**РНК – это одноцепочечная молекула**

# Виды РНК

1. Информационная РНК (и-РНК): перенос информации из ядра в цитоплазму клетки к месту синтеза белка
2. Транспортная РНК (т-РНК): перенос аминокислот к месту синтеза белка
3. Рибосомальная РНК (р-РНК): входят в состав рибосом, определяют их структуру.

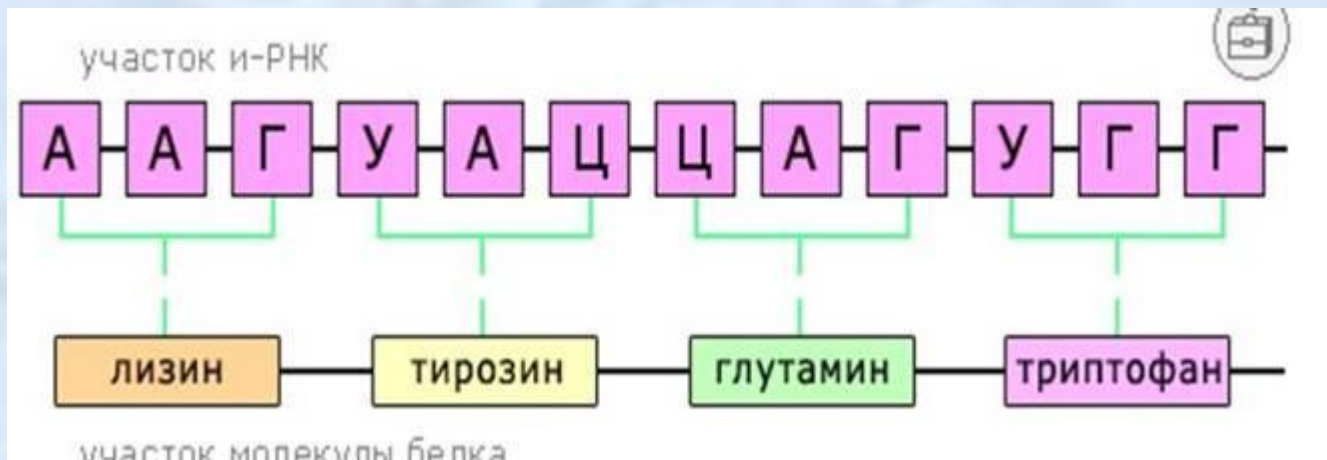
# Рибосомальные РНК



Рибосомальные РНК синтезируются в основном в ядрышке и составляют примерно 85-90% всех РНК клетки. В комплексе с белками они входят в состав рибосом и осуществляют синтез пептидных связей между аминокислотными звеньями при биосинтезе белка. Образно говоря, **рибосома** — это молекулярная вычислительная машина, переводящая тексты с нуклеотидного языка ДНК и РНК на аминокислотный язык белков.

# Биологическая роль и-РНК

и-РНК, являясь копией с определенного участка молекулы ДНК, содержит информацию о первичной структуре одного белка. Последовательность из трех нуклеотидов (**триплет** или **кодон**) в молекуле и-РНК (первооснова – ДНК!) кодирует определенный вид аминокислоты. Эту информацию сравнительно небольшая молекула и-РНК переносит из ядра, проходя через поры в ядерной оболочке, к рибосоме – месту синтеза белка. Поэтому и-РНК иногда называют «матричной», подчеркивая ее роль в данном процессе. **Генетический код** был расшифрован в 1965-1967 г.г., за что *Х. Г. Корану* была присуждена Нобелевская премия.

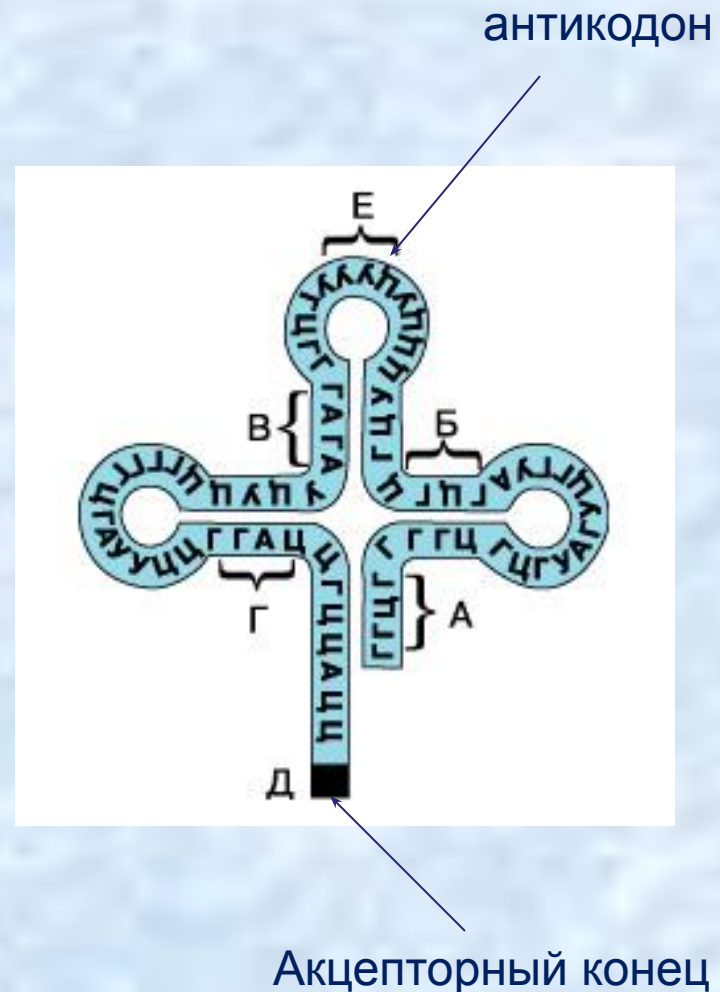




# Транспортные РНК

РНК, доставляющие аминокислоты к рибосоме в процессе синтеза белка, называются **транспортными**. Эти небольшие молекулы, форма которых напоминает лист клевера, несут на своей вершине последовательность из трех нуклеотидов – **антикодоны**. С их помощью т-РНК будут присоединяться к кодонам и-РНК по принципу комплементарности.

Противоположный конец молекулы т-РНК присоединяет **аминокислоту**, причем только определенный вид, который соответствует его антикодону (см. генетический код).



# Строение нуклеиновых кислот и их биологическая роль

The diagram is divided into two main columns: **ДНК** (DNA) on the left and **РНК** (RNA) on the right.

**Chemical Structures:**

- DNA:** Shows a phosphate group (Фосфат) attached to a deoxyribose sugar (Дезоксирибоза). The nitrogenous bases are Cytosine (Цитозин), Guanine (Гуанин), Thymine (Тимин), and Adenine (Аденин). The bases pair: Cytosine with Guanine, and Thymine with Adenine.
- RNA:** Shows a phosphate group (Фосфат) attached to a ribose sugar (Рибоза). The nitrogenous bases are Cytosine (Цитозин), Guanine (Гуанин), Uracil (Урацил), and Adenine (Аденин). The bases pair: Cytosine with Guanine, and Uracil with Adenine.

**Biological Roles:**

- DNA:**
  - Хранение наследственной информации (Storage of hereditary information) - shown as a double helix.
  - Передача наследственной информации из поколения в поколение (Transmission of hereditary information from generation to generation) - shown as a cell dividing.
  - Передача наследственной информации на РНК (Transmission of hereditary information to RNA) - shown as a DNA strand being transcribed into an RNA strand.
- RNA:**
  - Транспортная РНК (Transfer RNA):** Перенос аминокислот к месту синтеза белка (Transport of amino acids to the site of protein synthesis). Shown as a cloverleaf structure with an amino acid.
  - Рибосомальная РНК (Ribosomal RNA):** Структурная составляющая рибосомы (Structural component of the ribosome). Shown as part of a ribosome.
  - Информационная РНК (Messenger RNA):** Перенос информации к месту синтеза белка (Transport of information to the site of protein synthesis). Shown as a single strand.



# Проверка правильности заполнения таблицы

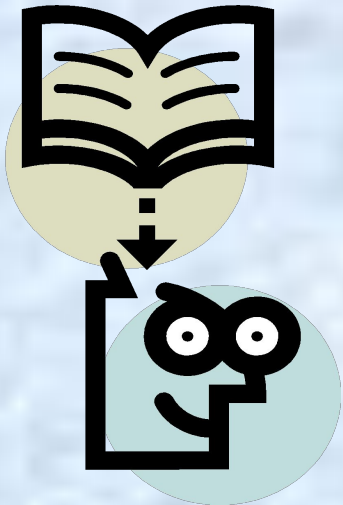
<b>Признаки</b>	<b>ДНК</b>	<b>РНК</b>
<b>СХОДСТВА</b>	Полинуклеотиды, мономеры которых имеют общий план строения.	
<b>РАЗЛИЧИЯ:</b> <b>1) Сахар</b>	дезоксирибоза	рибоза
<b>2) Азотистые основания</b>	аденин - <u>тимин</u> , цитозин - гуанин	аденин – <u>урацил</u> , цитозин – гуанин
<b>3) Структура</b>	двойная спираль	одноцепочечная молекула
<b>4) Местонахождение в клетке</b>	ядро, митохондрии и хлоропласты	цитоплазма, рибосомы
<b>5) Биологические функции</b>	хранение наследственной информации и передача ее из поколения в поколение	участие в матричном биосинтезе белка на рибосоме, т.е. реализация наследственной информации





# Задание на закрепление

Следуя принципу комплементарности, построй участок молекулы иРНК по участку одной цепи ДНК. Как называется данный процесс?



**Задание.** Используя материалы тетради закончите предложения

В 1868 году Иоганн Фридрих Мишер.....

Профессор Эрвин Чаргаффов 1950 году определил.....

В 1953 году физик Ф. Крик и генетик Дж. Уотсон расшифровали.....



# Итоговое тестирование

(1 вариант – четные, 2 вариант – нечетные)

1. Молекулы ДНК представляют собой материальную основу наследственности, так как в них закодирована информация о структуре молекул  
а – полисахаридов б – белков в – липидов г – аминокислот
2. В состав нуклеиновых кислот НЕ входят  
а – азотистые основания б – остатки пентоз в – остатки фосфорной кислоты г – аминокислоты
3. Связь, возникающая между азотистыми основаниями двух комплементарных цепей ДНК, -  
а – ионная б – пептидная в – водородная г – сложноэфирная
4. Комплементарными основаниями НЕ является пара  
а – тимин - аденин б – цитозин - гуанин в – цитозин - аденин  
г – урацил - аденин
5. В одном из генов ДНК 100 нуклеотидов с тимином, что составляет 10% от общего количества. Сколько нуклеотидов с гуанином?  
а – 200 б – 400 в – 1000 г – 1800
6. Молекулы РНК, в отличие от ДНК, содержат азотистое основание  
а – урацил б – аденин в – гуанин г – цитозин





# Итоговое тестирование

7. Благодаря репликации ДНК
  - а – формируется приспособленность организма к среде обитания
  - б – у особей вида возникают модификации
  - в – появляются новые комбинации генов
  - г – наследственная информация в полном объеме передается от материнской клетки к дочерним во время митоза
8. Молекулы и-РНК
  - а – служат матрицей для синтеза т-РНК
  - б – служат матрицей для синтеза белка
  - в – доставляют аминокислоты к рибосоме
  - г – хранят наследственную информацию клетки
9. Кодовому триплету ААТ в молекуле ДНК соответствует триплет в молекуле и-РНК
  - а – УУА    б – ТТА    в – ГГЦ    г – ЦЦА
10. Белок состоит из 50 аминокислотных звеньев. Число нуклеотидов в гене, в котором зашифрована первичная структура этого белка, равно
  - а – 50    б – 100    в – 150    г – 250



# Итоговое тестирование

11. В рибосоме при биосинтезе белка располагаются два триплета и-РНК, к которым в соответствии с принципом комплементарности присоединяются антикодоны  
а – т-РНК    б – р-РНК    в – ДНК    г – белка
12. Какая последовательность правильно отражает путь реализации генетической информации?  
а) ген – ДНК – признак – белок            б) признак – белок – и-РНК – ген – ДНК  
в) и-РНК – ген – белок – признак            г) ген – и-РНК – белок – признак
13. Собственные ДНК и РНК в эукариотической клетке содержат  
а – рибосомы    б – лизосомы    в – вакуоли    г – митохондрии
14. В состав хромосом входят  
а – РНК и липиды    б – белки и ДНК    в – АТФ и т-РНК    г – АТФ и глюкоза
15. Ученые, которые предположили и доказали, что молекула ДНК – двойная спираль, это  
а – И. Ф. Мишер и О. Эвери            б – М. Ниренберг и Дж. Маттеи  
в – Дж. Д. Уотсон и Ф. Крик            г – Р. Франклин и М. Уилкинс

# Домашнее задание

1. Стр.106-112, вопросы
2. Повторить стр. 85-105
3. Подготовиться к контрольной работе «Химический состав клетки»