



Млекопитающие / Сумчатые / Волки сумчатые /  
**ВОЛК СУМЧАТЫЙ**

Млекопитающие / Сумчатые / Кенгуровые /  
**ВАЛЛАБИ-ЗАЯЦ ПОЛОСАТЫЙ**

Млекопитающие / Сумчатые / Кенгуровые /  
**КРЫСА КЕНГУРОВАЯ МУСКУСНАЯ**

**ВОЛК СУМЧАТЫЙ** (*Thylacinus cynocephalus*) другое название тилацин, так его называют в Австралии и Европе, единственный представитель своего семейства. Единичные представители.

Валлаби открыт еще В. Дампьером в 1699 г., имеет спину, исчерченную поперечными темными полосами. Возможно, что сейчас этот вид уже полностью уничтожен.

Этот странный зверек был открыт в 1874 г. Р а м с е е м. Окраска кенгуровой крысы ярко-коричневая, длина тела около 30 см, длина хвоста 15 см. Численность вида в настоящее время очень низка.

# Биологические полимеры- нуклеиновые кислоты

*Коль много микроскоп  
нам тайности открыл.  
**М.В. Ломоносов***



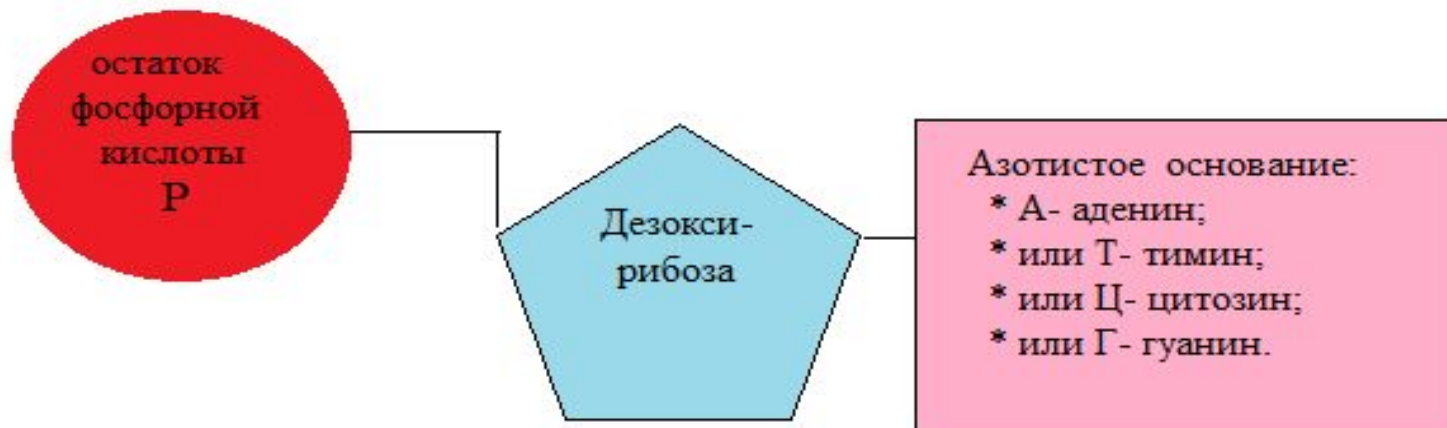
# История открытия

- **1868 год:** швейцарский биохимик **И.Ф.Мишер** выделил из лейкоцитов (гноя) вещество, содержащее азот. Дал название веществу «*нуклеин*».
- **1879 год:** немецкий химик **К.А.Коссель** открыл в *нуклеине* соединение жёлтого цвета — *гуанин*.
- Впоследствии Коссель выделил из клеток тимуса (вилочковая железа): *тимин*; *цитозин*; *аденин*.
- Русский химик **Ф.Левен** установил, что нуклеин содержит *фосфорную кислоту* и *сахар дезоксирибозу*.
- **1889 год:** **Р.Вагнер** определил, что в состав нуклеина входит нуклеиновая кислота и белок. Предложил термин «*нуклеиновые кислоты*»

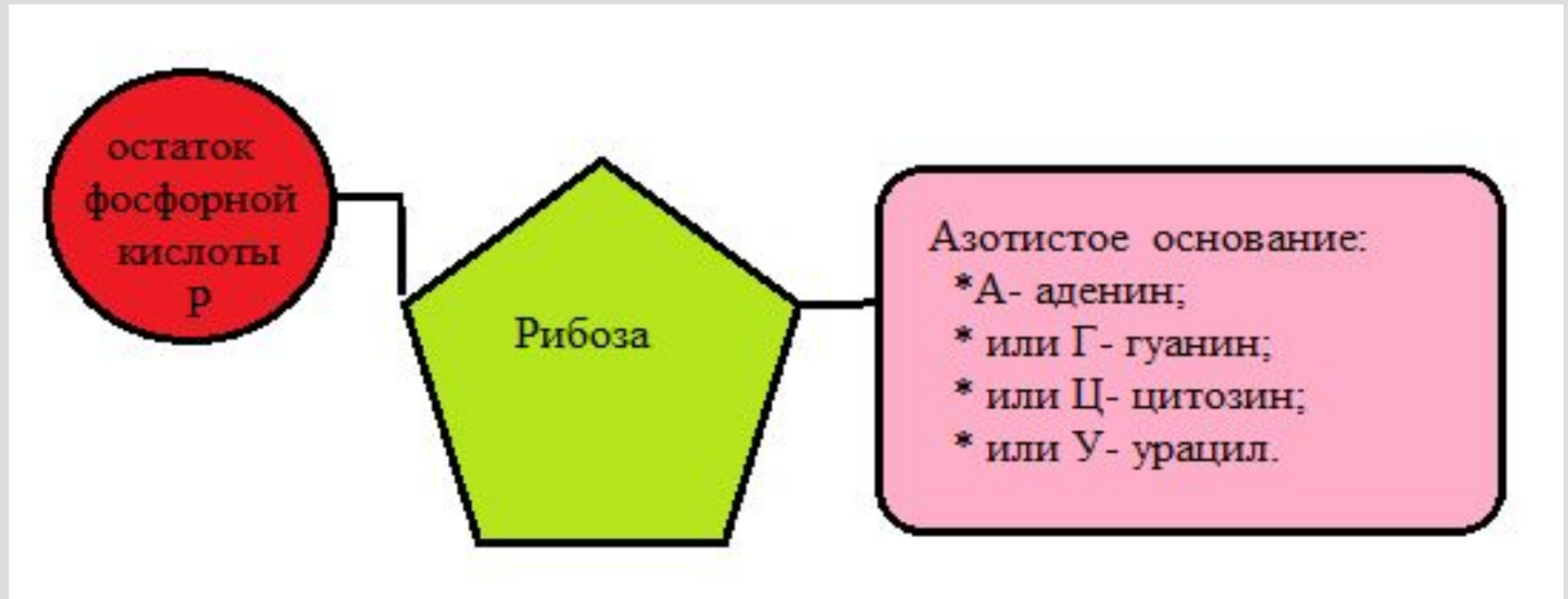


# Типы нуклеиновых кислот

- Нуклеиновые кислоты — природные высокомолекулярные органические полимеры.
- В природе существуют нуклеиновые кислоты 2-х типов:
  - ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота);
  - РНК (рибонуклеиновая кислота).
- Полимерная молекула ДНК состоит из мономеров — **дезоксирибонуклеотидов**:



Молекула РНК — полимер, мономерами которой являются **рибонуклеотиды**:



**В зависимости от вида основания, входящего в состав нуклеотида, различают следующие виды нуклеотидов:**

**А- адениловый,  
Т- тимидиловый,  
Г- гуаниловый,  
Ц- цитидиловый,  
У- урациловый**

# Локализация ДНК

- Ядерная ДНК - в ядре клеток; макромолекулы ДНК, «одетые» белками-гистонами, образуют хромосомы;
- Внеядерная ДНК:
  - \* В митохондриях — митохондриальная ДНК;
  - \* В хлоропластах;
  - \* В вирусах (ДНК-содержащие вирусы).

# Локализация РНК

- В ядре (синтез и-РНК);
- В цитоплазме клетки: т-РНК, рибосомальная РНК;
- В вирусах (РНК-содержащие вирусы);
- В матриксе митохондрий и хлоропластов: т-РНК, р-РНК.



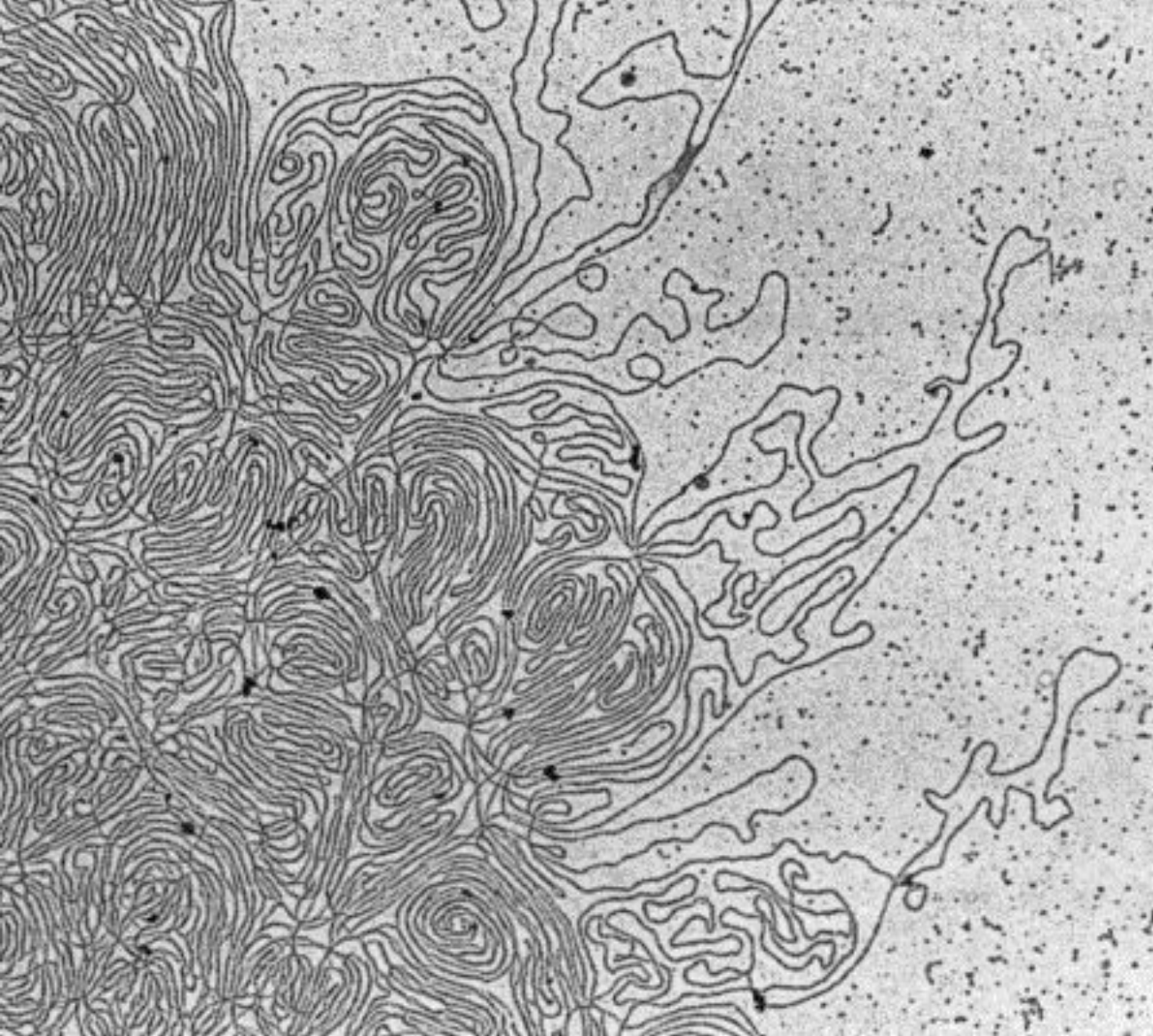
# Молекулы ДНК и РНК можно увидеть в электронный микроскоп



Plasmids are small circles of DNA found naturally in the cells of some organisms. A plasmid can replicate itself as well as any other DNA inserted into it. For this reason, plasmids make excellent cloning vectors—structures that carry DNA from cells of one species into the cells of another.

**ДНК бактериальных плазмид**





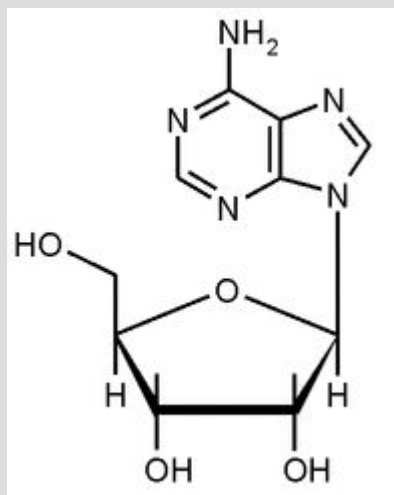
**РНК**

**ДНК**, выделенная  
из одной хромосомы человека

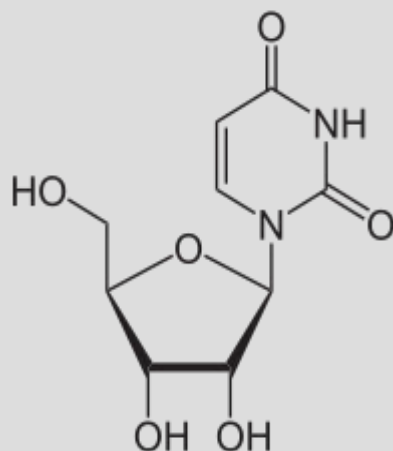
Если при гидролизе от нуклеотида отщепляется остаток фосфорной кислоты, то нуклеотид превращается в нуклеозид:

**А- аденозин,  
Т-тимидин,  
Г-гуанозин,  
Ц-цитидин,  
У-уридин**

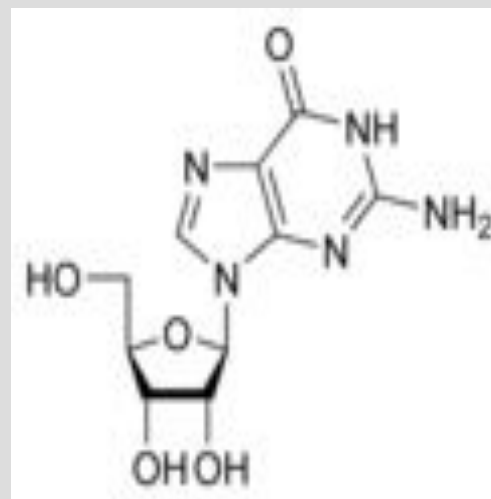
Нуклеозид состоит из сахара (пентозы: рибозы или дезоксирибозы) и основания (А,Т,Г,Ц,У)



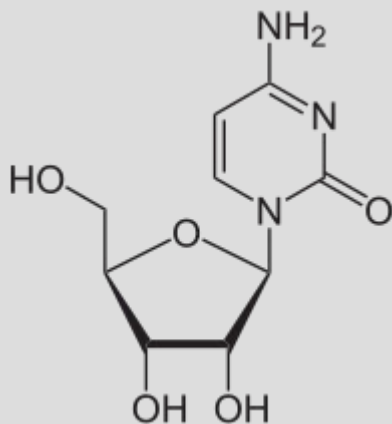
А- аденозин



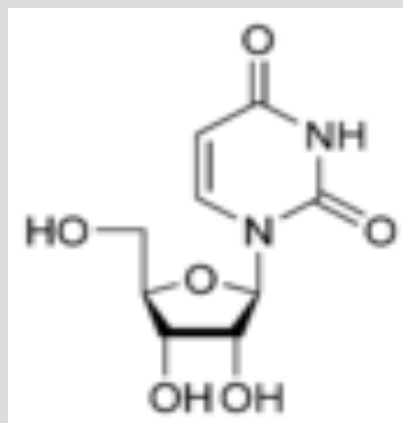
Т-тимидин



Г- гуанозин



Ц-цитидин

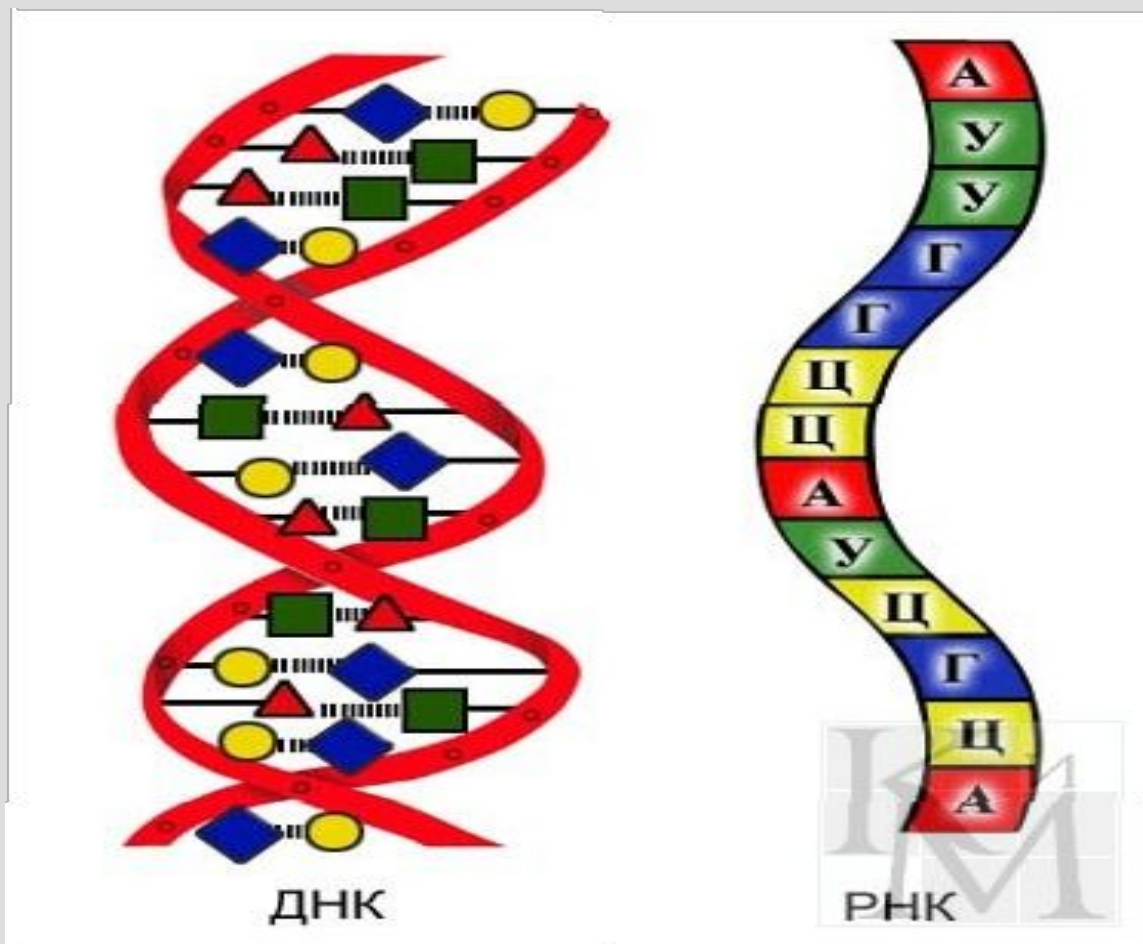


У-уридин

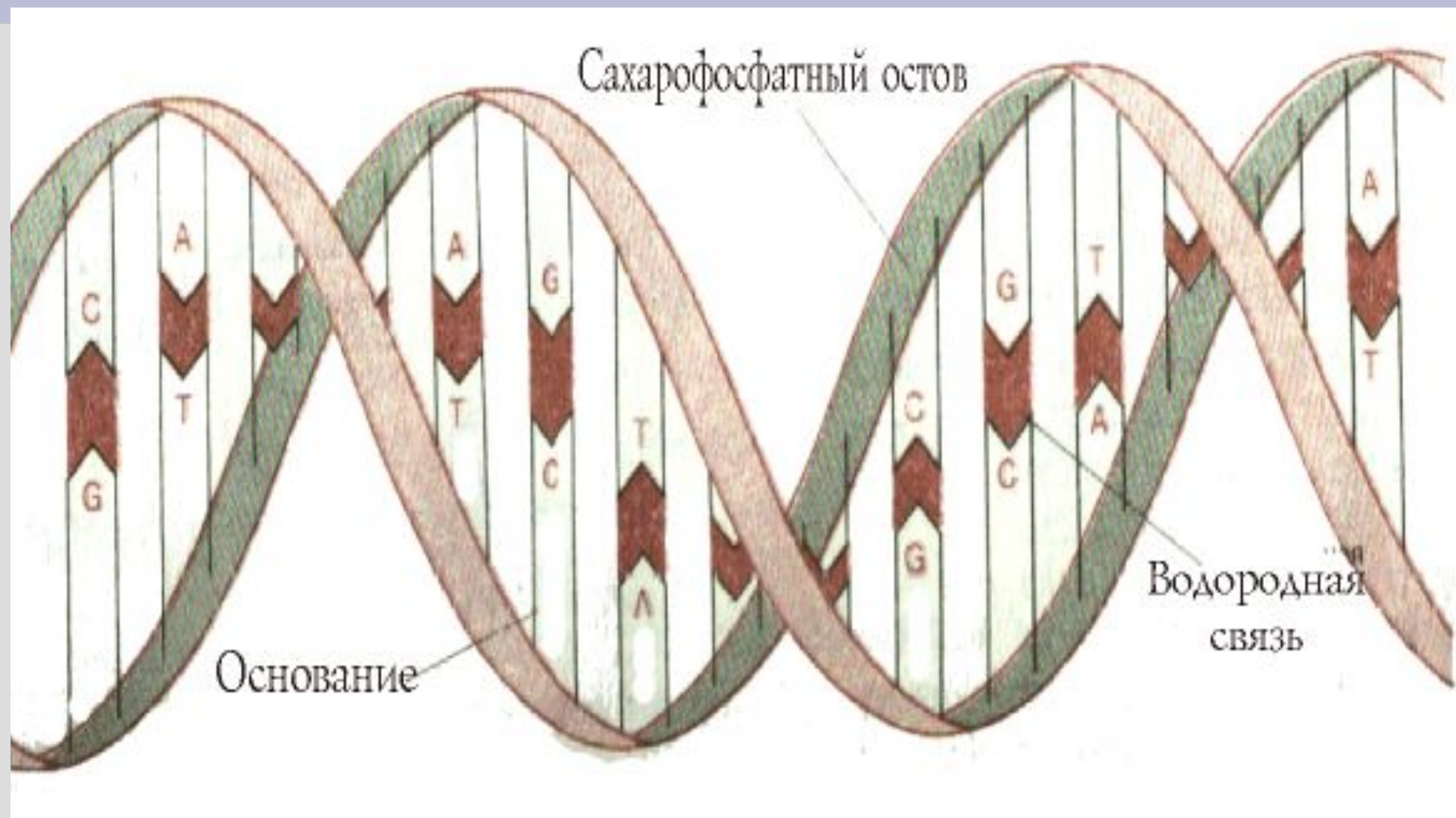
А- аденозин,  
Т-тимидин,  
Г-гуанозин,  
Ц-цитидин,  
У-уридин

Полимер РНК представляет собой одноцепочечную молекулу.

Полимерная молекула ДНК – спираль, состоящая из 2-х цепочек:



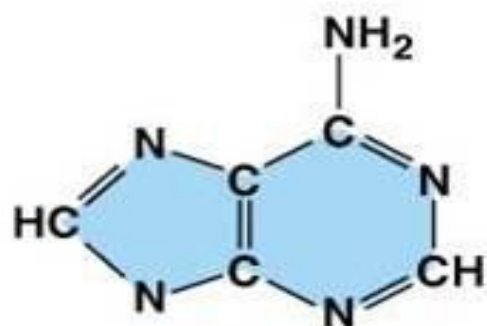




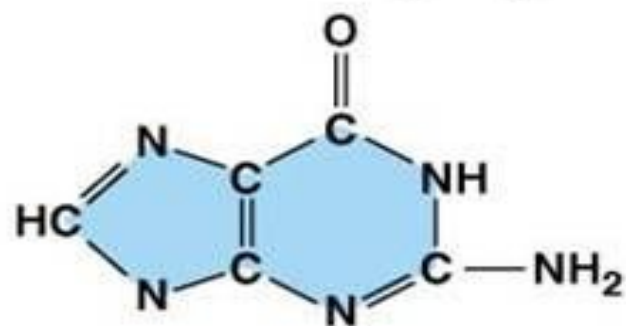


гетероциклические  
основания

ПУРИНЫ

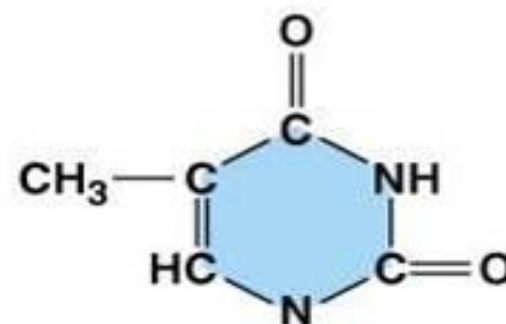


АДЕНИН (A)

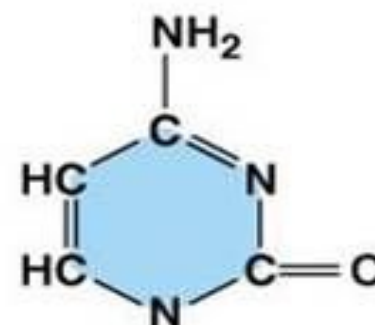


ГУАНИН (G)

ПИРИМИДИНЫ

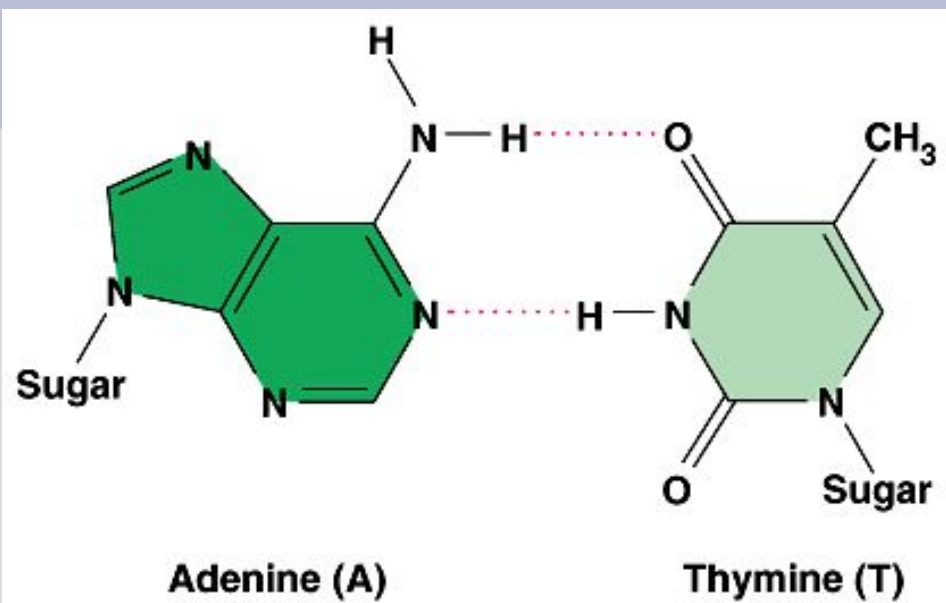


ТИМИН (T)



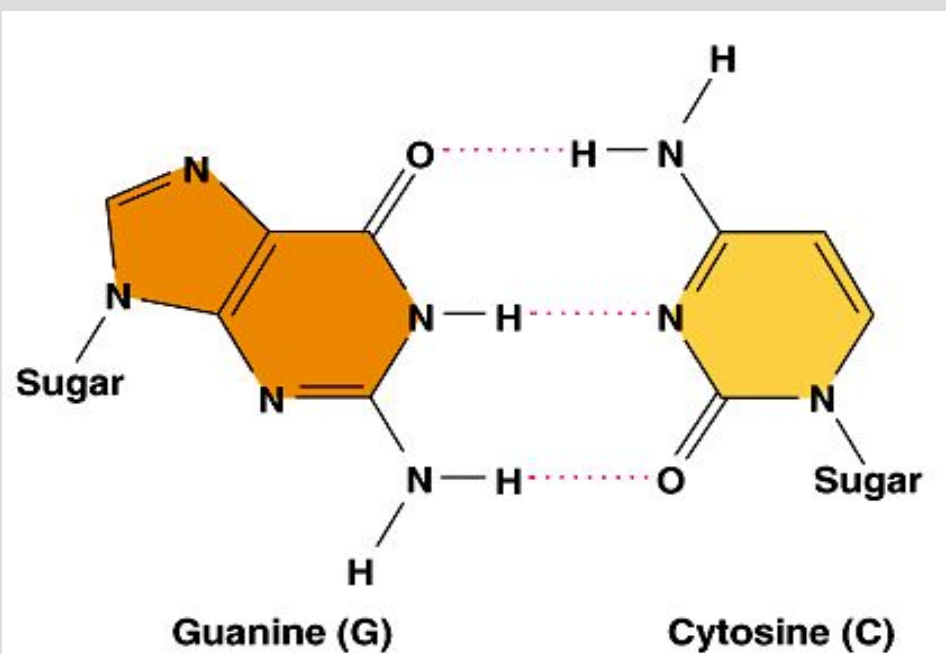
ЦИТОЗИН (C)

# Принцип комплементарности азотистых оснований



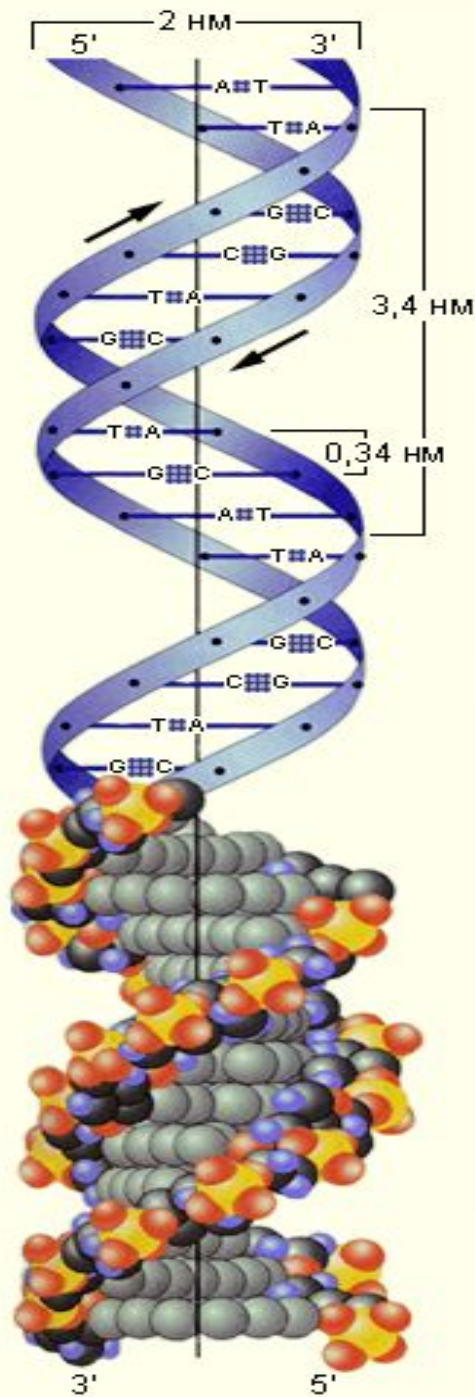
Пары оснований:

Аденин – Тимин



Цитозин - Гуанин

# Параметры двойной спирали ДНК



две цепи ДНК закручены в спираль вокруг общей оси  
цепи комплементарны и антипараллельны  
азотистые основания находятся внутри молекулы ДНК,  
снаружи находится сахаро-фосфатный скелет  
диаметр спирали - 2 нм, каждые 10 п.н. составляют один виток спирали  
Расстояние между нуклеотидами – 0,34 нм  
Один виток спирали – 3,4 нм

## Правила Э. Чаргаффа:

**количество *пуриновых* оснований (А+Г) в молекуле ДНК всегда равно количеству *пиримидиновых* оснований (Т+Ц),**

**количество аденина равно количеству тимина [ $A=T, A/T=1$ ];  
количество гуанина равно количеству цитозина [ $G=C, G/C=1$ ];**

# Правила Чаргаффа



=



=



Purines

=

Pyrimidines

LIFE: THE SCIENCE OF BIOLOGY, Seventh Edition, Figure 11.5 Chargaff's Rule  
© 2004 Sinauer Associates, Inc. and W. H. Freeman & Co.

[A] + [Г] пурины = [Т] + [Ц] пиримидины

**A=T**

**Г=Ц**

**(A+T)+(Г+Ц)=100%**

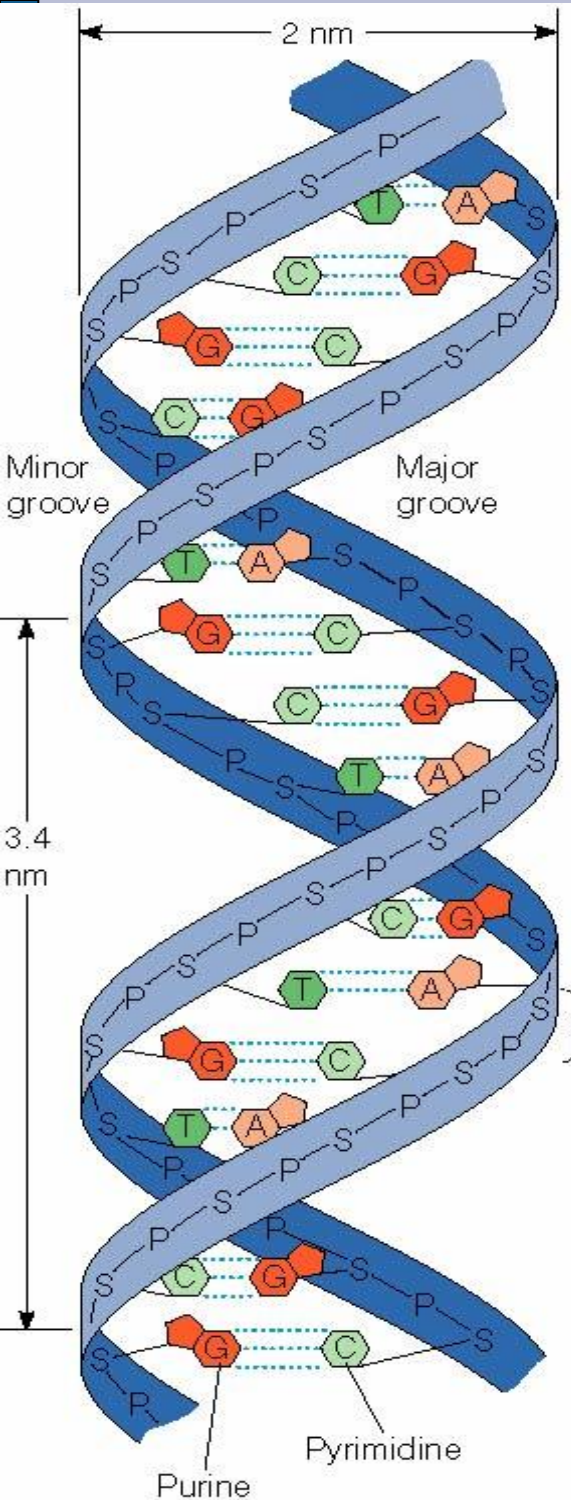
# Молекулярная структура ДНК

## и типы химической связи в молекуле

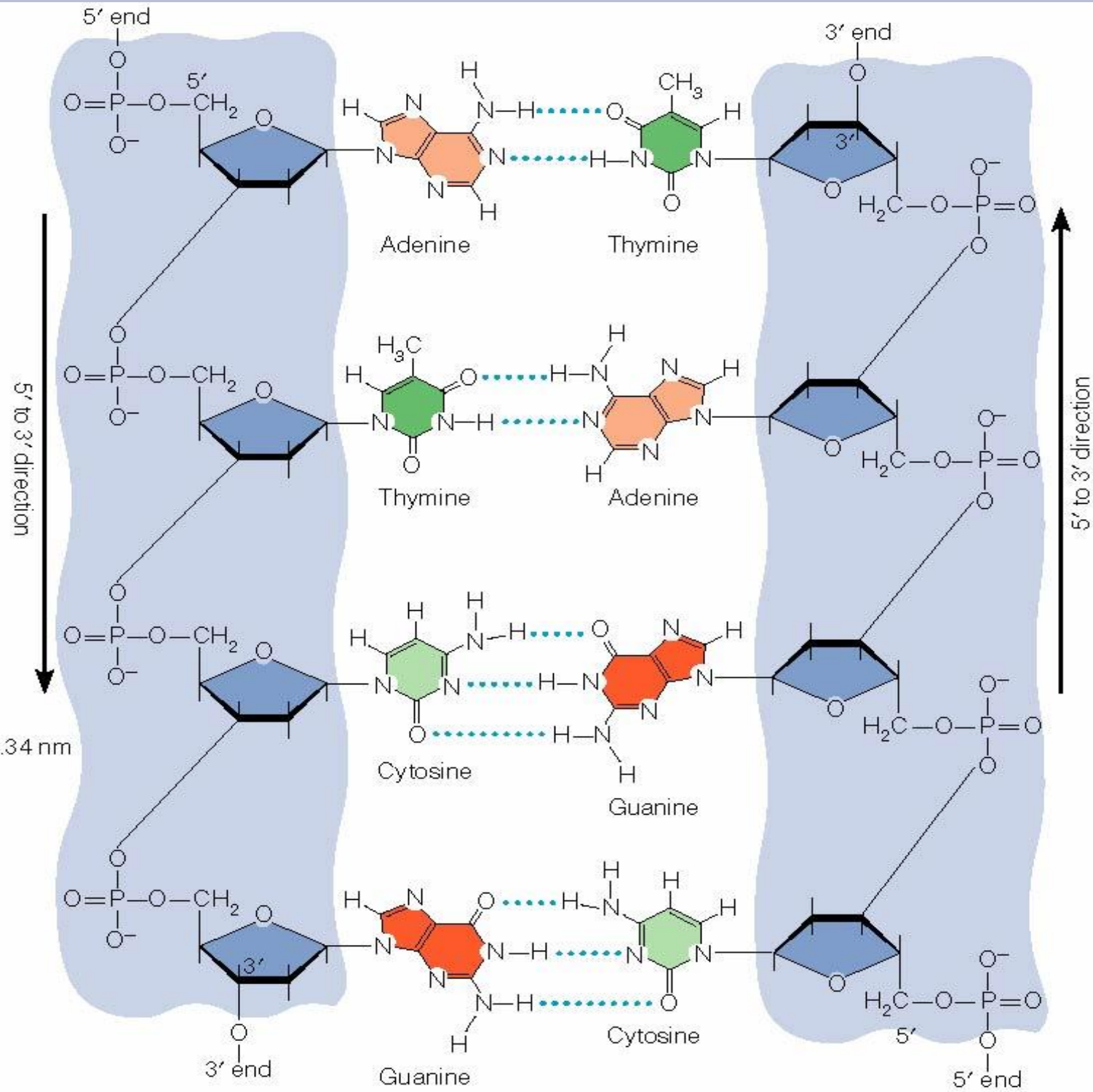
**Первичная** — последовательность нуклеотидов в каждой из двух нитей молекулы. Соединены ковалентной связью — фосфодиэфирные мостики между остатком фосфорной кислоты и дезоксирибозой.

**Вторичная** — две спирально закрученные полинуклеотидные цепочки, соединённые друг с другом за счёт водородных связей по принципу комплементарности между азотистыми основаниями: \*  $T = A$ ; \*  $G \equiv C$ . Азотистые основания занимают центральное положение в спирали, уложены стопками, обладают гидрофобными свойствами. На поверхности — пентозы и фосфатные группы. Молекулы воды не проникают внутрь спирали, не могут ослабить водородные связи и дестабилизировать вторичную структуру ДНК. Всё это повышает устойчивость молекулы ДНК.



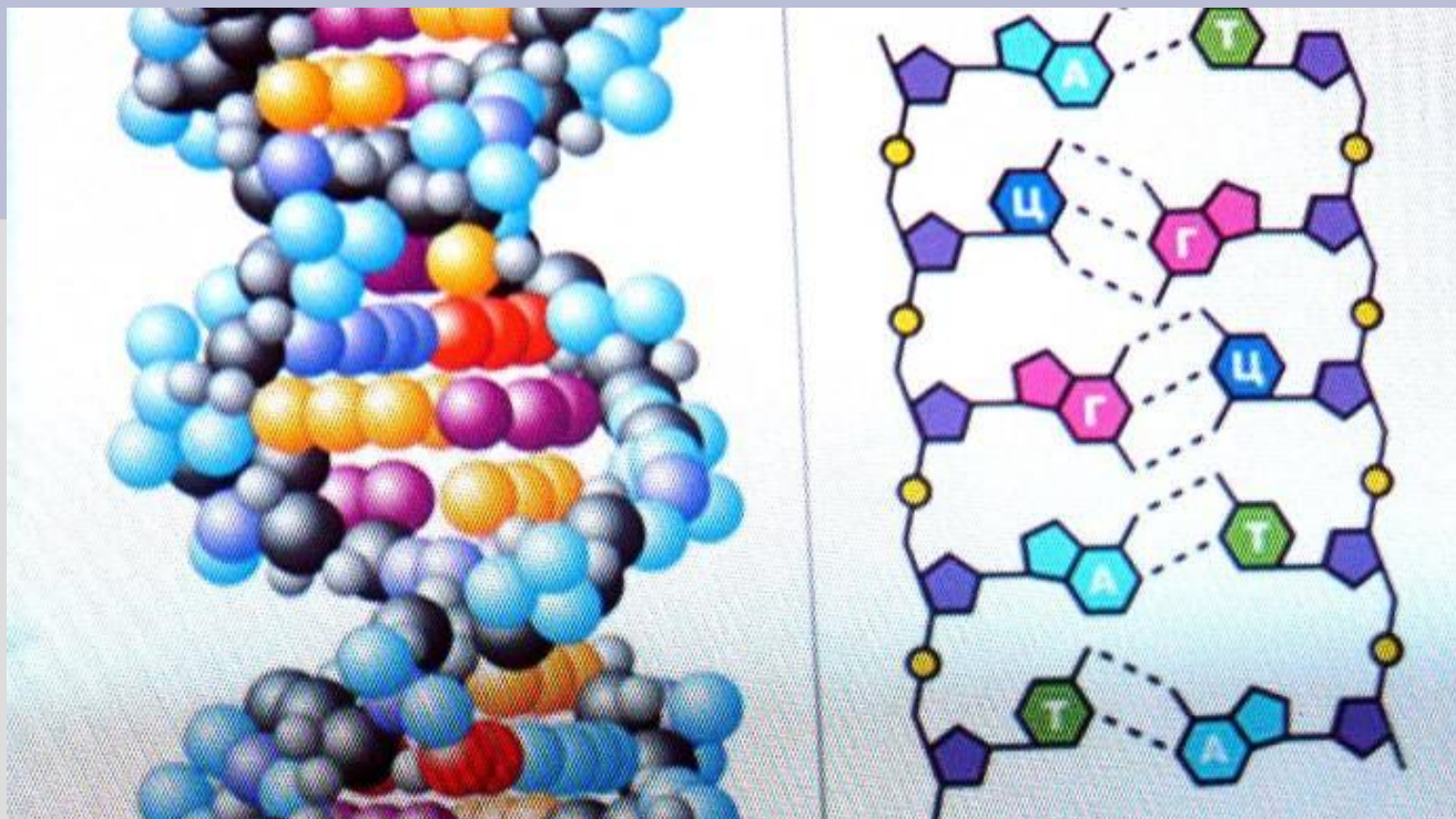


(a) Double helix



(b) Antiparallel orientation of strands

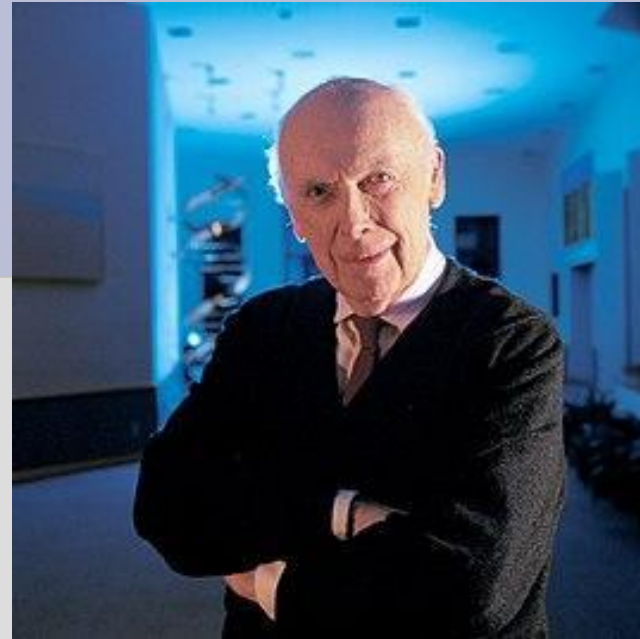
# Вторичная структура нуклеиновых кислот



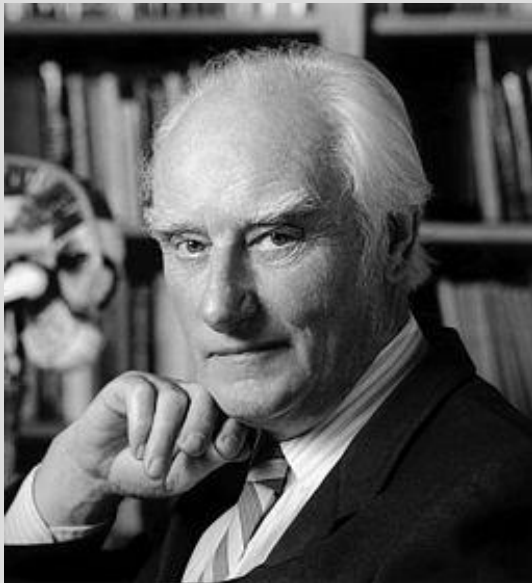
Молекула ДНК – спиральная, состоит из двух полинуклеотидных цепей, закрученных вокруг общей оси – **вторичная структура**. Пары оснований располагаются строго перпендикулярно оси двойной спирали, подобно перекладинам в перевитой веревочной лестнице. Эти пары имеют почти точно одинаковые размеры, поэтому в структуру двойной спирали «вписываются» любые последовательности пар оснований. Данное строение и отражает модель Уотсона-Крика 1953г, Нобелевская премия 1962г



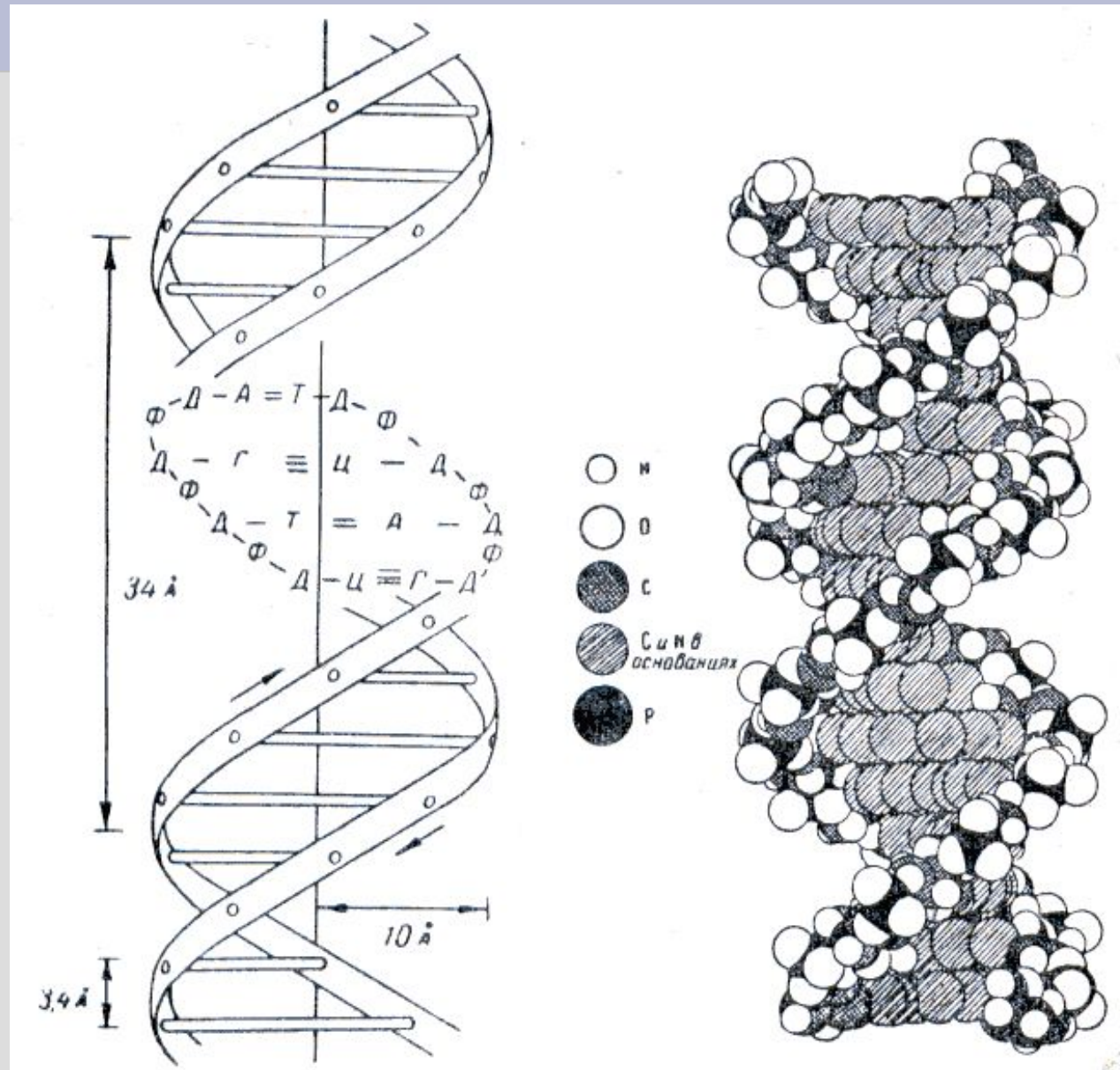
Джеймс Уотсон 1928- 2007г



Френсис Крик 1916-2004 г



# Модель строения ДНК, предложенная Уотсоном и Криком (1953)



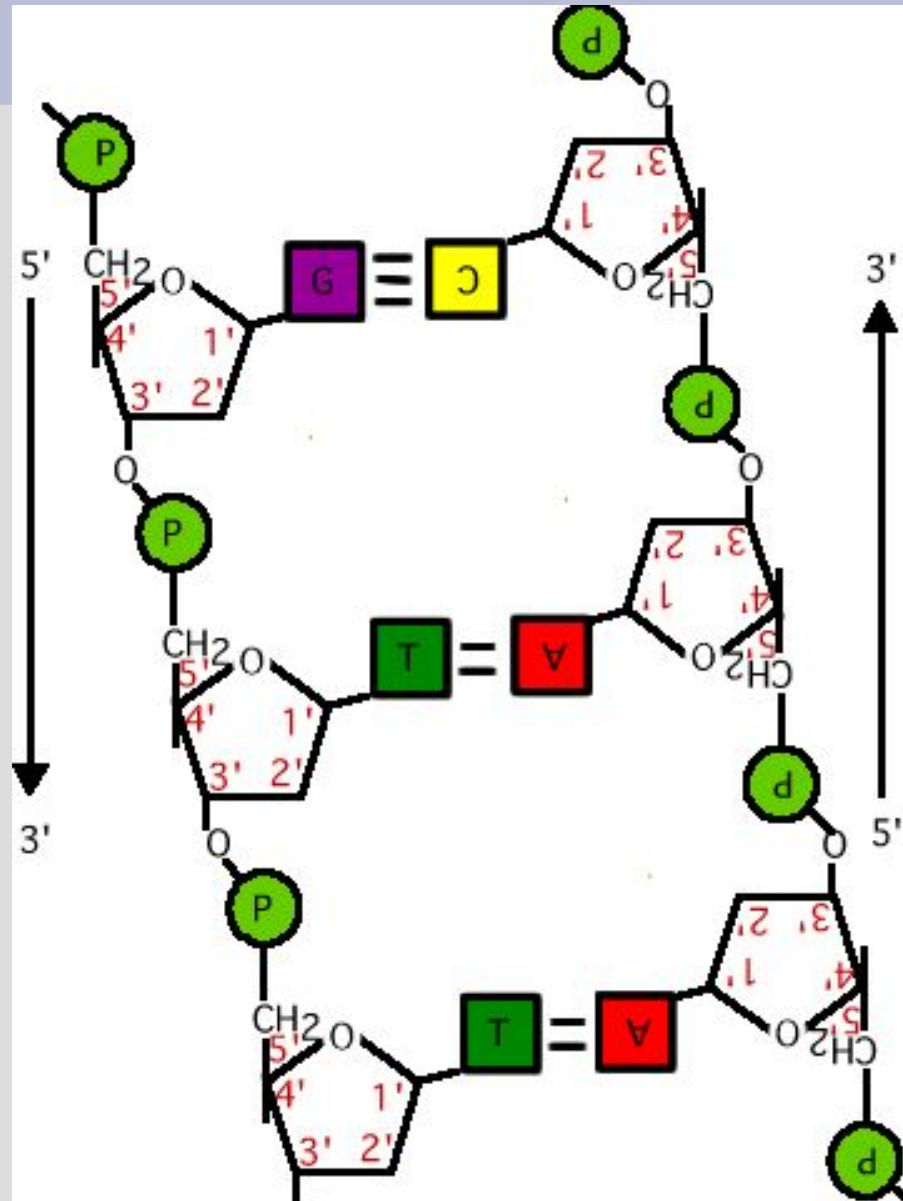
# Первичная структура нуклеиновых кислот (ДНК и РНК)

**Определяется последовательностью нуклеотидов в полинуклеотидной цепи**

**Нуклеотиды соединяются с помощью ковалентных 3', 5'- фосфодиэфирных связей**

**За направление полинуклеотидной цепи принято направление от 5' → к 3'-концу**

# Цепи в ДНК комплементарны и антипараллельны





**Растущий конец цепочки  
нуклеиновой кислоты –  
всегда 3'**

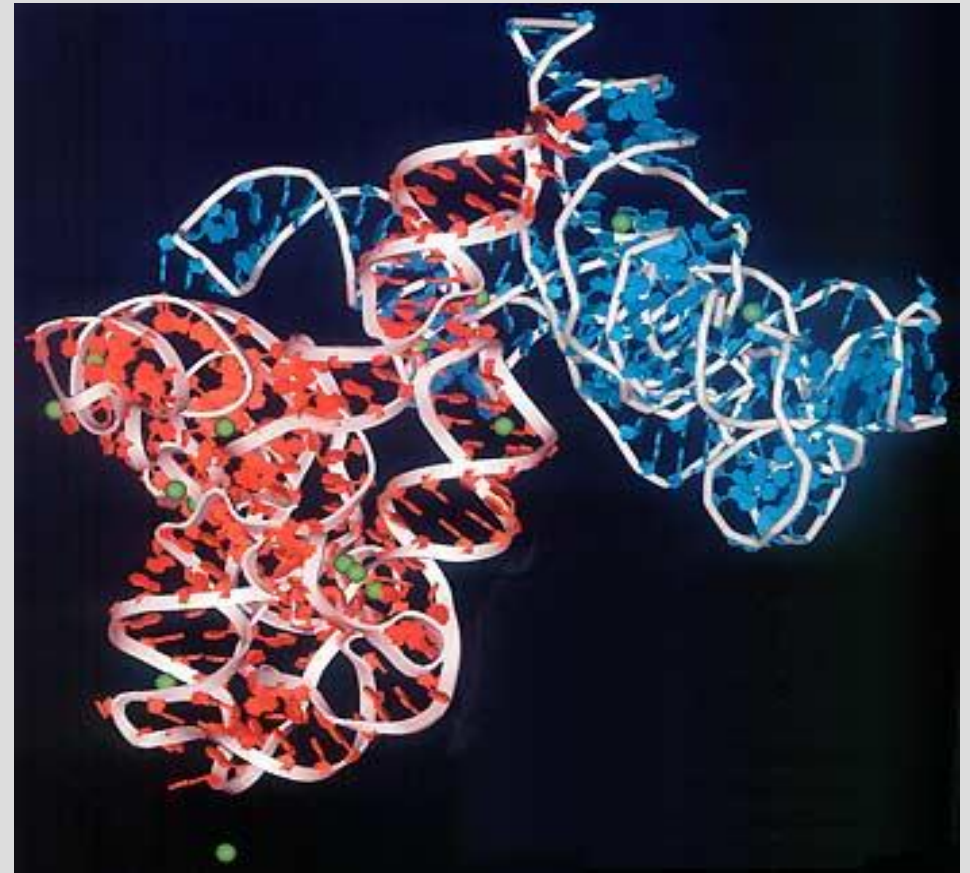
**для всех  
нуклеиновых кислот –  
ДНК и РНК**

Химические связи, стабилизирующие  
вторичную структуру ДНК:

Водородные связи – образуются между  
комплементарными основаниями

Стэкинг-взаимодействия – это  
гидрофобные связи, которые  
образуются между плоскими  
основаниями, которые расположены  
друг на другом в одной цепи ДНК

**Третичная структура молекул ядерной ДНК** — формируется при взаимодействии её с белками-гистонами, аминокислотными остатками, катионами 2-х валентных металлов, фосфатными группами, в результате образуется хроматин. Молекула ДНК уменьшается в длине и в объёме. Существенно возрастает устойчивость ДНК.



# Биологические функции ДНК

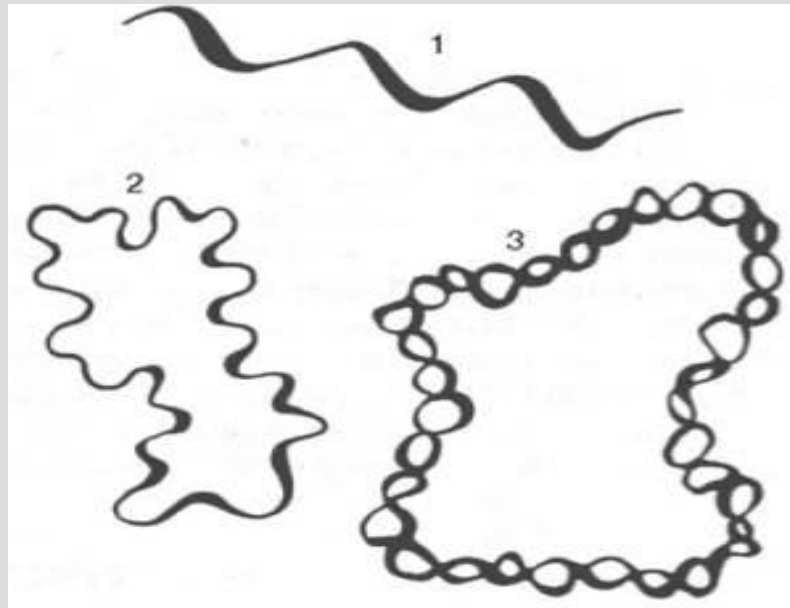
**Хранение генетической информации**

**Передача генетической информации**

**Реализация генетической информации**

**Изменение генетической информации**

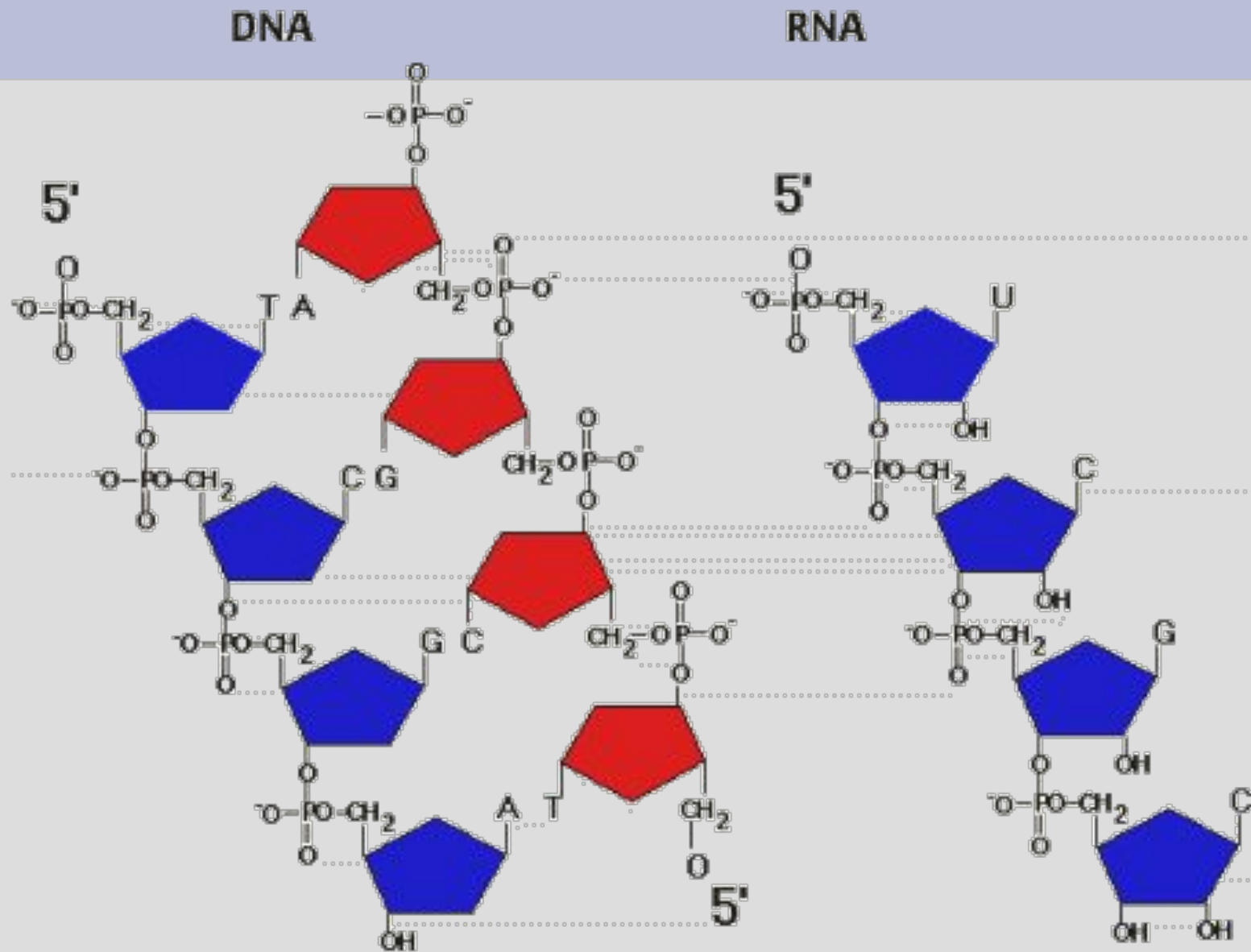
# Структура внеядерной ДНК



Первичная структура внеядерной ДНК аналогична ядерной.

Вторичная (пространственная) структура имеет кольцевую форму. В структуре этого вида отсутствуют белки и не формируется хроматин.

# Отличия молекул ДНК и РНК





# Виды РНК

В клетке имеется несколько видов РНК. Все они участвуют в синтезе белка.

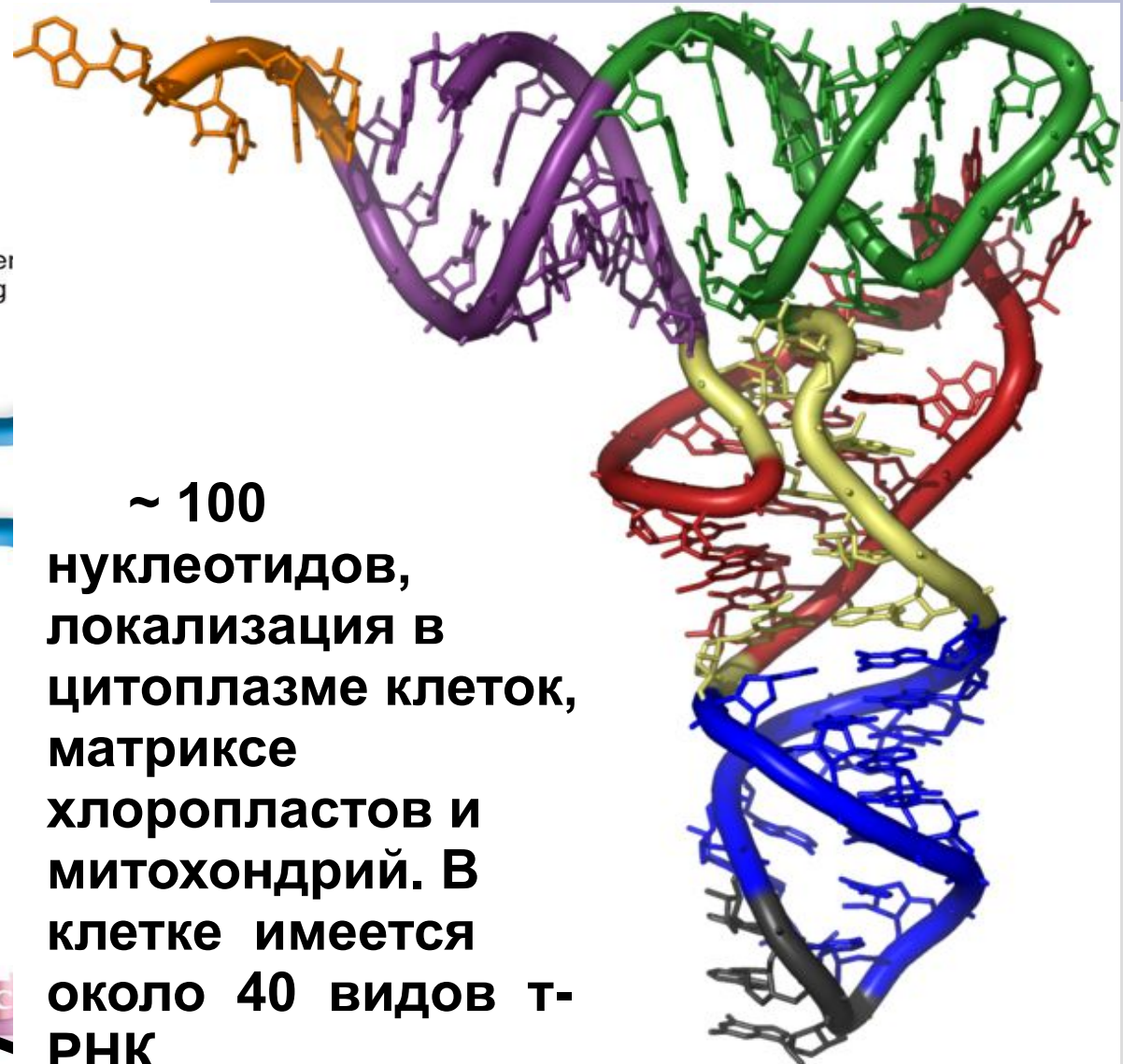
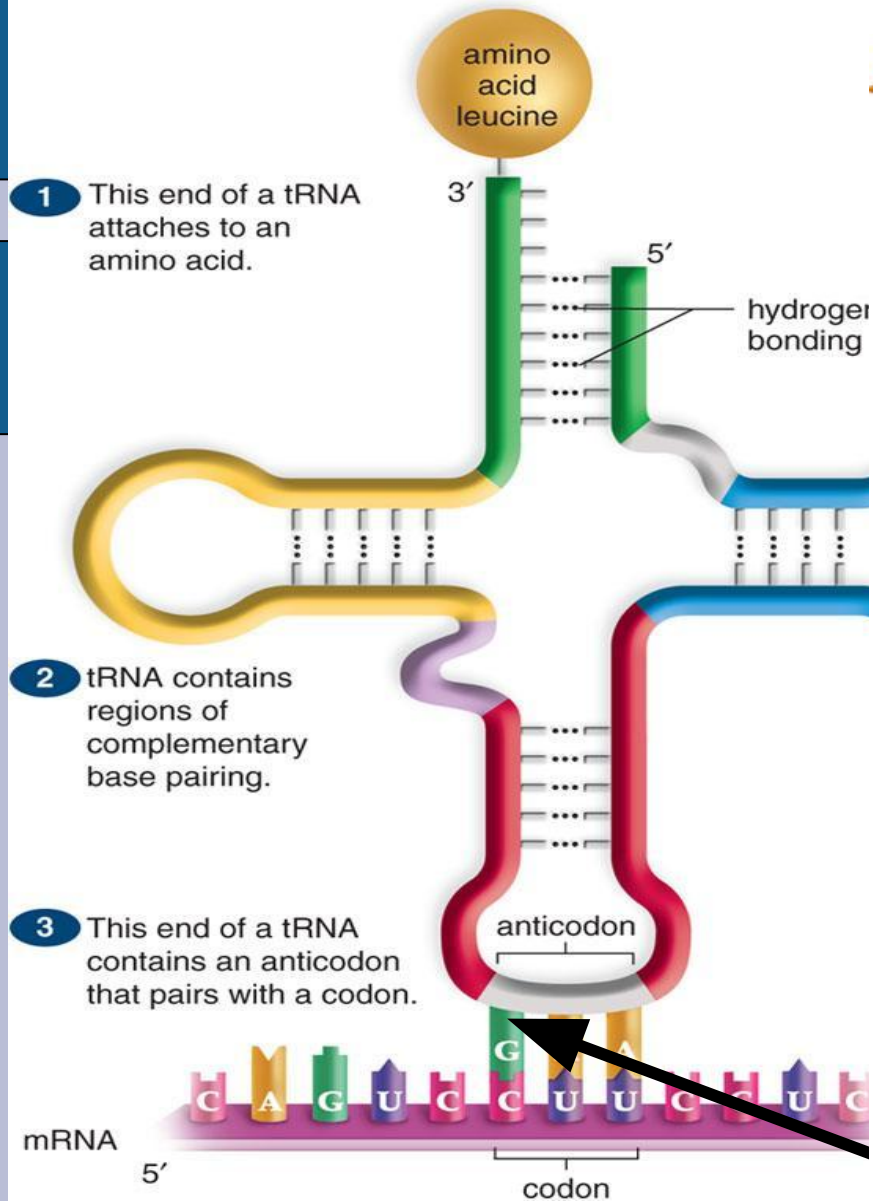
**Транспортные РНК** (т-РНК) - это самые маленькие по размерам РНК. Они связывают АМК и транспортируют их к месту синтеза белка.

**Информационные РНК** (и-РНК) - они в 10 раз больше тРНК. Их функция состоит в переносе информации о структуре белка от ДНК к месту синтеза белка.

**Рибосомные РНК** (р-РНК) - имеют наибольшие размеры молекулы, входят в состав рибосом.

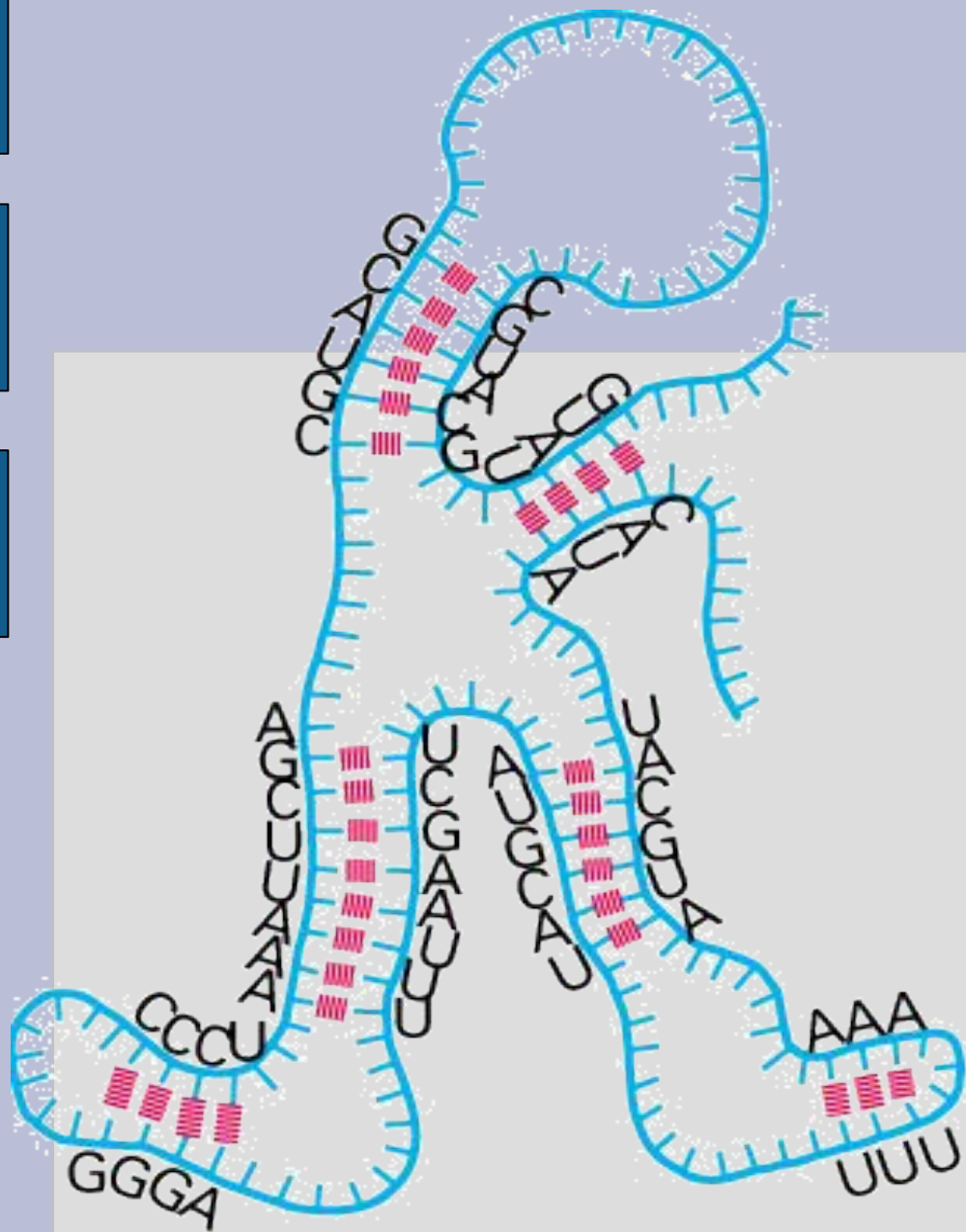
# Транспортная РНК

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



~ 100  
нуклеотидов,  
локализация в  
цитоплазме клеток,  
матриксе  
хлоропластов и  
митохондрий. В  
клетке имеется  
около 40 видов т-  
РНК

«клеверный лист»



(A)

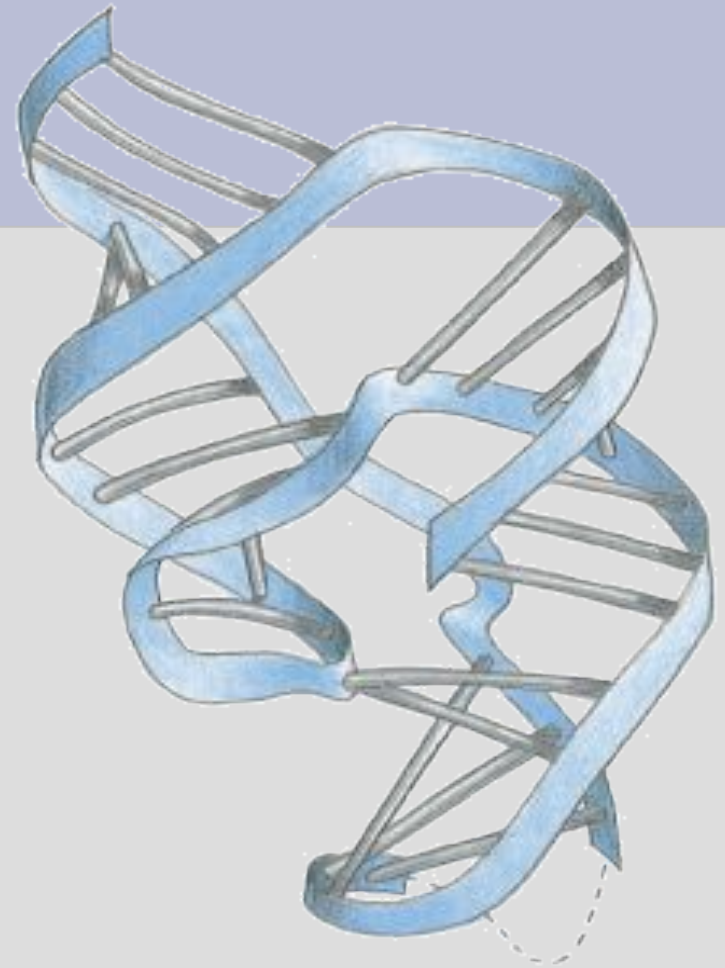
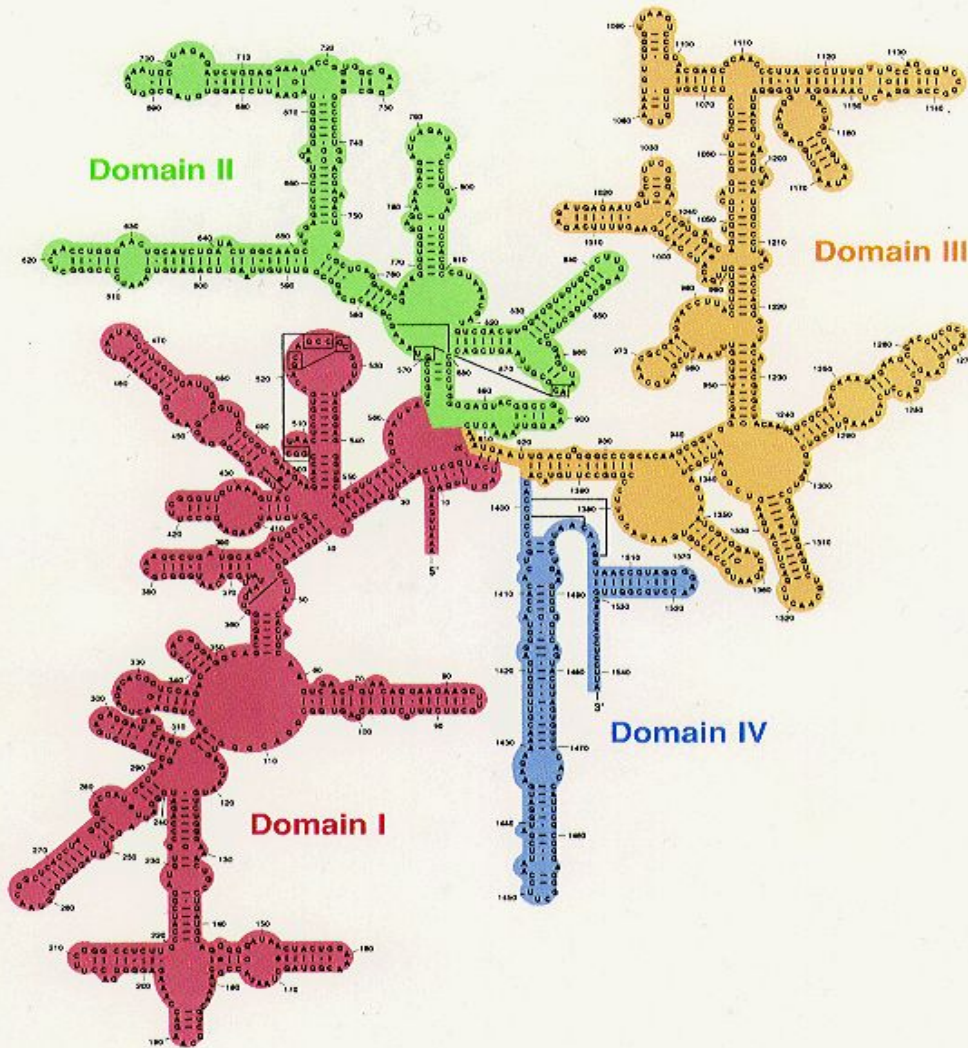


Схема образования  
петель в РНК  
за счет  
комплементарных  
участков

(B)



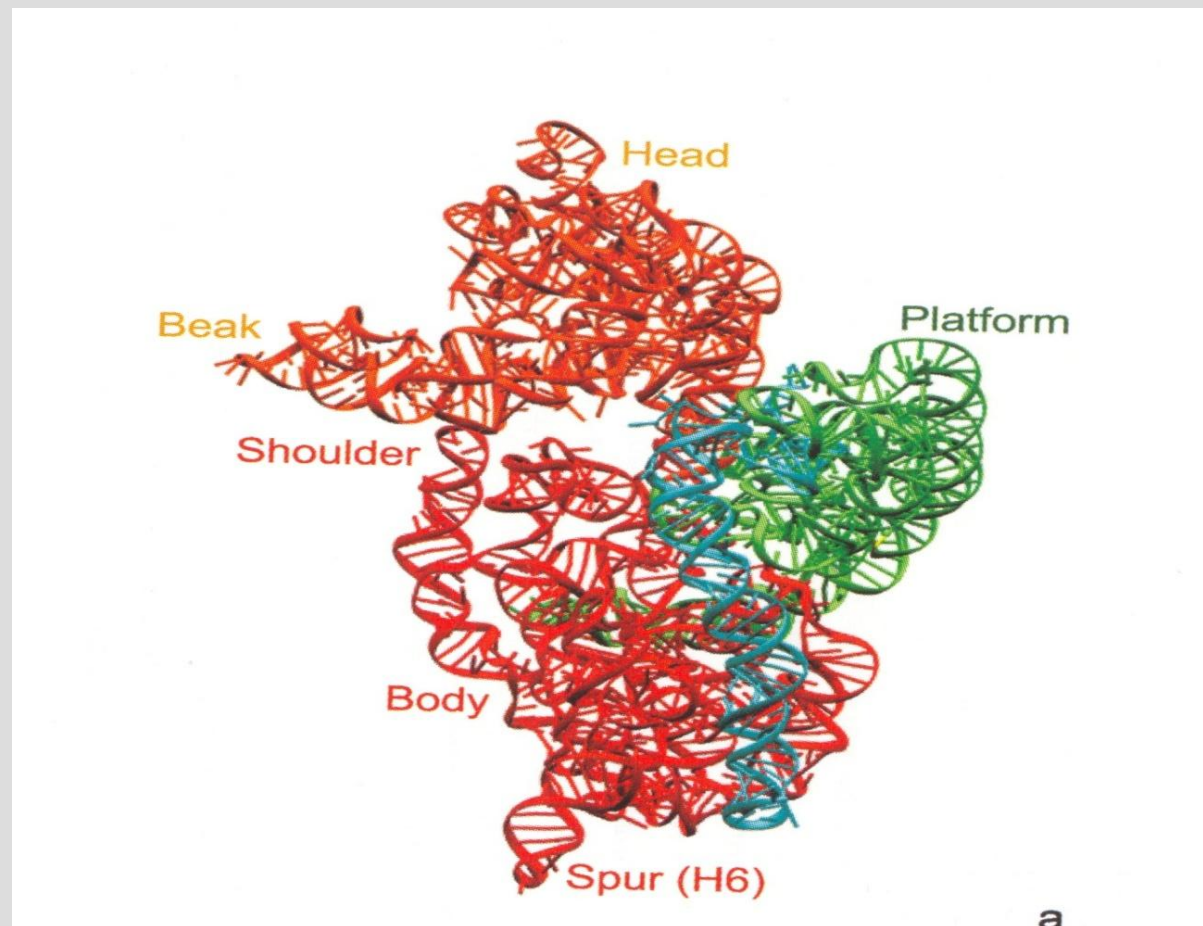
# Рибосомальная РНК



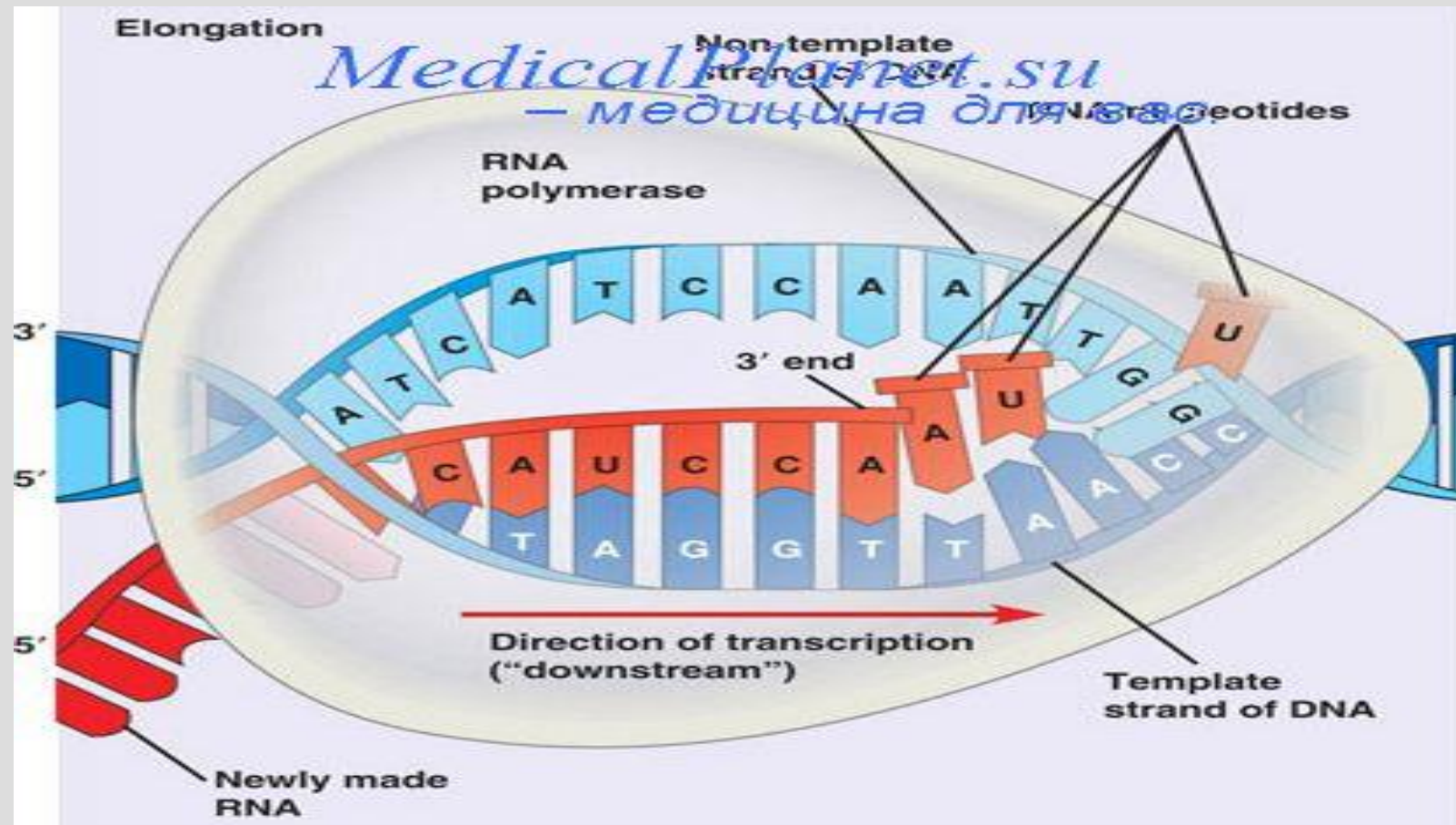
Самая  
большая из  
всех видов  
РНК –  
3-5 тысячи  
нуклеотидов

## 16 S p-РНК

- **Рибосомальная РНК (р-РНК).** Состоит из 3-5 тыс. нуклеотидов. Структура третичная. Комплекс с рибосомными белками. Локализация - цитоплазма клеток, матриксе хлоропластов и митохондрий.



**Информационная РНК (и-РНК) или матричная РНК.** Синтезируется в ядре. Длина иРНК равна длине одного гена. Ген-участок ДНК, несущий информацию о структуре одной молекулы белка или одной молекулы РНК.



# Функции РНК

в порядке их открытия

## 1. Информационная: реализация информации <sup>1950-е</sup>

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

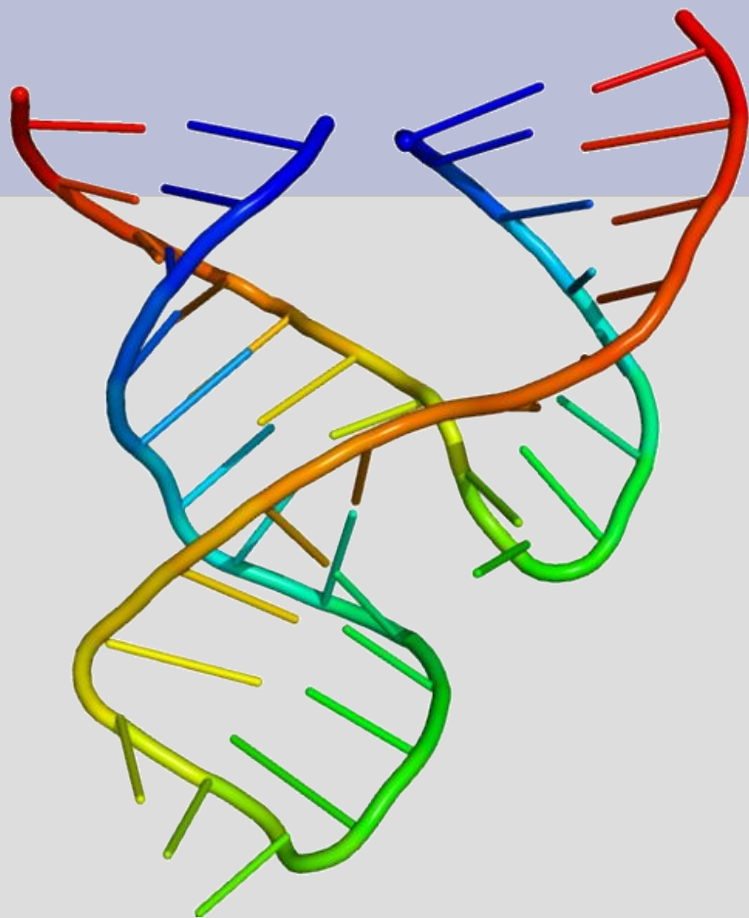
в порядке их открытия

## 2. Каталитическая 1982г

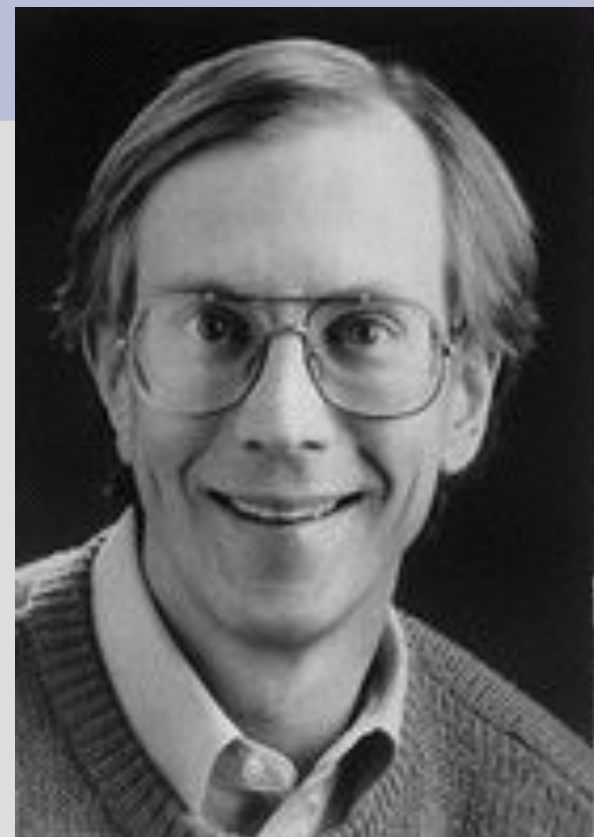
Рибозимы – РНК-ферменты

Не все РНК, а лишь некоторые:

р-РНК рибосом,  
РНК некоторых вирусов



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

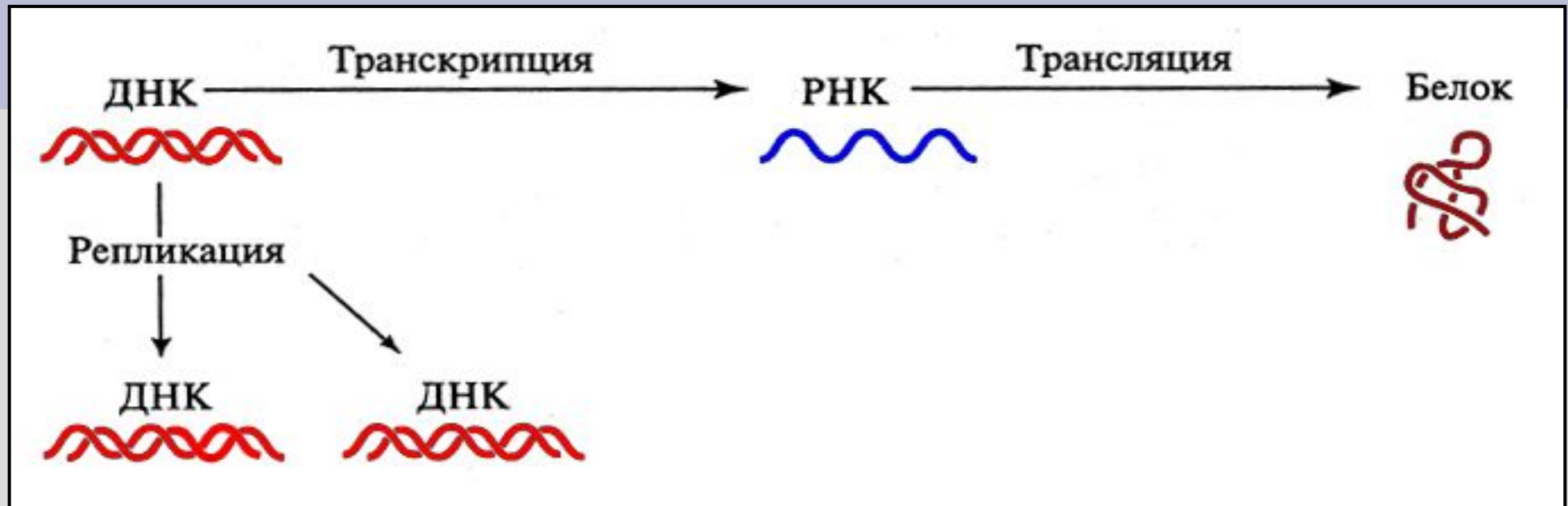
# РНК сочетает свойства

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

# Функции РНК

- и-РНК:
  - \* переносе информации о структуре белка от ДНК к месту синтеза белка в цитоплазме на рибосомах;
  - \* определение аминокислотной последовательности первичной структуры белковой молекулы.
- т-РНК: транспорт аминокислот на рибосомы для синтеза белка (в клетке имеется около 40 видов т-РНК).
- р-РНК:
  - \* необходимый структурный компонент рибосом, обеспечивая их функционирование: взаимодействие рибосомы и т-РНК, связывание рибосомы и и-РНК;
  - \* синтез белковых молекул.

# Основные положения молекулярной биологии:



**ДНК - носитель генетической информации, реплицируется по принципу матричного синтеза**

**РНК синтезируется на матрице ДНК, копируя определенный участок (ген)**

**Белок синтезируется на матрице РНК, последовательность аминокислот в белке определяется последовательностью нуклеотидов в мРНК**



# Проблемный вопрос

- Подумайте и выскажите ваши предположения:

А) Почему (в силу каких причин) именно молекулы ДНК, а не РНК выполняют функцию *хранения* генетической информации у подавляющего большинства живых существ (за исключением РНК-содержащих вирусов)?

Б) Какими физико-химическими свойствами должны обладать нуклеиновые кислоты (НК), чтобы выполнить эти функции?

# Физико-химические свойства ДНК

- Не растворяется в концентрированных растворах NaCl.
- Практически не растворима в органических растворителях.
- В воде образует вязкие растворы:



- При нагревании данных растворов до  $60^{\circ}\text{C}$  или при действии щелочей двойная спираль распадается на две составляющие цепи, которые вновь могут объединиться, если вернуться к исходным условиям.

- Молекула ДНК с высокой молекулярной массой способна фрагментироваться под действием механических сил, например при перемешивании раствора.
- Не расщепляется при щелочных значениях рН.
- Чувствительна к повышенной радиации.

• Подвергается гидролизу:

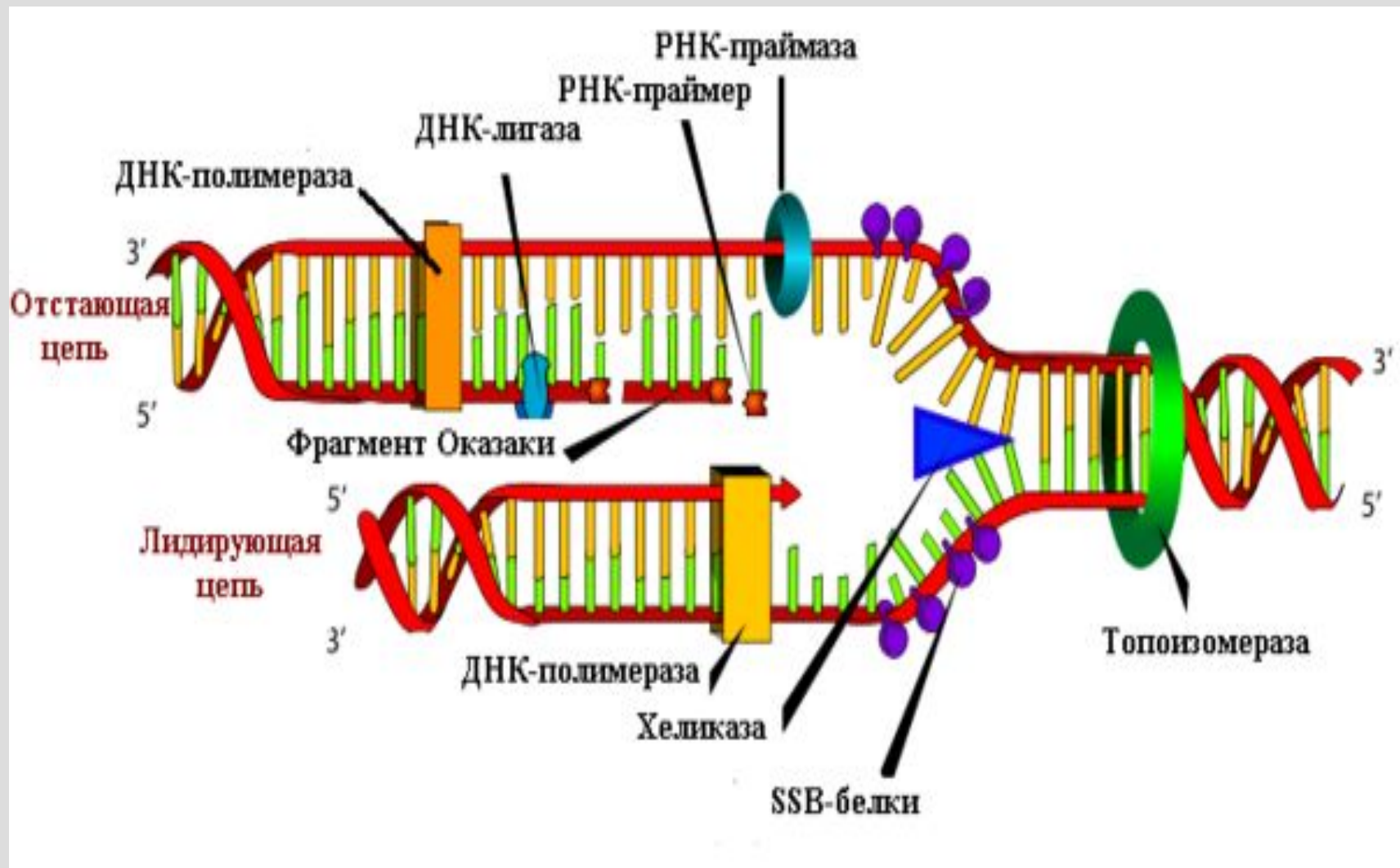
А) кислотному — осуществляется ступенчато по схеме и может быть остановлен на любой стадии:

Нуклеопротеид → Нуклеиновая кислота + белок → нуклеотиды → нуклеозиды +  $\text{H}_3\text{PO}_4$  → пурины (аденин, гуанин) + пиримидины (цитозин, тимин) + пентоза (дезоксирибоза):

Б) ферментативному — фрагментируется ферментом дезоксирибонуклеазой (выделяют из поджелудочной железы телят), продукты - нуклеотиды;.



- Обладает свойством самоудвоения — *репликацией*.



# Физико-химические свойства РНК

- Молекула РНК и рибонуклеотиды хорошо растворяются в разбавленном (0,15М) растворе хлорида натрия.
- Практически не растворима в органических растворителях.
- т-РНК взаимодействует с аминокислотами и и-РНК.
- Матричная — и-РНК - взаимодействует с рибосомами.
- Подвергается гидролизу:
  - А) щелочному - ( $\text{pH} > 7$ ), продукты:
    - нуклеозиды и остатки фосфорной кислоты;
    - нуклеозиды (пентоза + азотистое основание);
    - пентоза + азотистые основания.

## 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

# Занимательные факты

1. Почти полвека тому назад был открыт принцип структурной (молекулярной) организации генного вещества - дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК). Структура ДНК дала ключ к механизму точного воспроизведения генного вещества. Так возникла новая наука - молекулярная биология.
2. Накопление знаний о генетическом коде, нуклеиновых кислотах и биосинтезе белков привело к утверждению принципиально новой идеи о том, что все начиналось вовсе не с белков, а с РНК.
3. Известно, что рибонуклеиновая кислота является основным переносчиком генетической информации от ДНК к белку. Поэтому многие заболевания связаны именно с неправильной передачей этой информации.



4. Расшифровка структуры ДНК (1953 г.) стала одним из поворотных моментов в истории биологии. За выдающийся вклад в это открытие Фрэнсису Крику, Джеймсу Уотсону, Морису Уилкинсу была присуждена Нобелевская премия по физиологии и медицине 1962 г.

5. Выяснено, что каждая молекула тела использует особое излучение, самые сложные вибрации издаёт молекула ДНК. Внутренняя «музыка» сложна и разнообразна. В ней чётко прослеживаются определённые ритмы. Ритм, заданный ДНК и «подхваченный» белками и бругими молекулами, лежит в основе всех биологических связей, составляет нечто вроде каркаса жизни; нарушение ритма влечёт за собой старение и болезнь. У молодых этот ритм более энергичен, с возрастом ритм снижается.

6. Достаточно неожиданно обнаружилось, что во внеклеточных жидкостях организма находится весьма заметное количество нуклеиновых кислот. До сих пор не понятно, как они туда попадают. Самым простым было бы предположить, что нуклеиновые кислоты оказываются во внеклеточном пространстве при гибели клеток. Однако, имеются факты, противоречащие этому предположению.

## Вопросы для контроля

- Как связаны между собой нуклеотиды?
- В какой период митотического (клеточного) цикла происходит самоудвоение (редупликация) молекулы ДНК?
- В чем заключается процесс синтеза ДНК?
- Как называют участок молекулы ДНК, несущий информацию о синтезе одного белка?
- Что такое ген?
- Чем отличается строение молекул РНК и ДНК?
- Чем отличаются нуклеотиды РНК и ДНК?
- Какие виды РНК имеются в клетке?
- Способна ли РНК к самоудвоению у эукариот?
- Где происходит сборка молекул РНК?

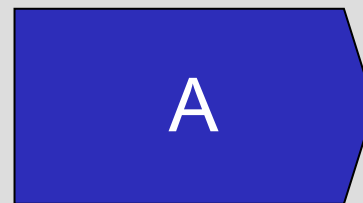
- Что означает название «нуклеиновые кислоты»?
- Какие кислоты относят к нуклеиновым?
- Где в клетке находится ДНК?
- Каково строение хромосомы?
- Что такое нуклеопротеид?
- Кто и когда создал модель молекулы ДНК и какова общая конфигурация молекулы ДНК?
- Что такое нуклеотид и из каких химических компонентов он состоит?

# АТФ, её строение и функции.

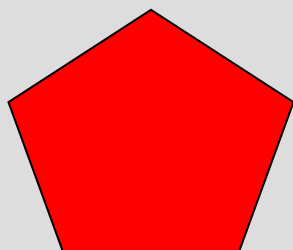
Макроэргические связи (богатые энергией)  
Локализована на мембранах митохондрий.

# Состав АТФ- аденозинтрифосфорная кислота ( адениловый нуклеотид)

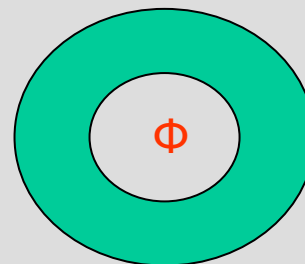
1-Азотистое основание – аденин



2-Углевод –рибоза



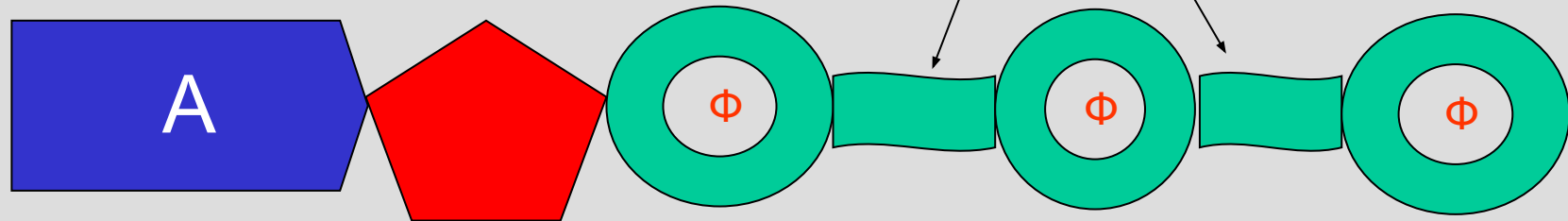
3-Остаток фосфорной кислоты-



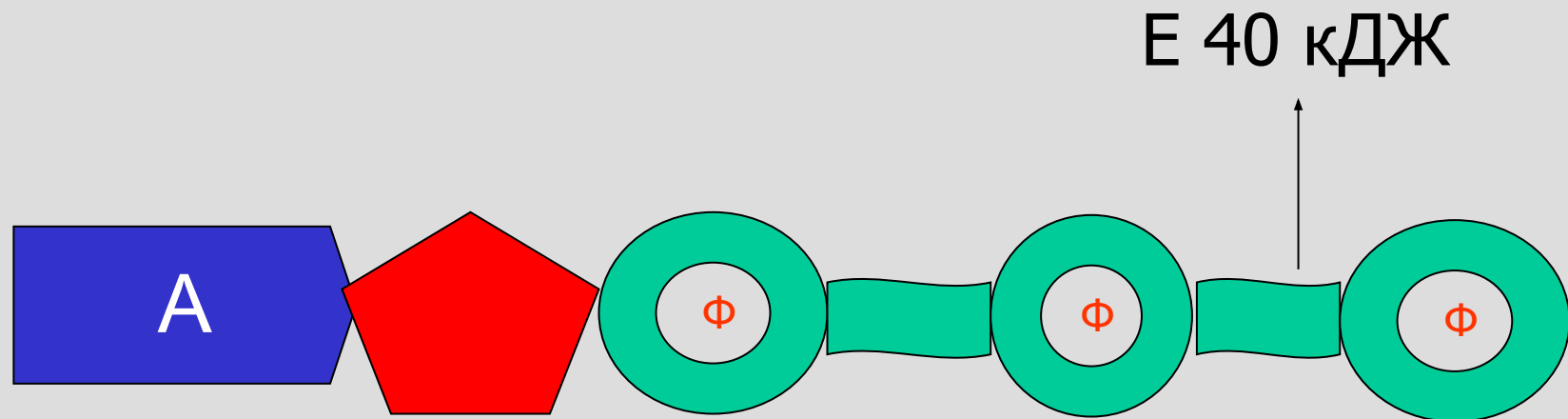


# Синтез АТФ (запасание энергии)

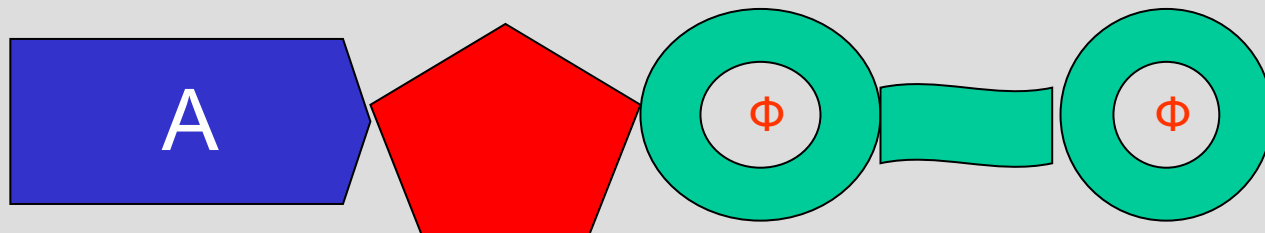
Макроэргические связи (богатые энергией)



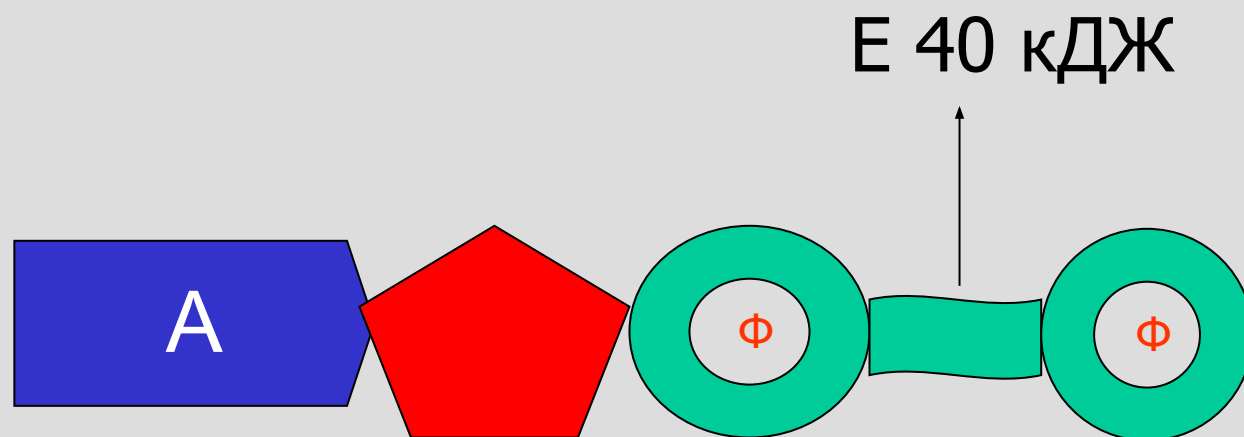
# Синтез АДФ (выделение энергии)



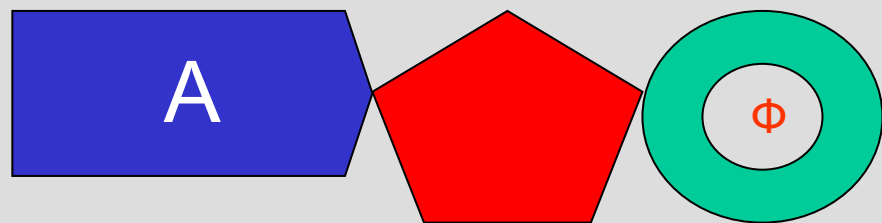
При расщеплении одной макроэргической связи выделяется 40 кДЖ , образуется АДФ и  $\text{H}_3\text{PO}_4$



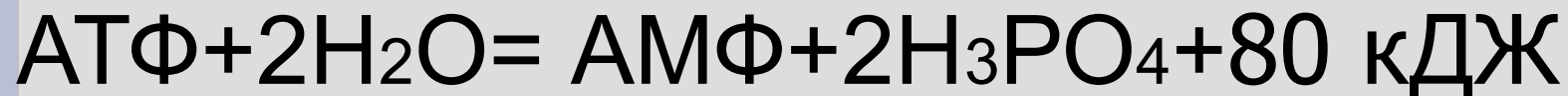
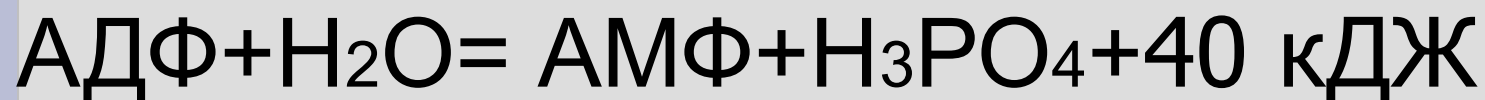
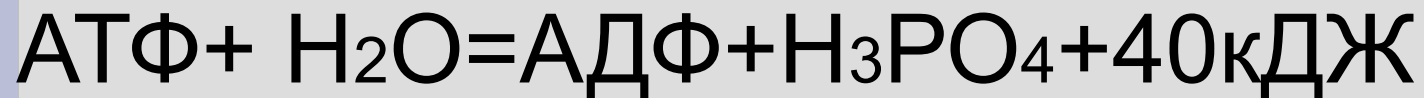
# Синтез АМФ (выделение энергии)



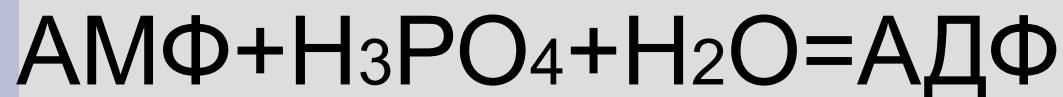
При расщеплении одной связи выделяется 40 кДЖ , образуется АМФ и  $\text{H}_3\text{PO}_4$



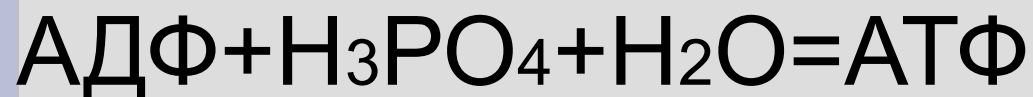
Таким образом, при расщеплении одной молекулы АТФ выделяется 80 кДЖ и 2 молекулы  $\text{H}_3\text{PO}_4$



Эти **реакции обратимы**, т.е. молекула АМФ восстанавливается до АДФ



Молекула АДФ восстанавливается до АТФ



## Вопросы для контроля

1. Какова структура молекулы АТФ (биополимер, нуклеотид, мономер)?
2. Какие соединения входят в состав АТФ (азотистое основание аденин, углевод рибоза, три молекулы фосфорной кислоты, глицерин, аминокислота)?
3. В каких органеллах синтезируется АТФ: в растительной клетке (рибосомы, митохондрии, хлоропласты), в животной клетке (рибосомы, митохондрии, хлоропласты)?
4. В результате какого процесса, происходящего в митохондриях, синтезируется АТФ (фотосинтез, дыхание, биосинтез белков)?



## Вопросы для контроля

5. С каким процессом связан синтез АТФ в хлоропластах (световая фаза фотосинтеза, темновая фаза фотосинтеза, биосинтез белков)?
6. Что служит источником энергии при синтезе АТФ в митохондриях (органические соединения, теплота, свет), в хлоропластах (органические соединения, теплота, свет)?
7. Где происходит синтез АТФ в митохондриях (на наружной мембране, на кристах), расщепление АТФ (на наружной мембране, на кристах, в цитоплазме)?
8. Сколько энергии заключено в АТФ (40, 80, 0 кДж), АДФ (40, 80, 0 кДж), АМФ (40, 80, 0 кДж)?