



# Гетероциклические соединения.

# План

- Классификация гетероциклических соединений.
- Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом.
- Пятичленные гетероциклы с двумя и больше гетероатомами.
- Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом
- Шести и семичленные гетероциклы с двумя гетероатомами. Бициклические гетероциклы.
- Нуклеиновые кислоты. Строение и структура нуклеиновых кислот.
- ДНК (дезоксирибонуклеиновые кислоты).
- РНК (рибонуклеиновые кислоты).

# Гетероциклические соединения

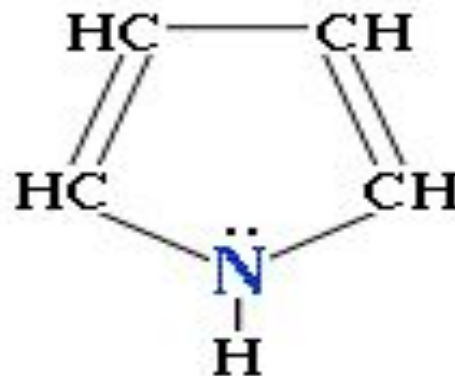
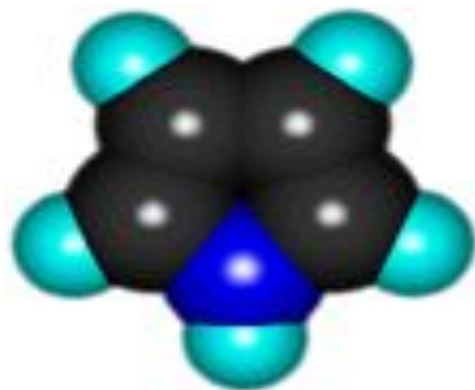
- Это органические вещества, содержащие в своих молекулах циклы, в образовании которых кроме атомов углерода участвуют атомы других элементов (гетероатомы).

# Классификация гетероциклов

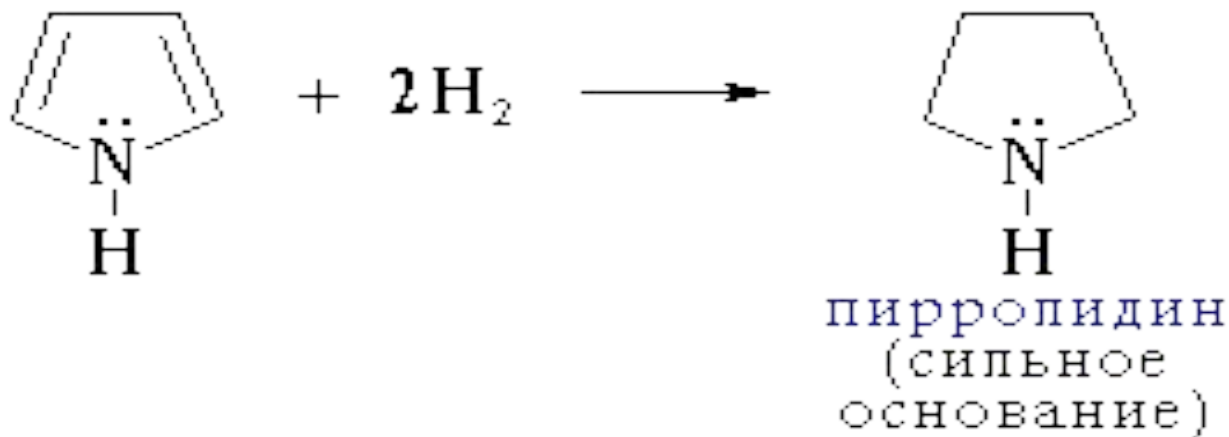
- Наиболее распространены в природе пяти и шестичленные циклы, в состав которых входят атомы азота, кислорода или серы.
- В зависимости от природы гетероатома различают нитроген-, оксиген- и серосодержащие циклы.
- По степени насыщенности все гетероциклические соединения могут быть насыщенными, ненасыщенными и ароматическими.

# Пиррол $C_4H_4NH$

- Пятичленный гетероцикл с одним атомом азота. Бесцветная жидкость с температурой кипения  $130^\circ C$ , плохо растворимая в воде, на воздухе быстро окисляется и темнеет.



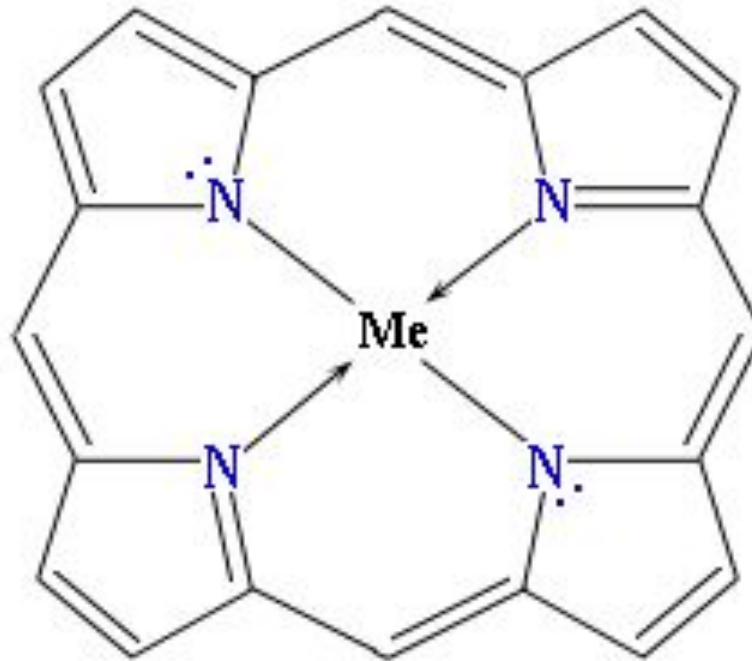
# Пиррол может участвовать в реакциях присоединения:



- Пиррол применяют для синтеза различных органических веществ.

Пиррольные структуры содержатся в гемоглобине, хлорофилле, витамине В<sub>12</sub> и некоторых других природных соединениях. В состав молекул этих сложных веществ входит тетрапиррольный фрагмент (*порфин*) в виде комплекса с металлом

# Порфин



где Me - металл  
(Fe в гемоглобине, Mg в хлорофилле, Co в витамине B12).



# Пятичленные гетоциклы с двумя и больше гетероатомами.

- При присутствии нескольких гетероатомов в пятичленном цикле с сопряженными двойными связями электронная плотность в кольце распределена неравномерно, это отображается на химических свойствах этих соединений.
- Пятичленные гетероциклы с двумя гетероатомами более стабильны; для них характерная меньшая активность в реакциях электрофильного замещения сравнительно с пятичленными гетероциклами и одним гетероатомом.

# Имидазол (т. кипения 256°C)



ИМИДАЗОЛ

Один с этих атомов аналогичный атому азота в пирроле и ответственный за слабокислотные свойства имидазола, другой похожий на пиридиновый атом азота и отвечает за слабоосновные свойства имидазола. Таким образом имидазол амфотерное соединение, образует соли с сильными кислотами и щелочными металлами.

# Пиразол

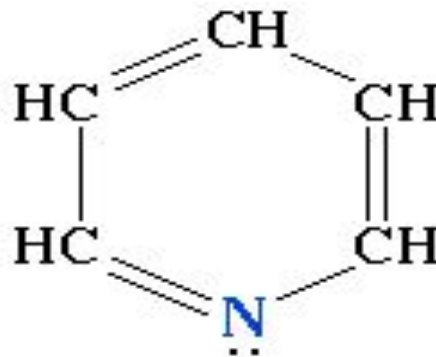
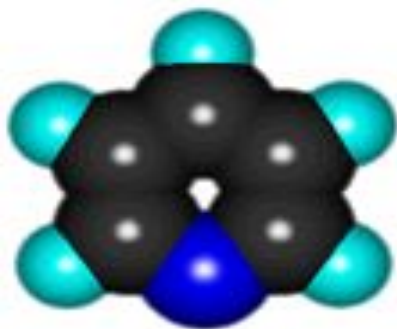


пиразол

- Пиразол в природе не встречается. Все его производные получают синтетическим путем. При частичном восстановлении пиразола получается пиразолин, а окислением последнего по С5 получают пиразолон-5.
- Ядро пиразолона-5 лежит в основе таких лекарственных препаратов, как амидопирин и анальгин.

# Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом

- Пиридин  $C_5H_5N$  – шестичленный гетероцикл с одним атомом азота.
- Это бесцветная жидкость с неприятным запахом, т.кип.  $115^\circ C$ . Хорошо растворяется в воде и органических жидкостях. Ядовит.

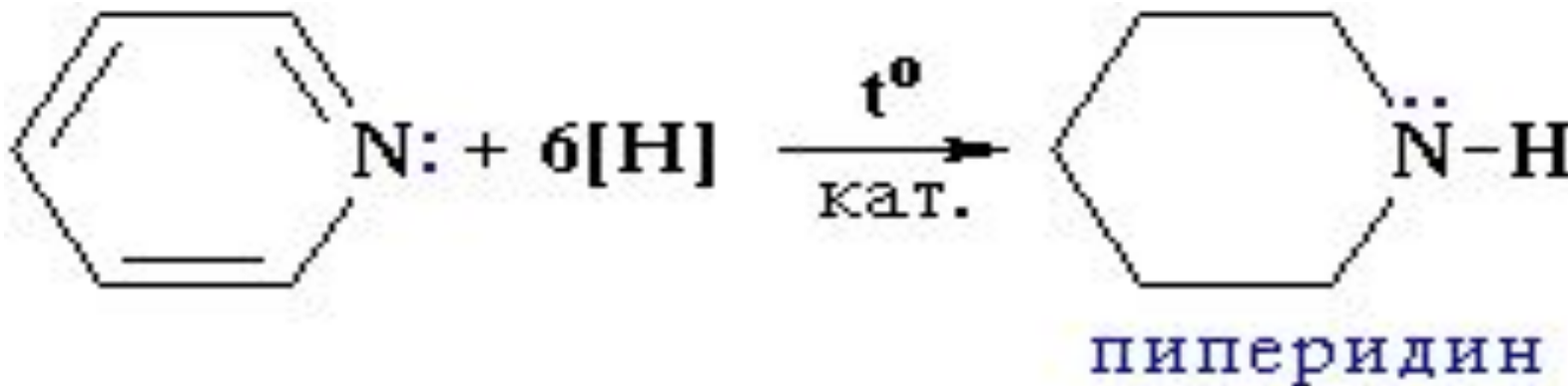


# Электронное строение молекулы пиридина

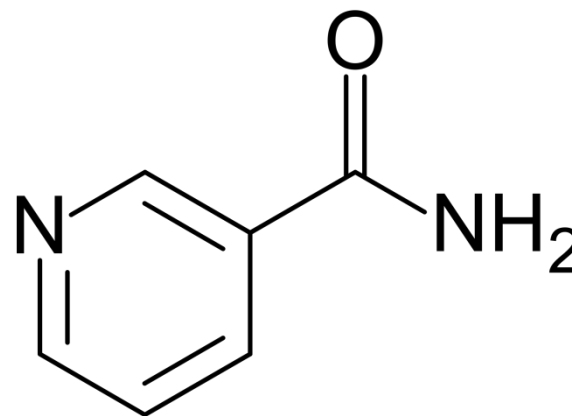
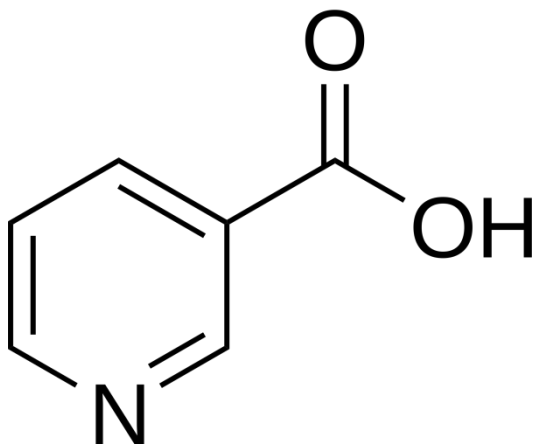
- Атомы углерода и азота находятся в состоянии  $sp^2$ -гибридизации. Все  $\sigma$ -связи C–C, C–H и C–N образованы гибридными орбиталями, углы между ними составляют примерно  $120^\circ$ . Поэтому цикл имеет плоское строение. Шесть электронов, находящихся на негибридных p-орбиталях, образуют  $\pi$ -электронную ароматическую систему.

# Образование пиперидина

- Как и бензол, пиридин может присоединять водород в присутствии катализатора с образованием насыщенного соединения *пиперидина*.



- Пиперидиновое и пиридиновое ядра встречаются в многих алкалоидах. Важные производные пиримидина - некоторые витамины группы В, никотиновая кислота (ниацин) и никотинамид.



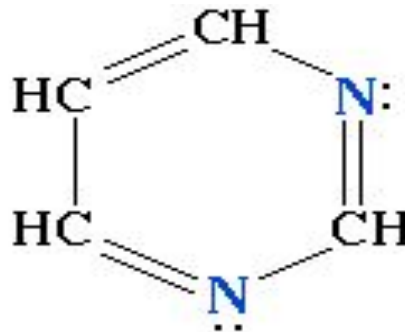
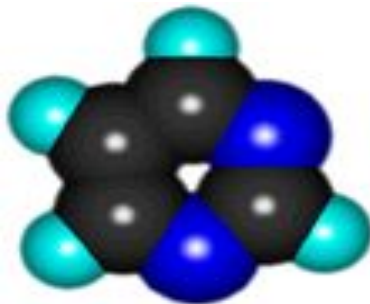
**Никотиновая кислота и никотинамид.**

- Никотиновая кислота или витамин В<sub>3</sub> и ее производное никотинамид – витамин РР, используются организмом в процессе преобразования пищи в энергию.
- Никотиновая кислота содержится во многих видах продуктов, и хорошо сбалансированная разнообразная диета обеспечивает организм необходимым количеством никотиновой кислоты.
- Рекомендованная диетическая норма составляет 15-25 мг.

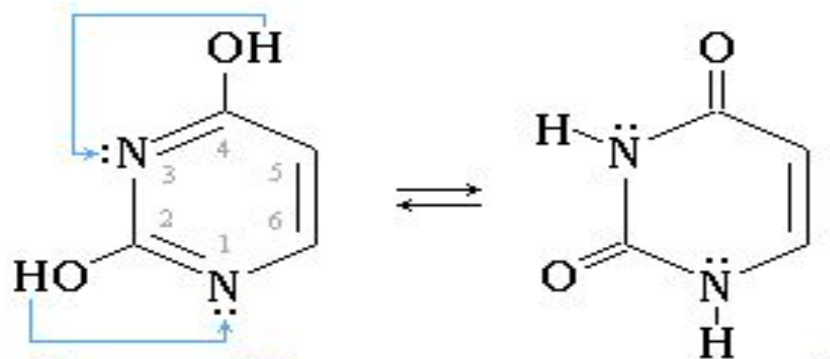


# Шести и семичленные гетероциклы с двумя гетероатомами.

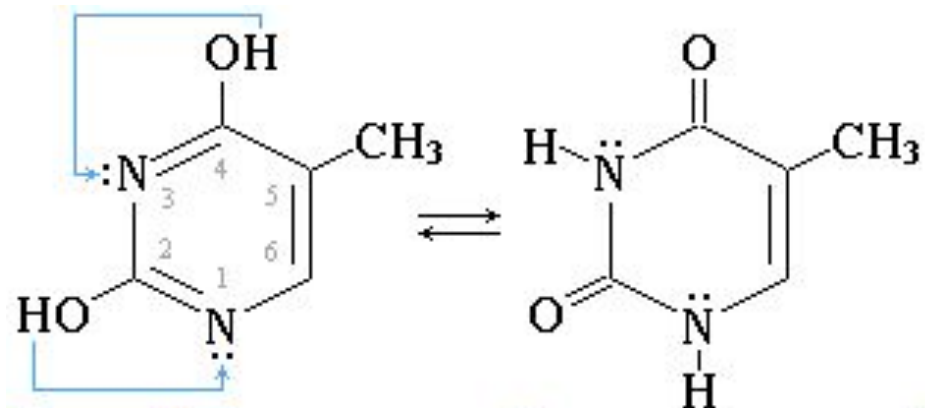
- Пиримидин  $C_4H_4N_2$  - шестичленный гетероцикл с двумя атомами азота.
- Проявляет свойства очень слабого основания, т.к. атомы азота в  $sp^2$ -гибризованном состоянии довольно прочно удерживают неподеленную электронную пару.



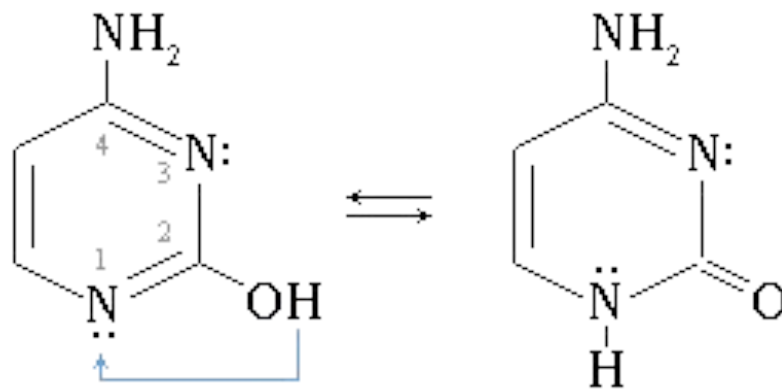
# Пиримидиновые основания



Урацил (2,4-дигидроксипиримидин)



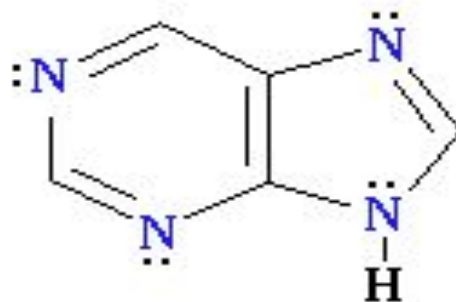
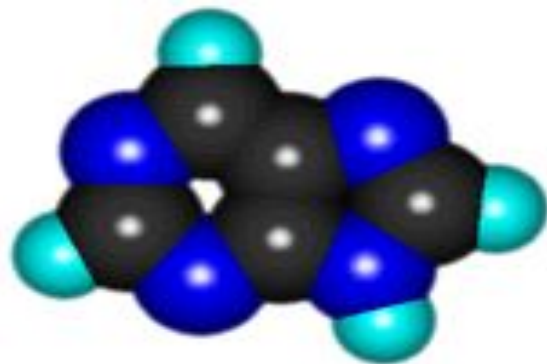
Тимин (2,4-дигидрокси-5-метилпиримидин)



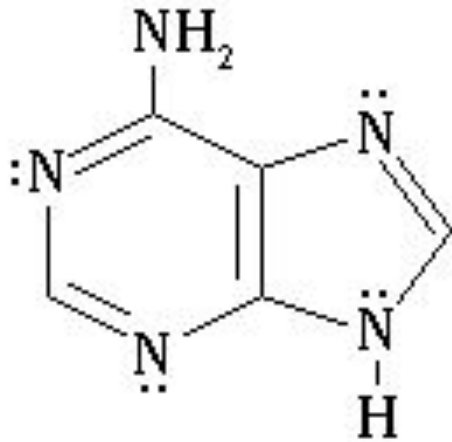
Цитозин (4-амино-2-гидроксипиримидин)

# Пурин $C_5H_4N_4$

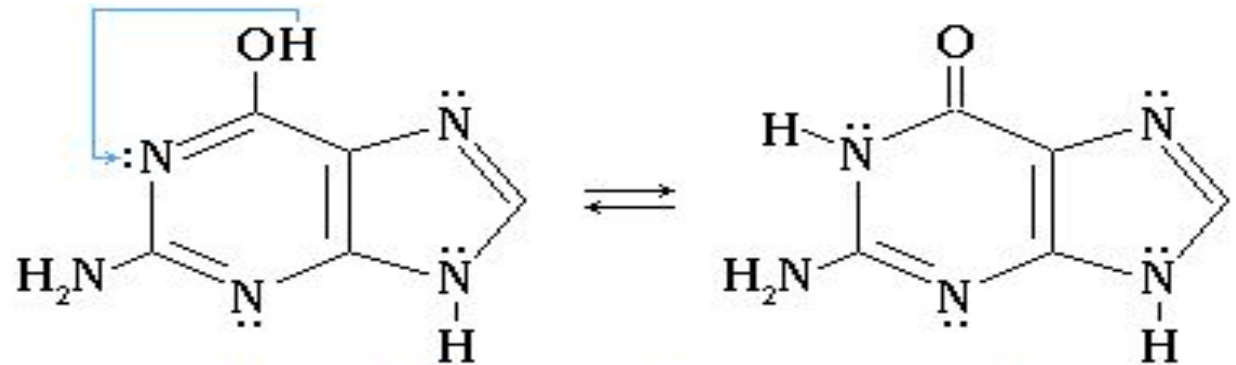
- Это соединение, в молекуле которого сочетаются структуры шести- и пятичленного гетероциклов, содержащих по два атома азота.
- Проявляет амфотерные свойства. Слабые основные свойства связаны с атомами азота шестичленного (пиримидинового) цикла. Слабые кислотные свойства обусловлены группой N-H пятичленного цикла (по аналогии с пирролом).



# Пуриновые основания



Аденин (6-аминопурин)

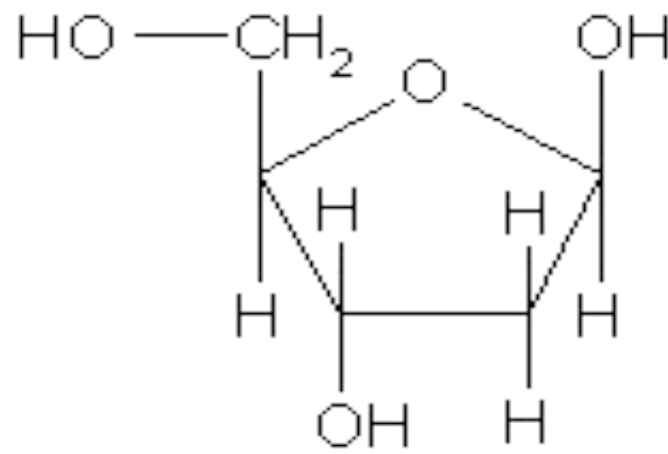
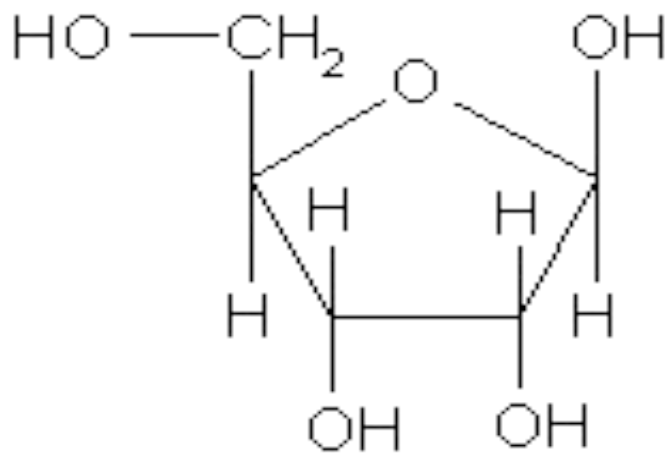


Гуанин (2-амино-6-гидроксипурин)

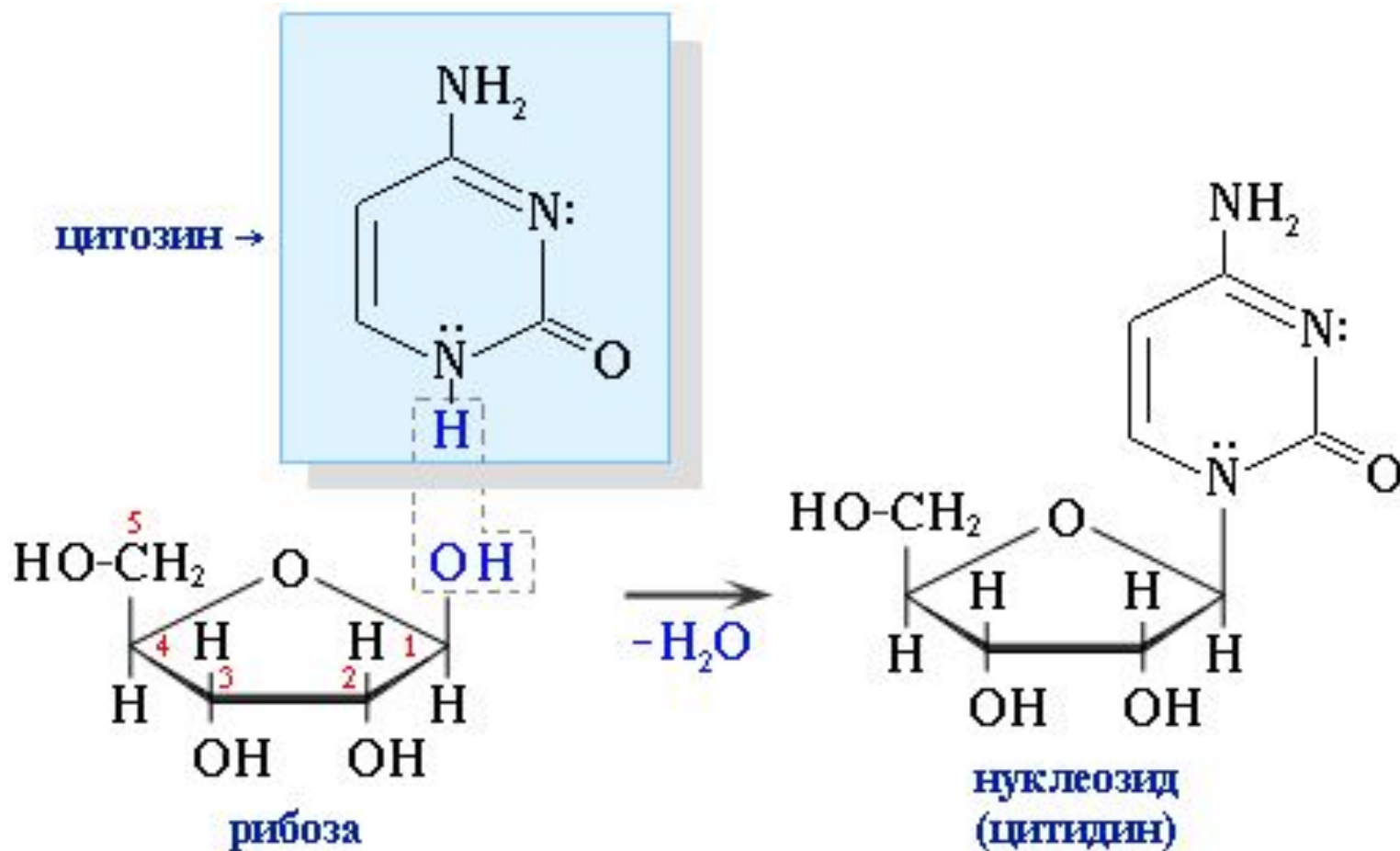
# Нуклеиновые кислоты.

- **Нуклеиновые кислоты** — это природные высокомолекулярные соединения (полинуклеотиды), которые играют огромную роль в хранении и передаче наследственной информации в живых организмах. Молекулярная масса нуклеиновых кислот может меняться от 100 тыс. до 60 млрд.
- Они были открыты и выделены из клеточных ядер еще в XIX веке, однако их биологическая роль была выяснена только во второй половине XX века.

# Рибоза и дезоксирибоза



# Образование нуклеозида

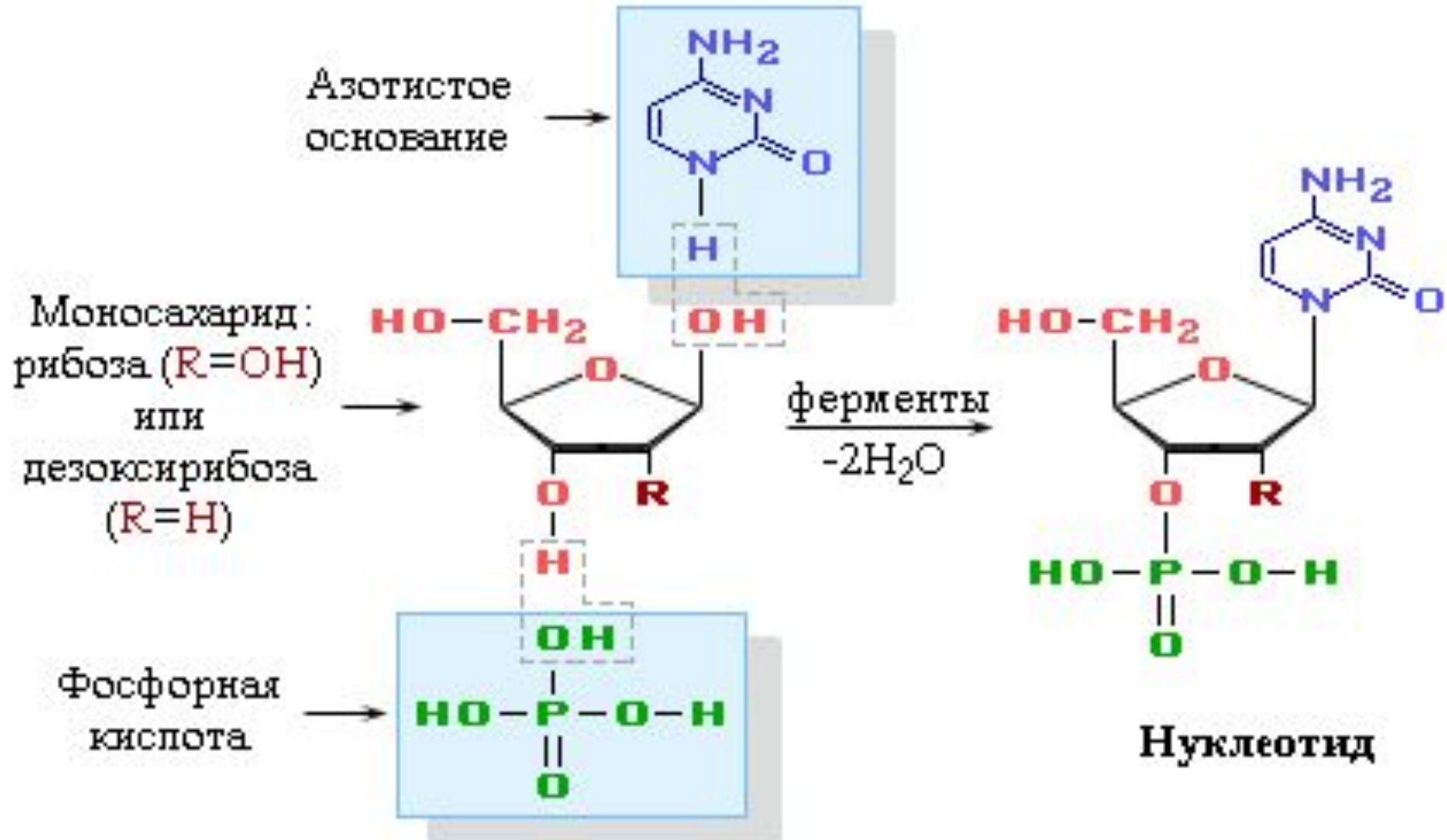


# Нуклеотиды

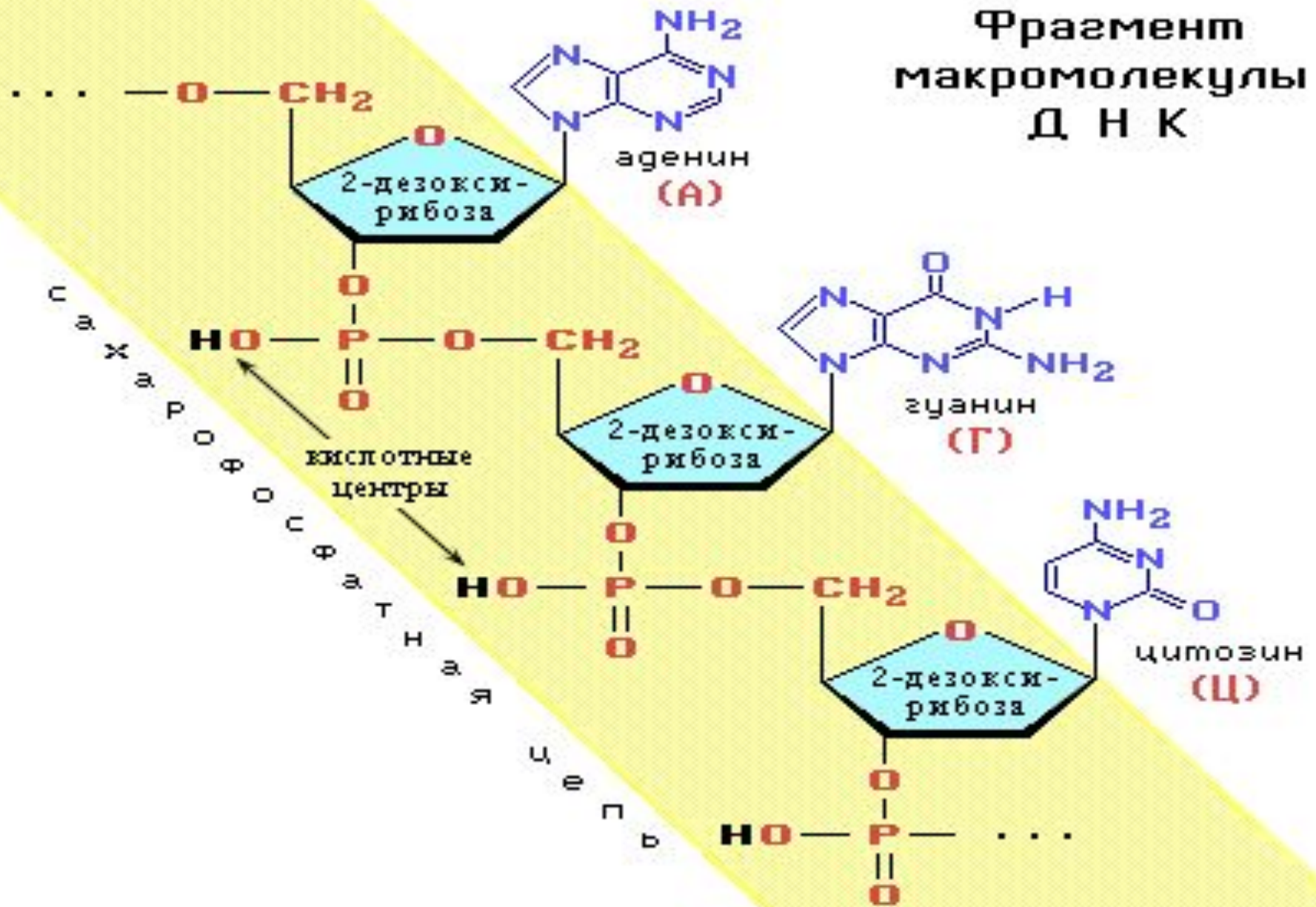
- **Нуклеотид** - основная структурная единица нуклеиновых кислот, их мономерное звено. Нуклеиновые кислоты, состоящие из рибонуклеотидов, называются **рибонуклеиновые кислоты (РНК)**. Нуклеиновые кислоты, состоящие из дезоксирибонуклеотидов, называются **дезоксирибонуклеиновые кислоты (ДНК)**. В состав молекул РНК входят нуклеотиды, содержащие основания аденин, гуанин, цитозин и урацил. В состав молекул ДНК входят нуклеотиды, содержащие аденин, гуанин, цитозин и тимин. Для обозначения оснований используют однобуквенные сокращения: аденин — А, гуанин — G, тимин — Т, цитозин — С, урацил — U.



# Строение и составные части нуклеотида

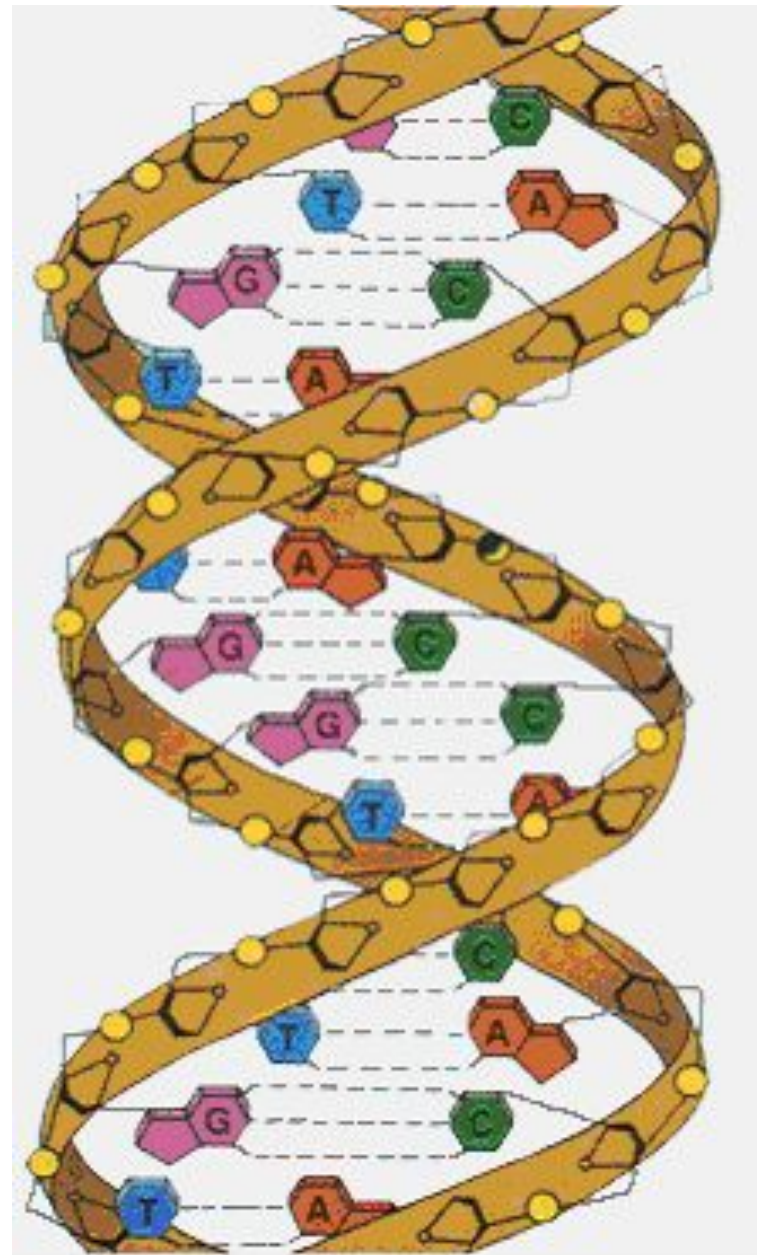


# Фрагмент макромолекулы ДНК

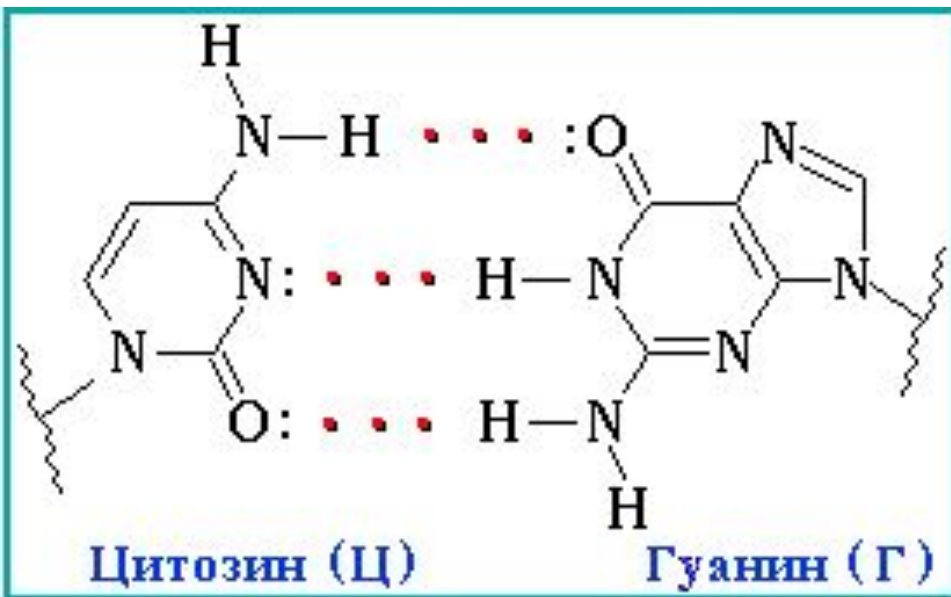
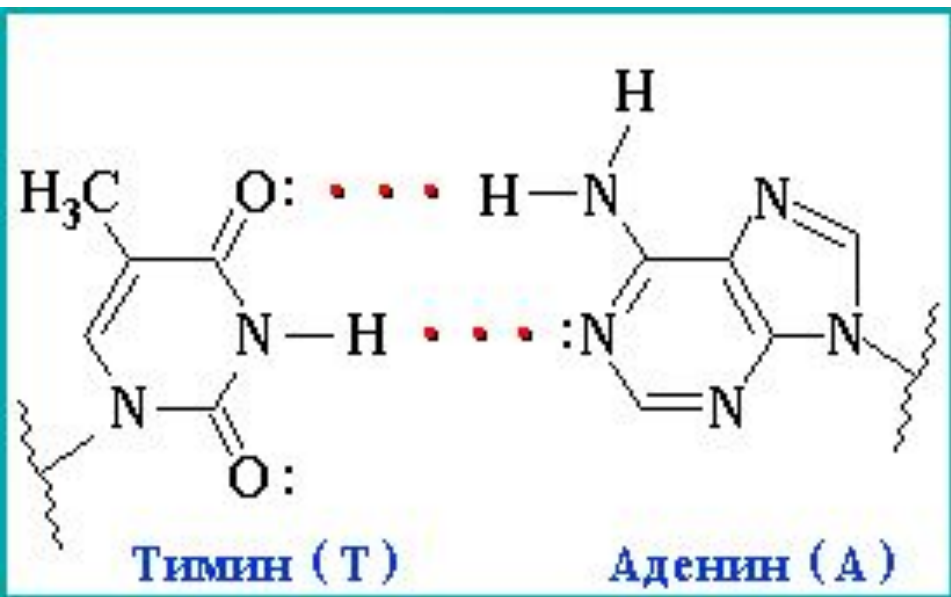


# ДНК

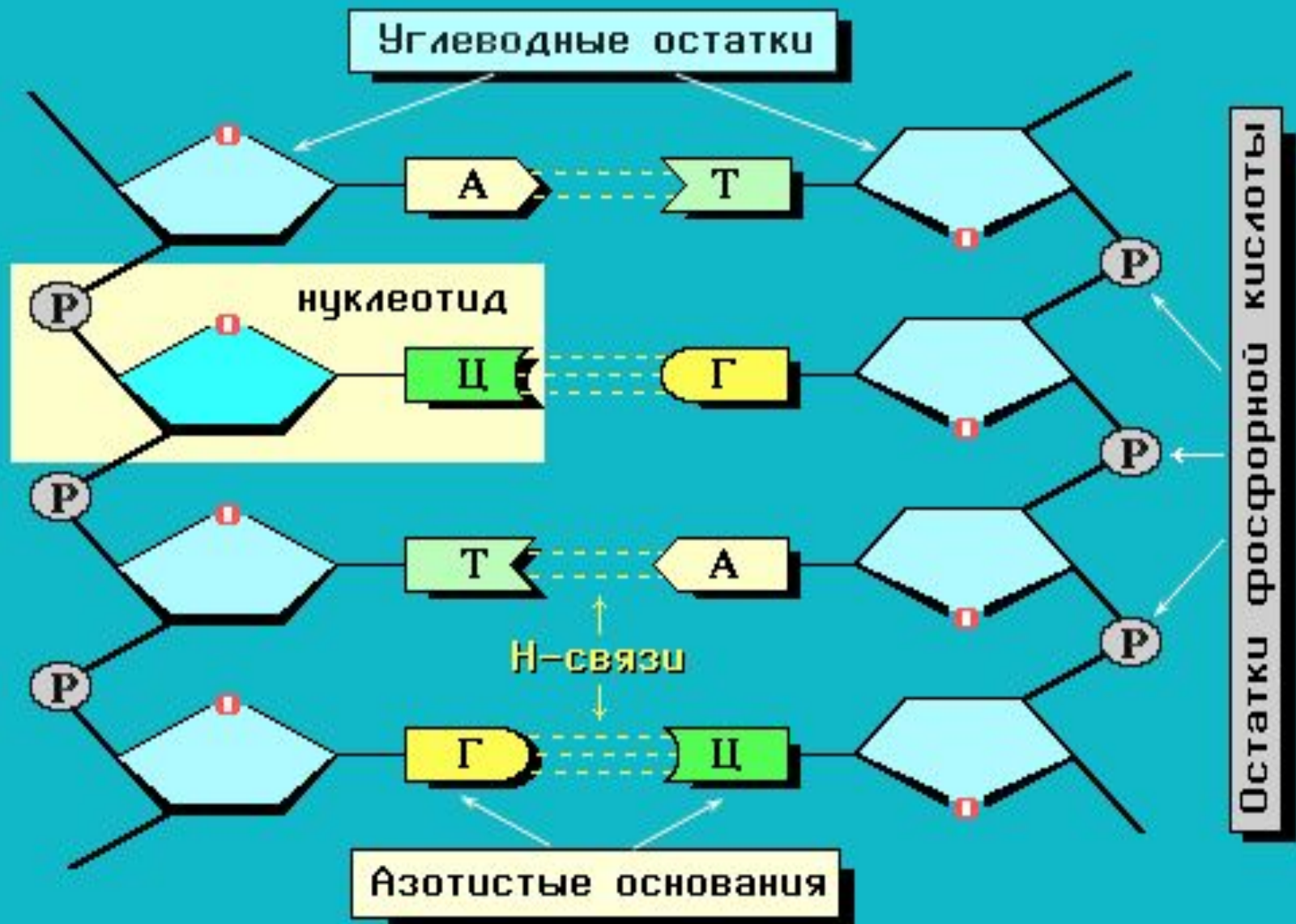
- Макромолекула ДНК представляет собой две параллельные неразветвленные полинуклеотидные цепи, закрученные вокруг общей оси в **двойную спираль**.



- Две спирали удерживаются вместе водородными связями между парами оснований. Водородные связи возникают между пуриновым основанием одной цепи и пиримидиновым основанием другой цепи. Эти основания составляют комплементарные пары (от лат. *complementum* - дополнение).



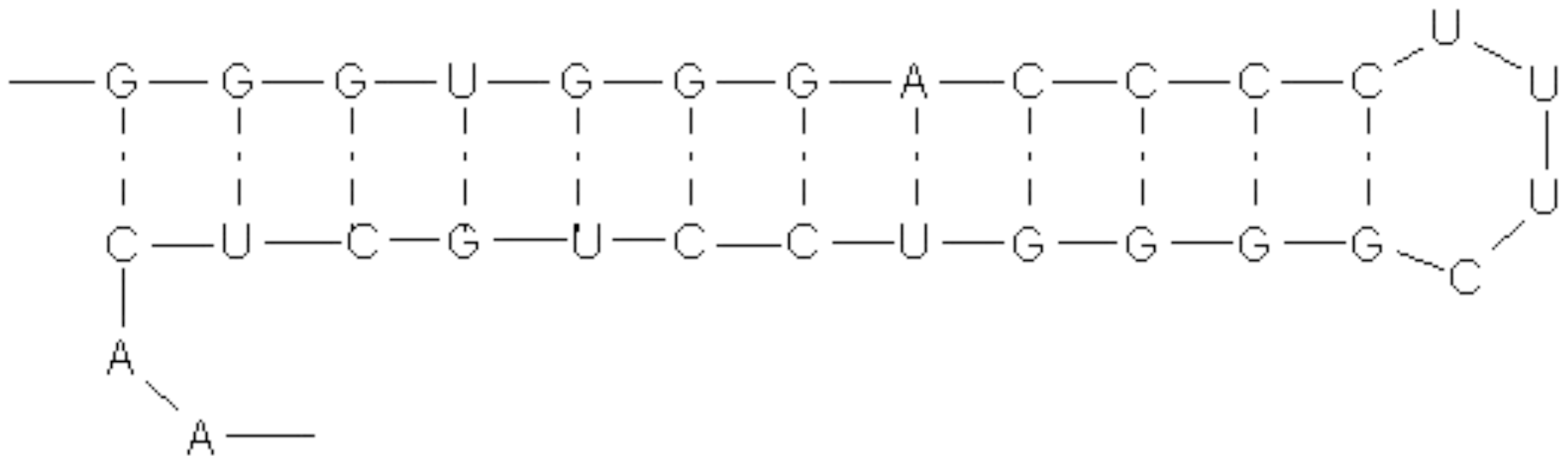
# Комплементарность цепей в ДНК



# РНК

- молекулы РНК состоят из одной полинуклеотидной цепи. Число нуклеотидов в цепи колеблется от 75 до нескольких тысяч, а молекулярная масса РНК может изменяться в пределах от 2500 до нескольких млн.

- Полинуклеотидная цепь РНК не имеет строго определенной структуры. Она может складываться сама на себя и образовывать отдельные двухцепочечные участки с водородными связями между пуриновыми и пиримидиновыми основаниями .





Спасибо за внимание!!!