

# Нуклеиновые кислоты

История открытия  
Строение  
Функции  
Свойства

# 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?

# 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 кроме тетрады нуклеин содержит *фосфорную кислоту* и *сахар дезоксирибозу*.
- 1889 год: Р.Вагнер определил, что в состав нуклеина входит нуклеиновая кислота и белок. Предложен термин «*нуклеиновые кислоты*»

## Локализация ДНК

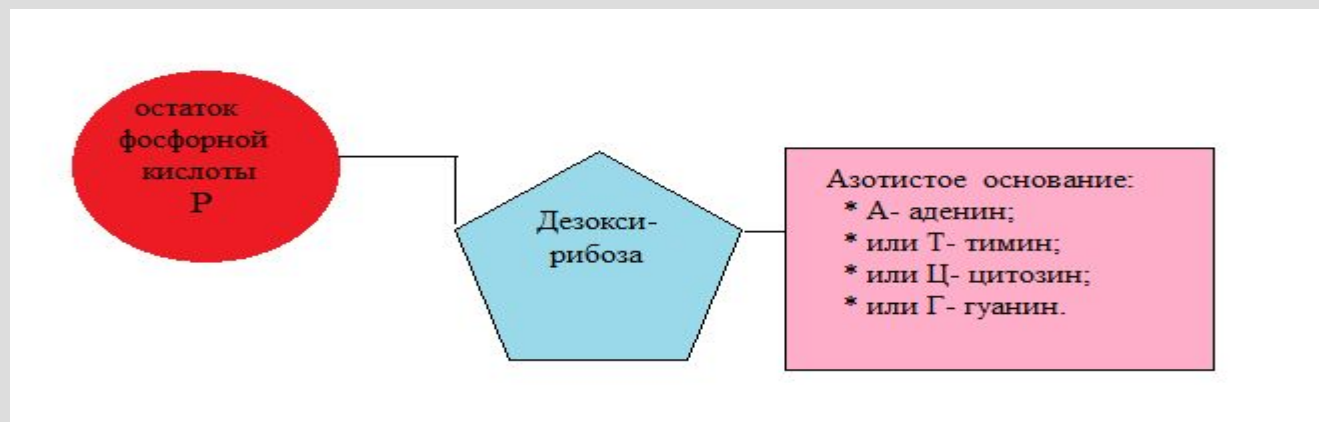
- Ядерная ДНК - в ядре клеток; макромолекулы ДНК, «одетые» белками-гистонами, образуют хромосомы;
- Внеядерная ДНК:
  - \* В митохондриях — митохондриальная ДНК;
  - \* В хлоропластах;
  - \* В вирусах (ДНК-содержащие вирусы).

## Локализация РНК

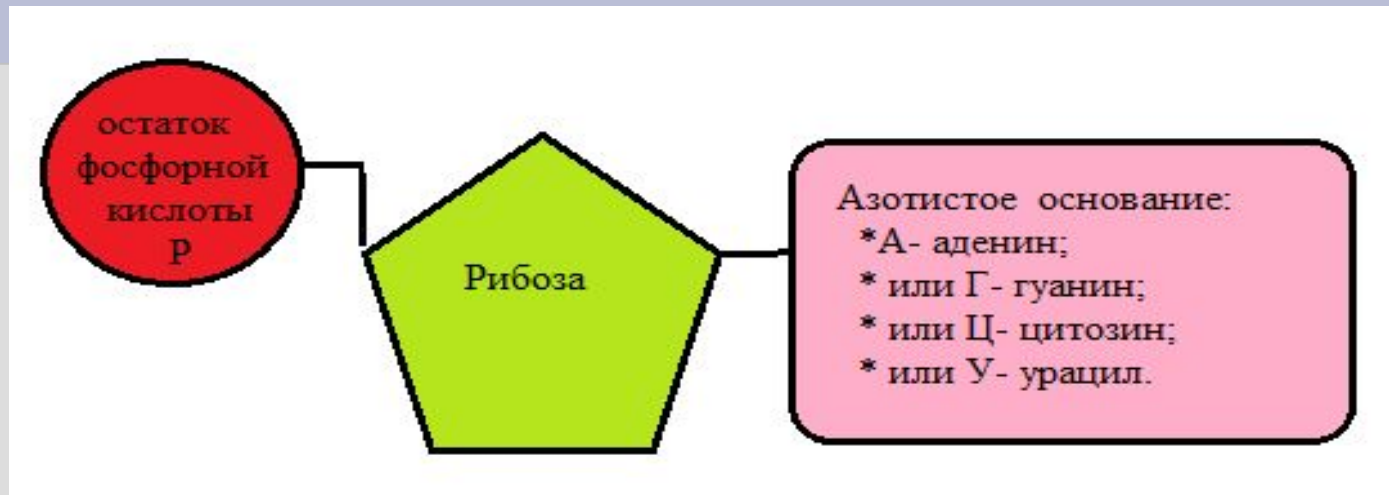
- В ядре (синтез и-РНК);
- В цитоплазме клетки: т-РНК, рибосомальная РНК;
- В вирусах (РНК-содержащие вирусы);
- В матриксе митохондрий и хлоропластов: т-РНК, р-РНК.

# Типы нуклеиновых кислот и их строение

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

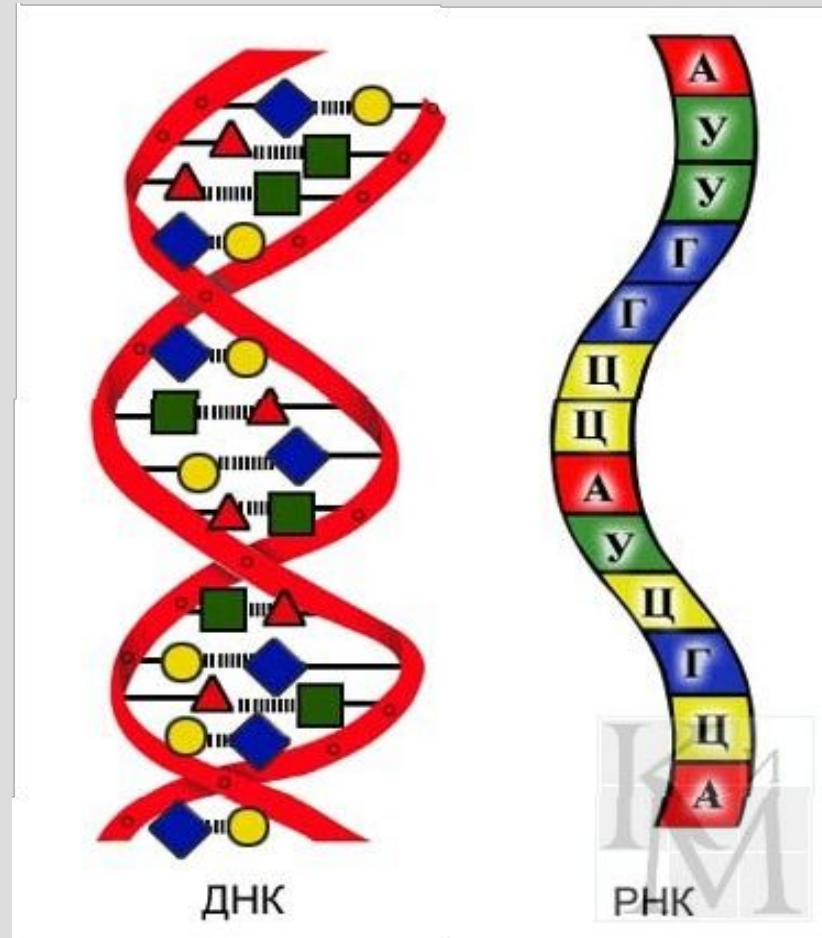


Молекула РНК — полимер, мономерами которой являются рибонуклеотиды:



Полимер РНК представляет собой одноцепочечную молекулу.

Полимерная молекула ДНК состоит из 2-х спиралей:



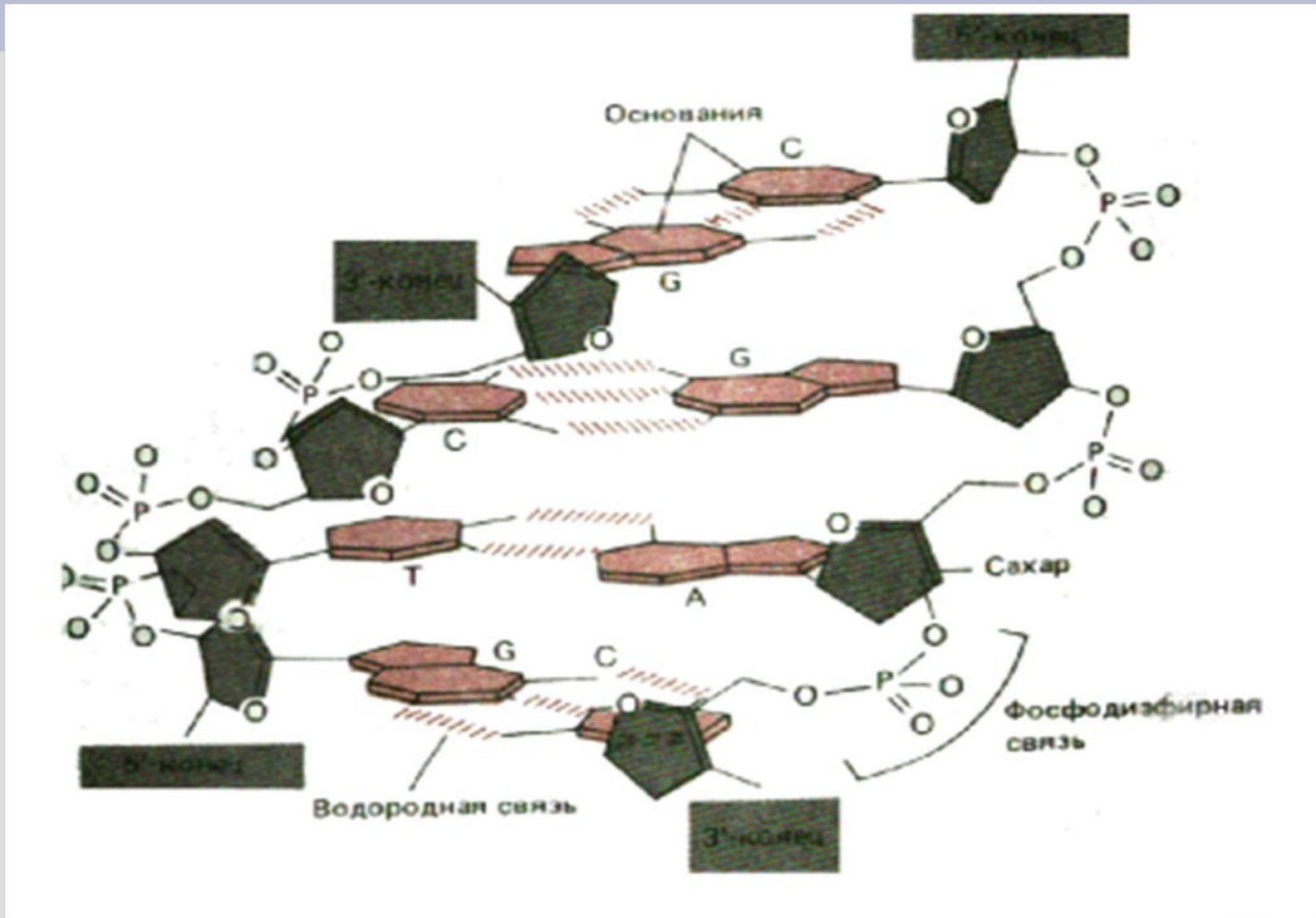
# Молекулярная структура ДНК и типы химической связи в молекуле

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

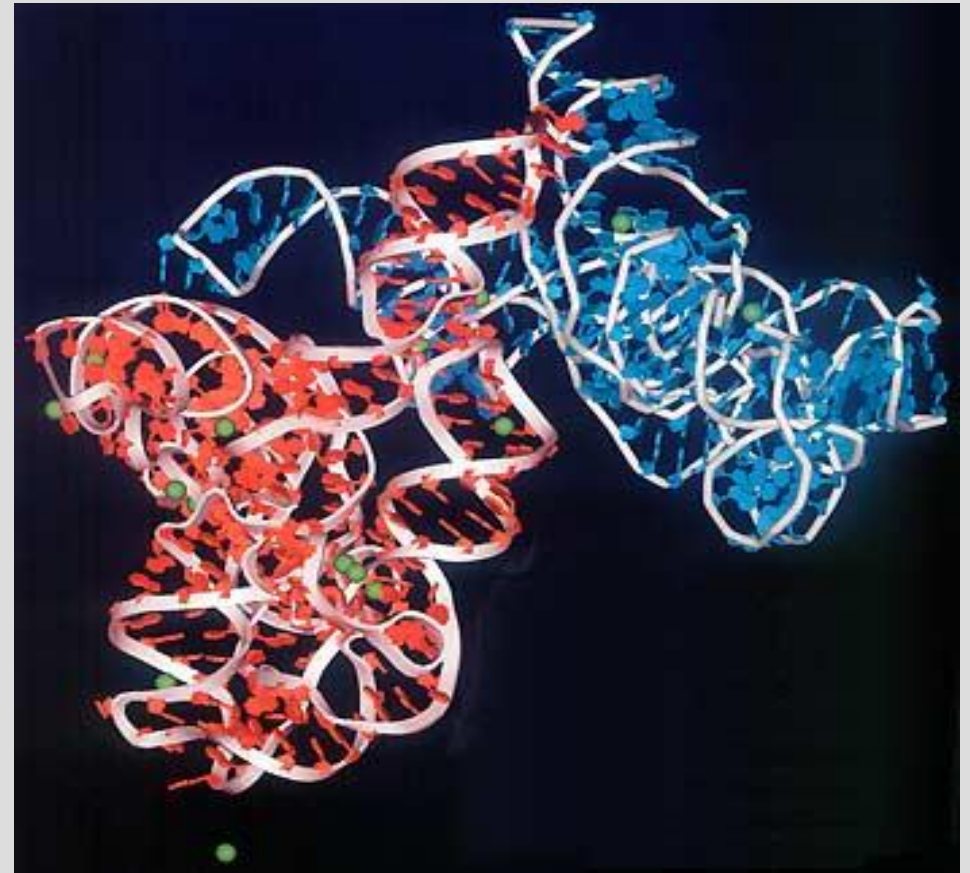
Вторичная — две спирально закрученные полинуклеотидные цепочки, соединённые друг с другом за счёт водородной ХС по принципу комплементарности между азотистыми основаниями: \* Т = А; \* Г ≡ Ц . Азотистые основания занимают центральное положение в спирали, уложены стопками, обладают гидрофобными свойствами. На поверхности — пентоза и фосфатные группы. Молекулы воды не проникают внутрь спирали, не могут ослабить водородные ХС и дестабилизировать вторичную структуру ДНК. Всё это повышает устойчивость молекулы ДНК.



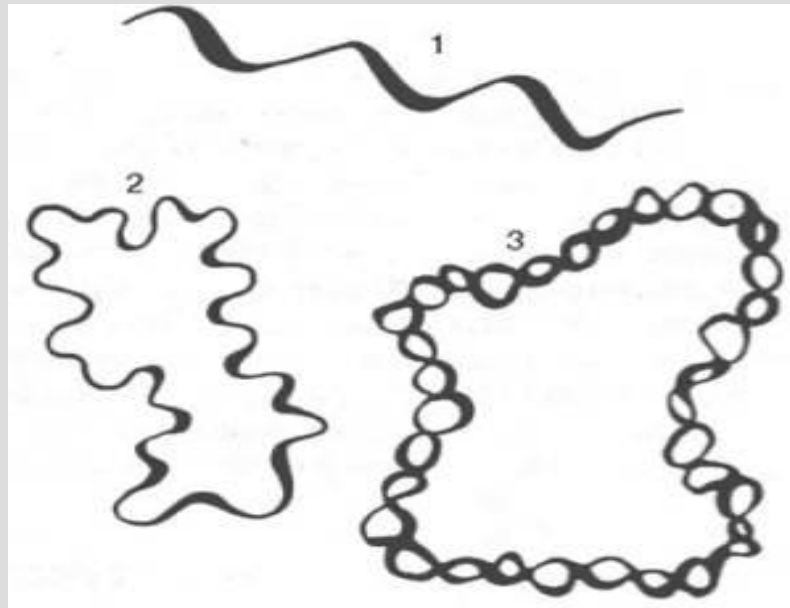
# Первичная и вторичная структуры ДНК



Третьичная 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.



# Структура внеядерной ДНК



Первичная структура внеядерной ДНК аналогична ядерной.

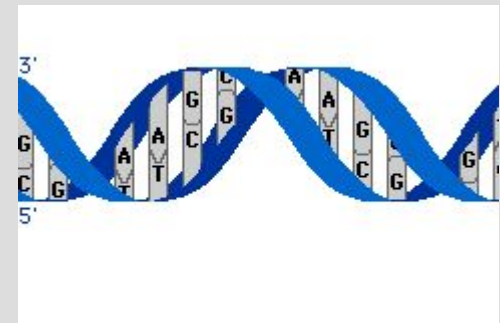
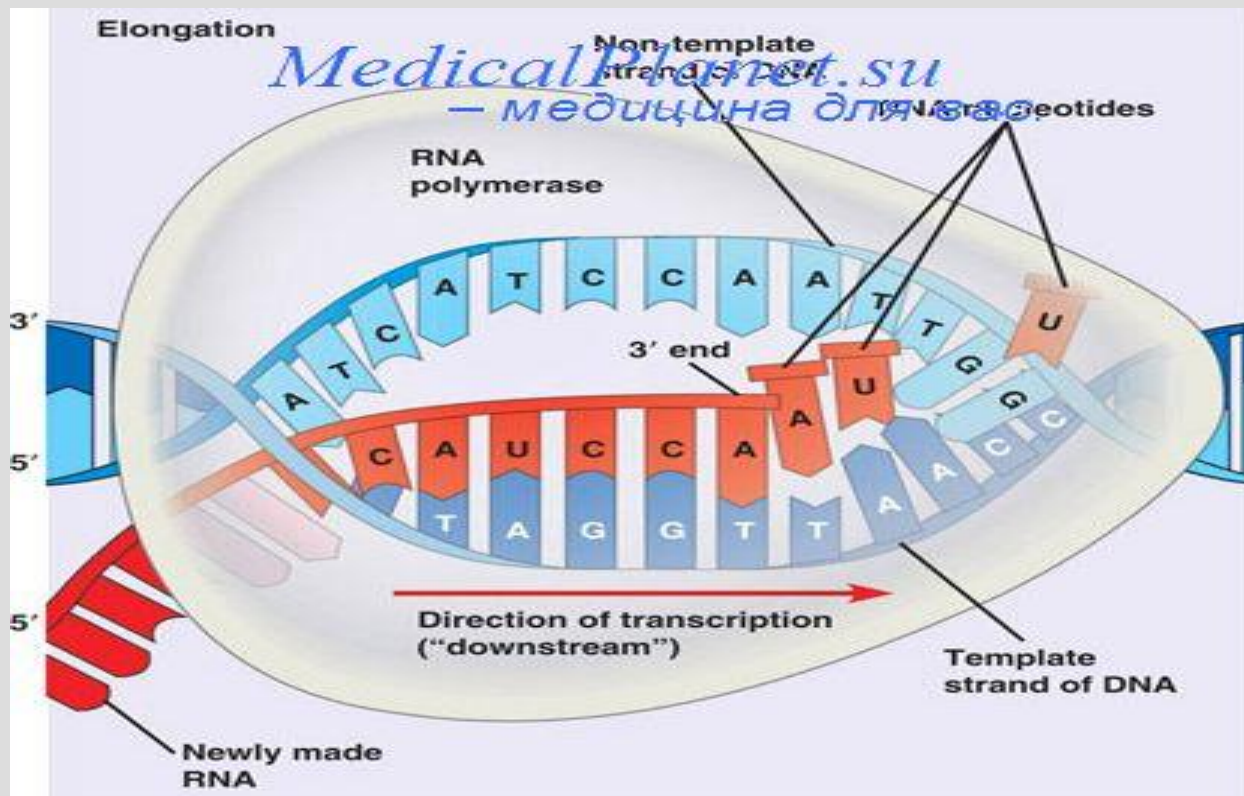
Вторичная (пространственная) структура имеет кольцевую форму. В структуре этого вида отсутствуют белки и не формируется хроматин.

# Функции ДНК

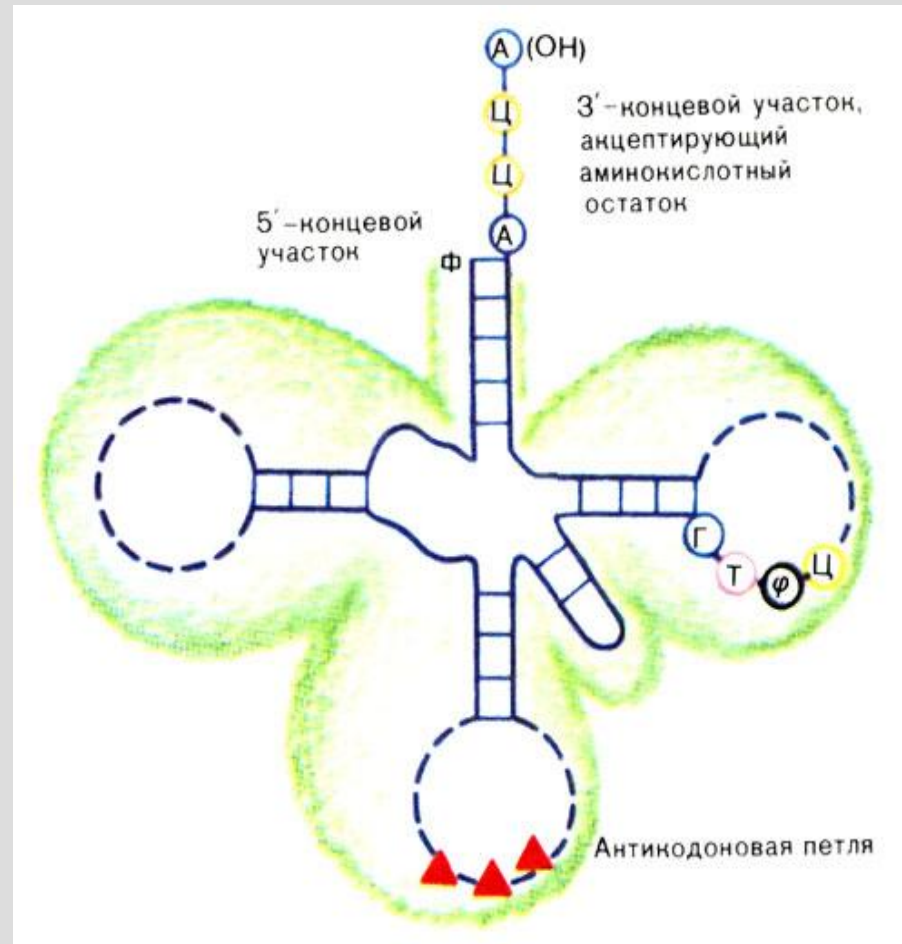
- \* Хранение информации о всех признаках и свойствах живого организма;
- \* Оперативное предоставление информации.

# Виды РНК

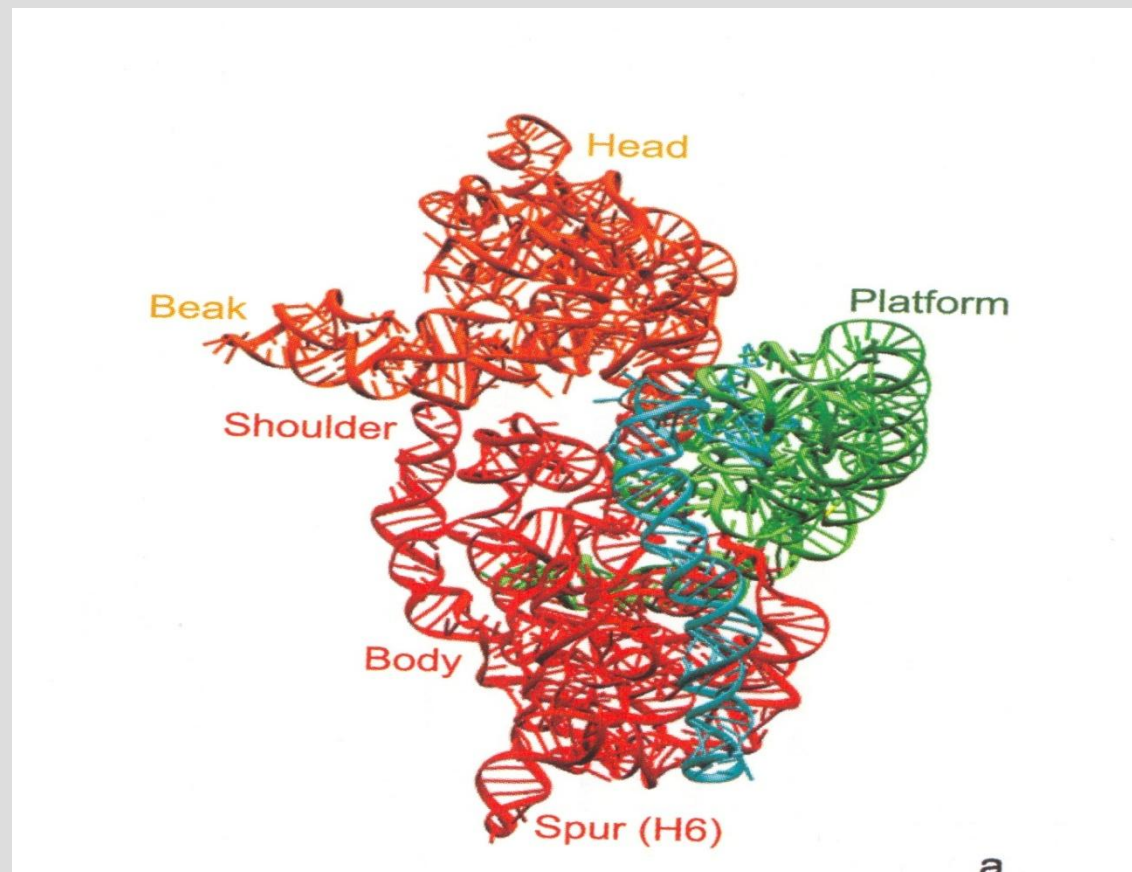
- Информационная РНК (и-РНК) или матричная РНК. Синтезируется в ядре.



- Транспортная РНК (т-РНК). Молекулы состоят из 80-100 нуклеотидов. Вторичная структура — двуспиральные стебли. Локализация — в цитоплазме клеток, матриксе хлоропластов и митохондриях.

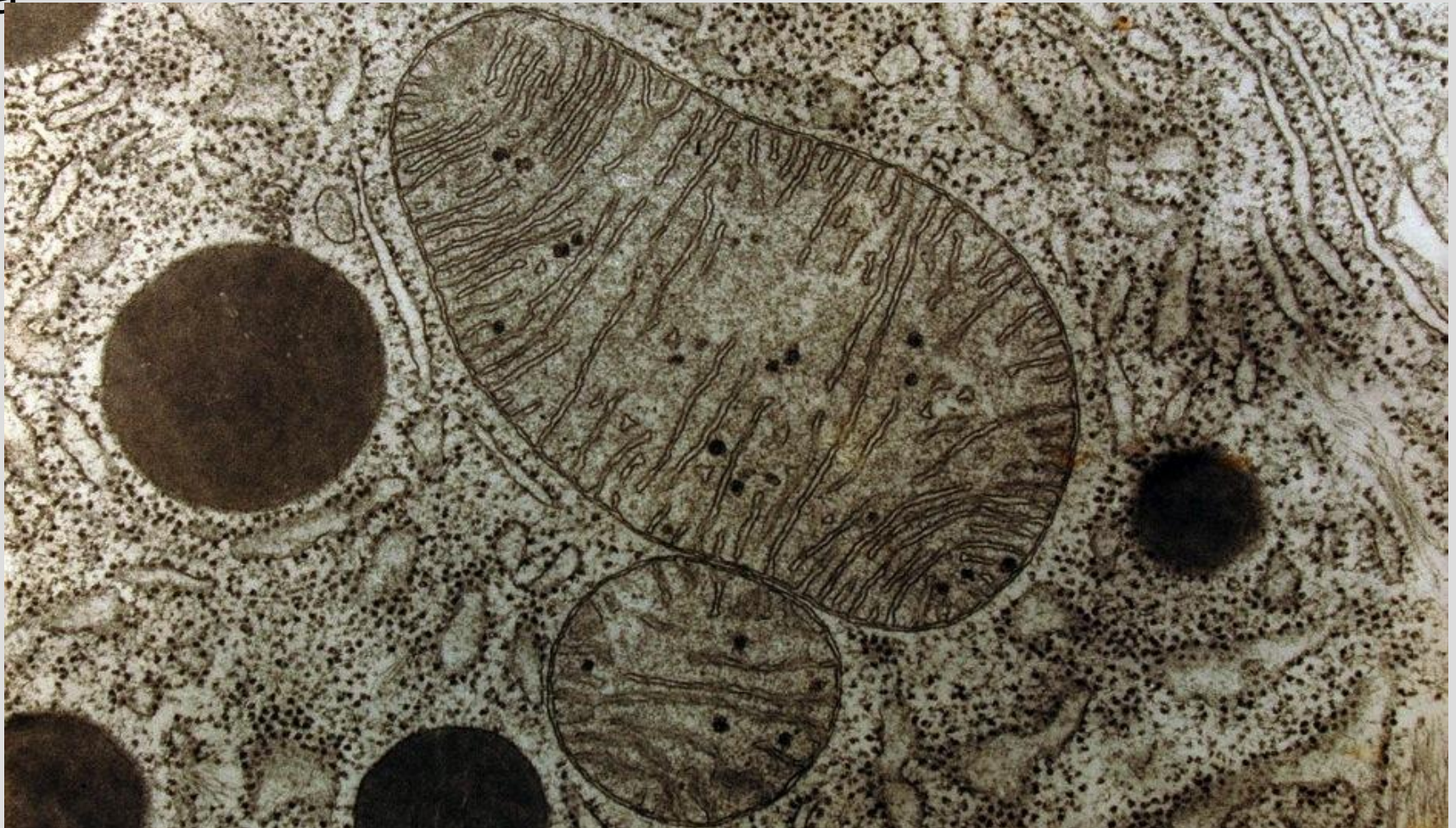


- Рибосомальная РНК (р-РНК). Состоят из 3-5 тыс. нуклеотидов. Структура третичная. Комплекс с рибосомными белками. Локализация - цитоплазма клеток, матриксе хлоропластов и митохондрий.



# Рибосомы матрикса клетки и митохондрии

- а





# 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.

# 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.  
(осуществляется щелочной фосфатазой - применяется для удаления фосфатных групп с концов фрагментов ДНК. Дефосфорилированные концы ДНК не сшиваются ДНК-лигазой).
- Чувствительна к повышенной радиации.

•Подвергается гидролизу:

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

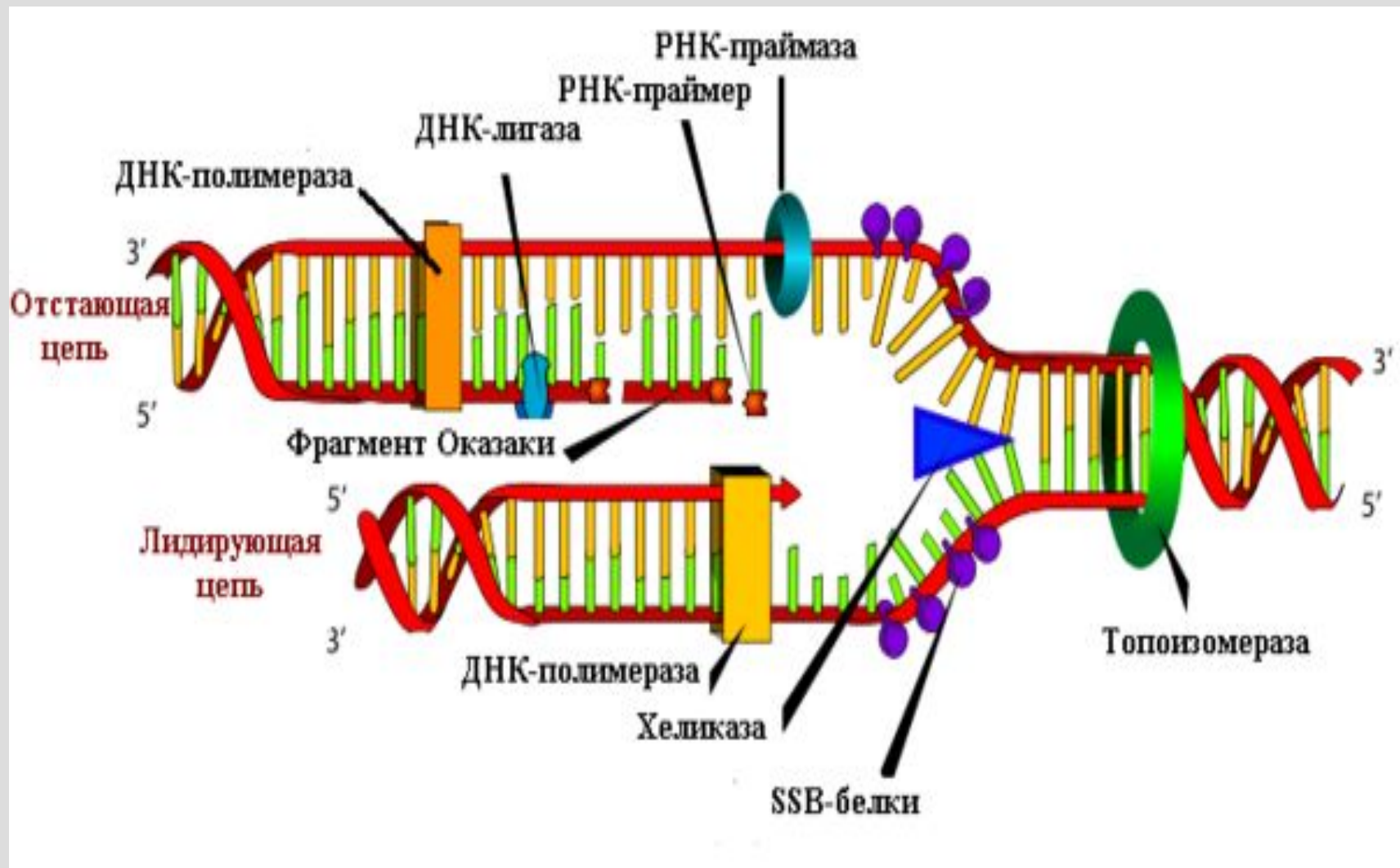
Нуклеопротеид → Нуклеиновая кислота + белок → нуклеотиды → нуклеозиды +  $\text{H}_3\text{PO}_4$  → пурины (аденин, гуанин) + пиримидины (цитозин, тимин) + пентоза (дезоксирибоза):

\* в слабокислых условиях происходит гидролиз, в результате образуются мономерные, димерные или тримерные звенья, из которых была собрана цепь ДНК;

\* кислотный гидролиз в жёстких условиях (70% хлорная кислота и  $100^\circ\text{C}$ ) - происходит разрыв всех N-гликозидных связей и образование смеси пуриновых и пиримидиновых оснований, дезоксирибозы, фосфорной кислоты.

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:
    - нуклеотиды и остатки фосфорной кислоты;
    - нуклеозиды (пентоза + азотистое основание);
    - пентоза + азотистые основания.
  - Б) кислотному жёсткому (аналогично ДНК),  
кислотному мягкому (1н. соляная кислота,  $100^{\circ}\text{C}$ , продукты:
    - пуриновые основания;
    - пиримидиновые нуклеозидфосфаты.

# 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.



# Список литературы

- Чуйкин А.Е. Общая биология С-Пр. «Политехника» 2004
- Соколов Д.И. Нуклеиновые кислоты. Интернетресурсы
-