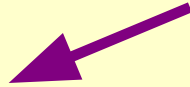


# ***НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ (НК)***

- высокомолекулярные соединения (биополимеры), играющие главную роль в передаче наследственной информации и управлении процессом биосинтеза белка.

# НК



рибонуклеиновые  
кислоты (**РНК**)



дезоксирибонуклеиновые  
кислоты (**ДНК**)

содержат углеводный  
остаток D-рибозы

содержат углеводный  
остаток 2-дезокси-  
D-рибозы

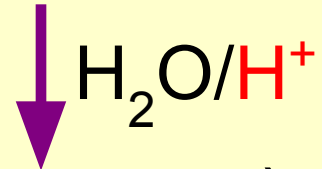
- Информационная (иРНК);
- Транспортная (тРНК);
- Рибосомальная (рРНК)

- Ядерная;
- Митохондриальная

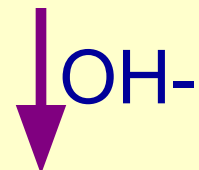
ДНК, иРНК, рРНК – *in vivo* связаны с белками,  
т.е., представляют собой **нуклеопротеины**.

# Схема гидролиза нуклеопротеинов:

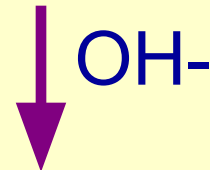
Нуклеопротеин



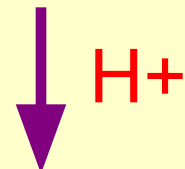
НК (полинуклеотид) + белок



нуклеотиды



нуклеозиды +  $\text{H}_3\text{PO}_4$



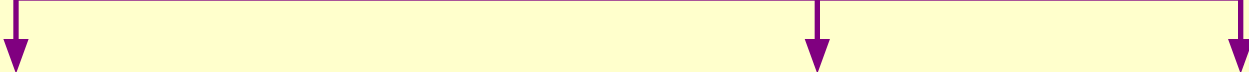
азотистые основания + углевод

# Состав НК

НК - полимер



Нуклеотид - мономер



Нуклеиновое основание  
(азотистое)

Углевод

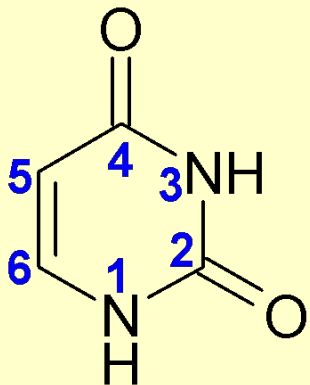
Остаток  
 $H_3PO_4$



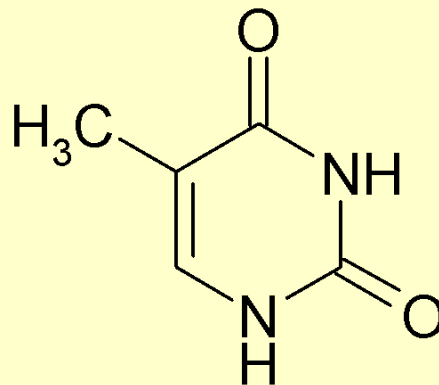
Нуклеозид

# Азотистые основания (АО)

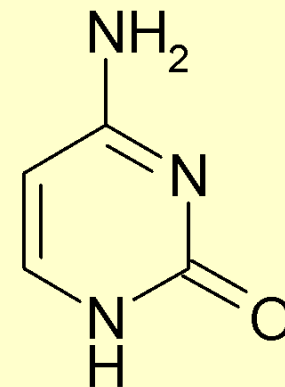
## Пиримидиновые основания:



урацил **Ura**

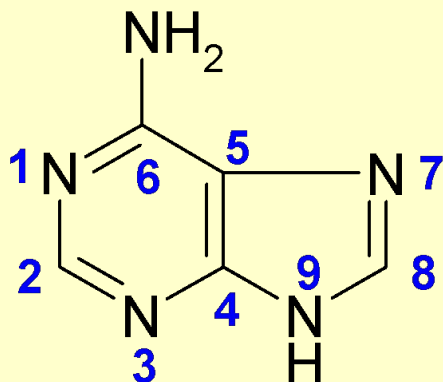


тимин **Thy**

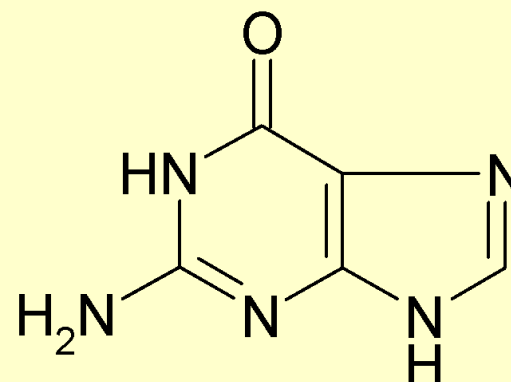


цитозин **Cyt**

## Пуриновые основания:

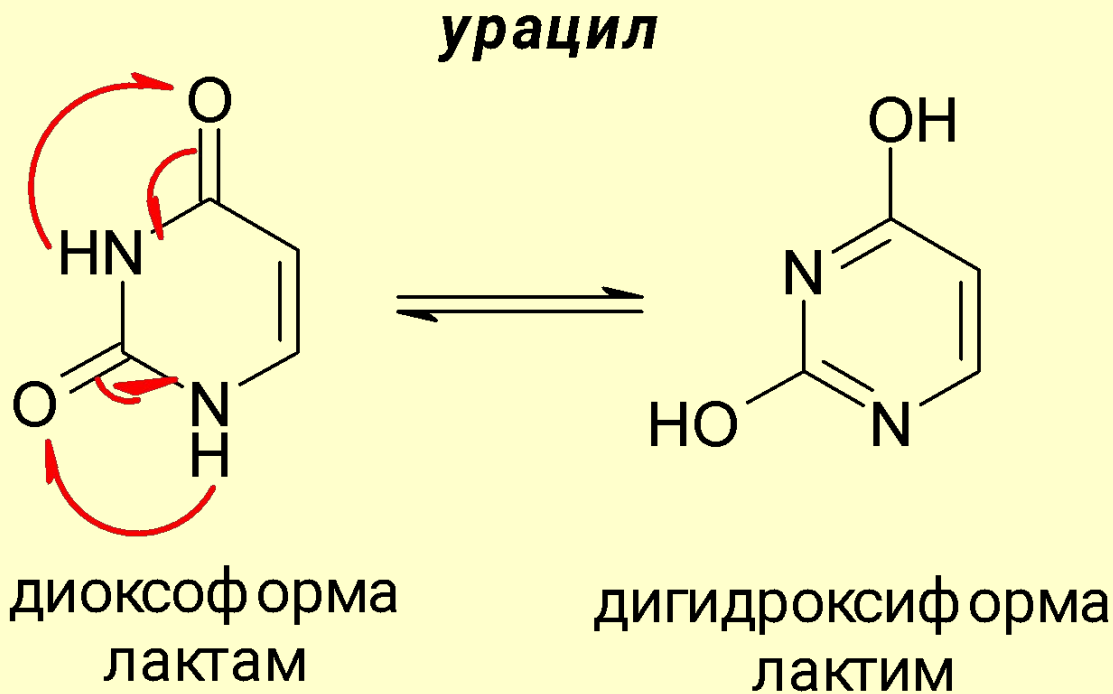


аденин **Ade**



гуанин **Gua**

Для азотистых оснований, содержащих оксо-группу, характерна лактим-лактаминная таутомерия:



В составе НК азотистые основания существуют только в **лактаминной** форме.

Во всех таутомерных формах АО сохраняют ароматичность и имеют плоское строение.

НК различаются входящими в их состав азотистыми основаниями:

РНК

урацил

цитозин

аденин

гуанин

ДНК

тимин

цитозин

аденин

гуанин

# НУКЛЕОЗИДЫ

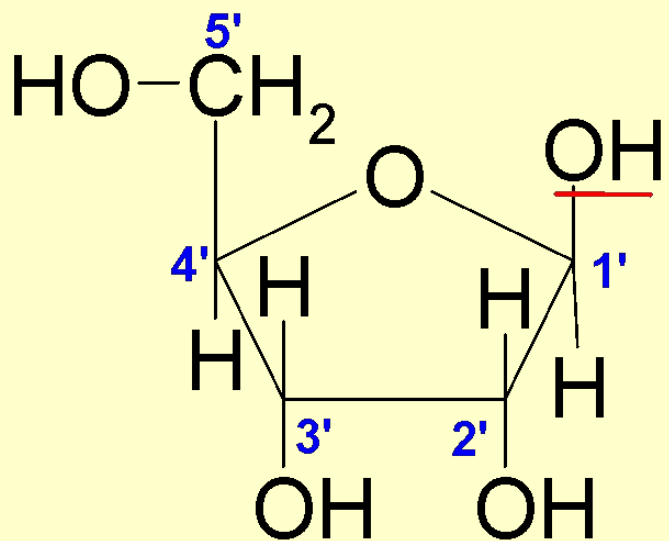
Углевод связывается с азотистым основанием за счет  $\beta$ -N-гликозидной связи.

В зависимости от природы углеводного остатка различают **рибонуклеозиды** и **дезоксирибонуклеозиды**.

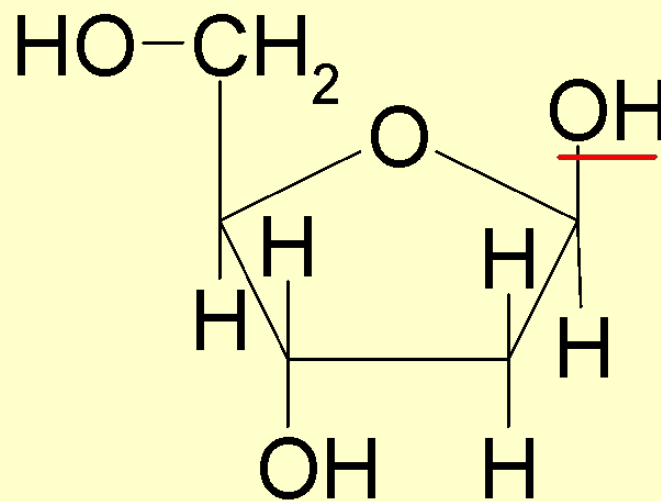
В зависимости от природы азотистого основания нуклеозиды делятся на **пуриновые** и **пиримидиновые**.



D-рибоза и 2-дезоксид-рибоза в состав нуклеозидов входят в фуранозной форме и являются β-аномерами:

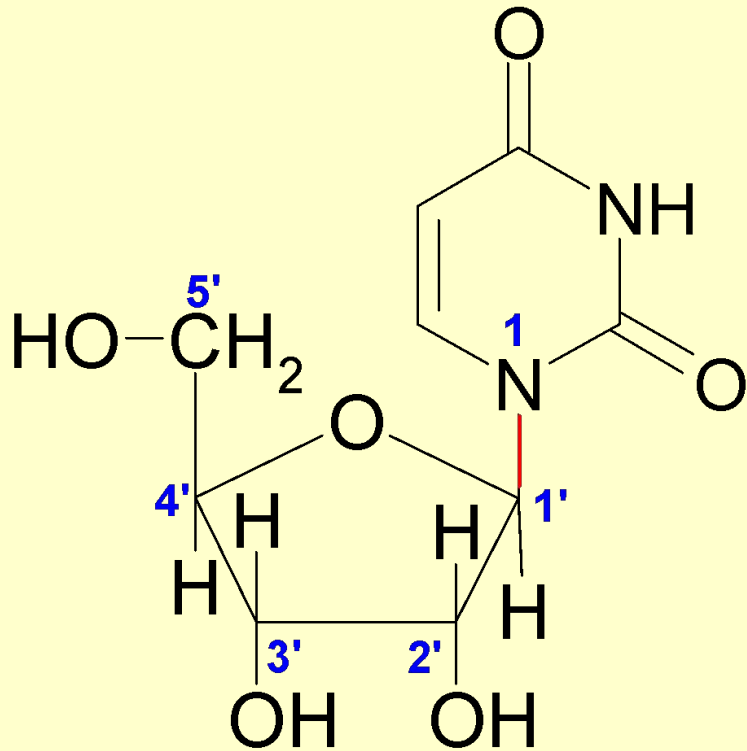


β-D-рибофураноза

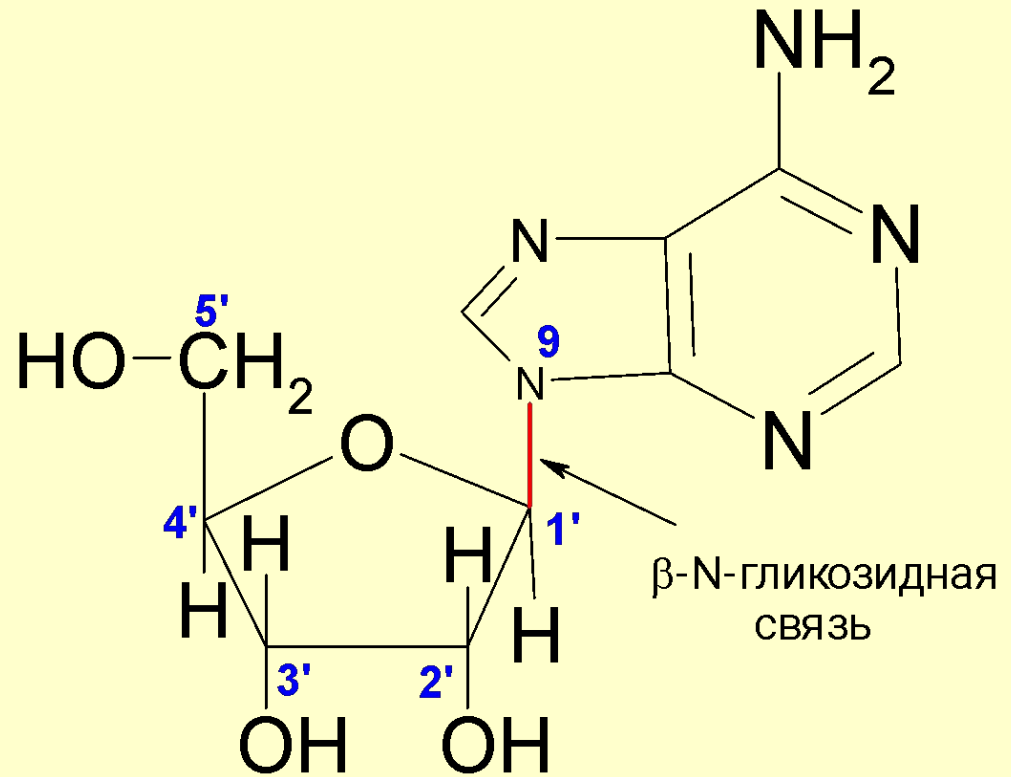


2'-дезоксид-β-D-рибофураноза

Гликозидная связь образуется между атомом углерода С-1' углевода и атомом азота N-1 пиримидинового и N-9 пуринового оснований.



нуклеозид - уридин



нуклеозид - аденозин

# Номенклатура нуклеозидов

Названия строят от тривиального названия соответствующих азотистых оснований с суффиксами **-ИДИН** у пиримидиновых, и **-ОЗИН** у пуриновых нуклеозидов.

Цитозин + рибоза = цит**ИДИН**

Цитозин + дезоксирибоза = дезоксицит**ИДИН**

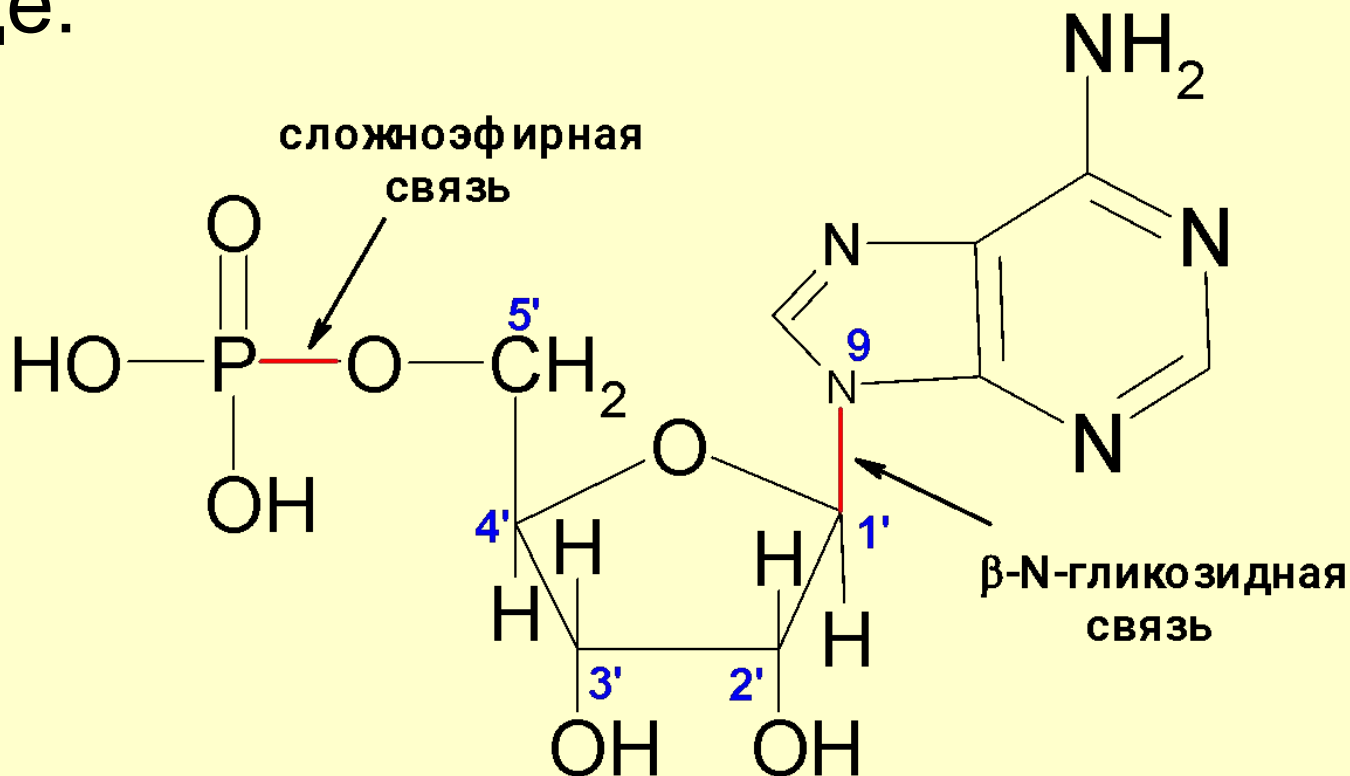
Аденин + рибоза = адено**ОЗИН**

Аденин + дезоксирибоза = дезоксиадено**ОЗИН**

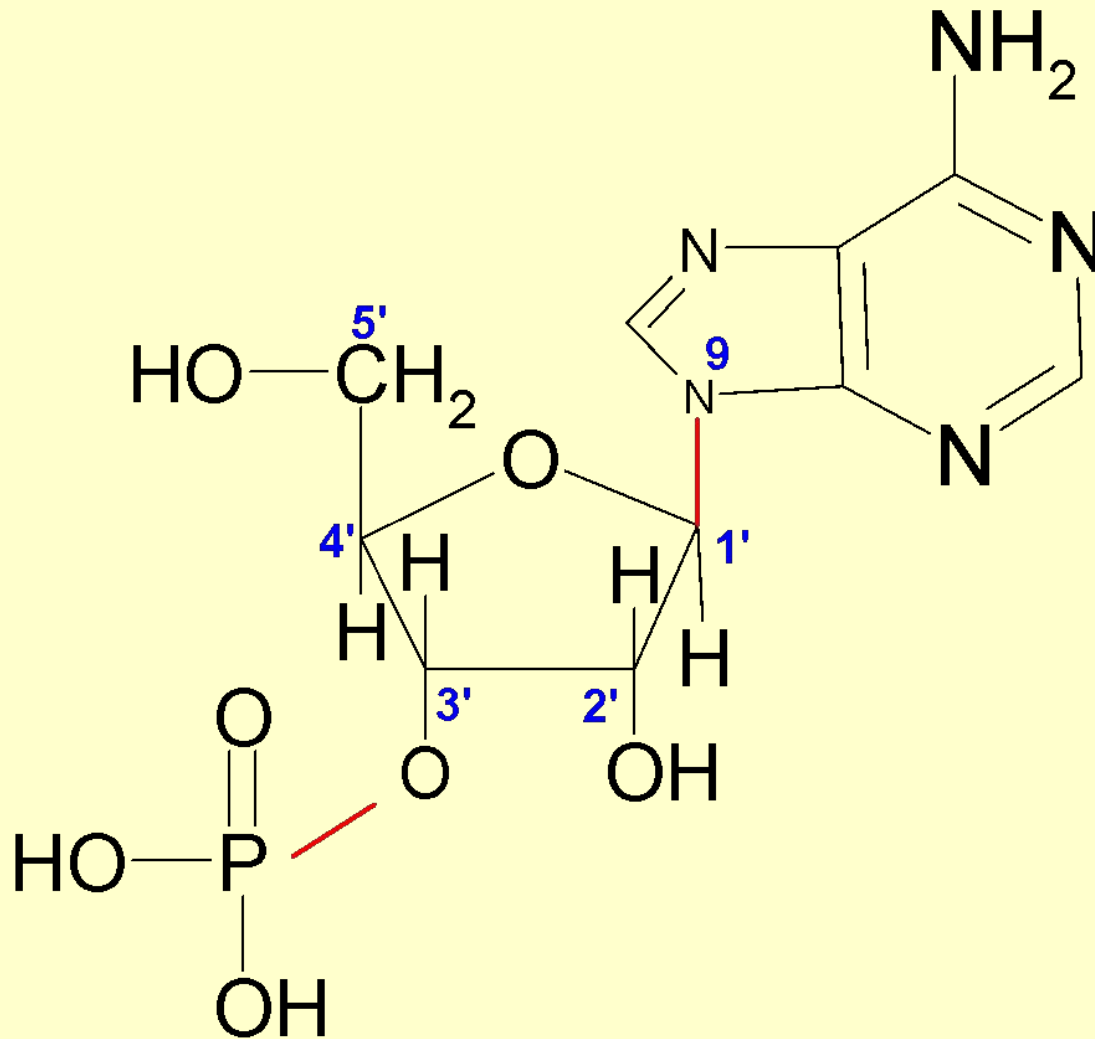
**Исключение: Тимин + дезоксирибоза = тимидин**

# НУКЛЕОТИДЫ - фосфаты нуклеозидов

Фосфорная кислота образует сложноэфирную связь с ОН-группой при С-5' или С-3' атомах в углеводе:



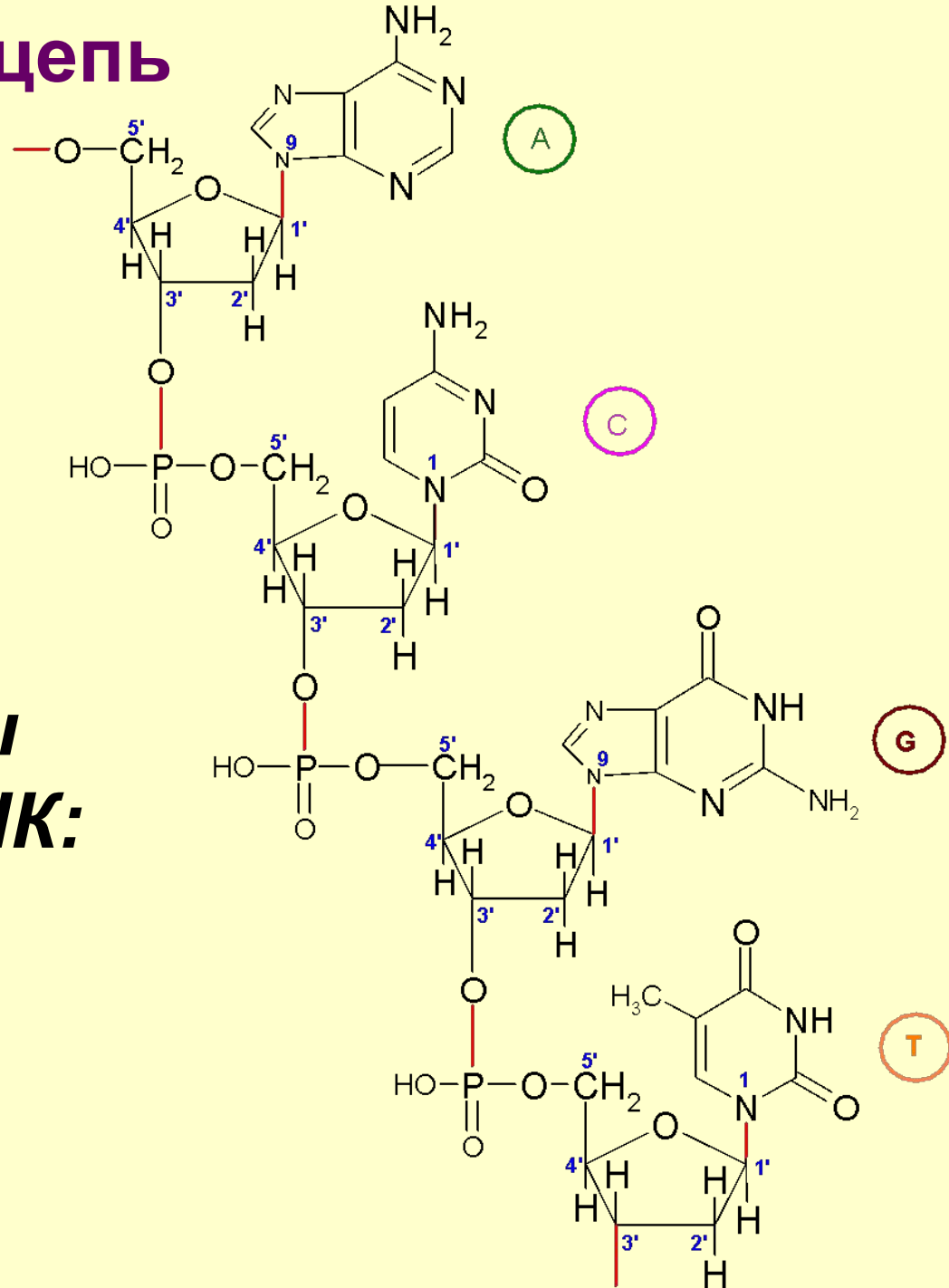
аденозин-5' - фосфат  
(5'-адениловая кислота, 5'-АМФ, или АМФ)



аденозин-3' - фосфат  
(3'-адениловая кислота, 3'-АМФ)

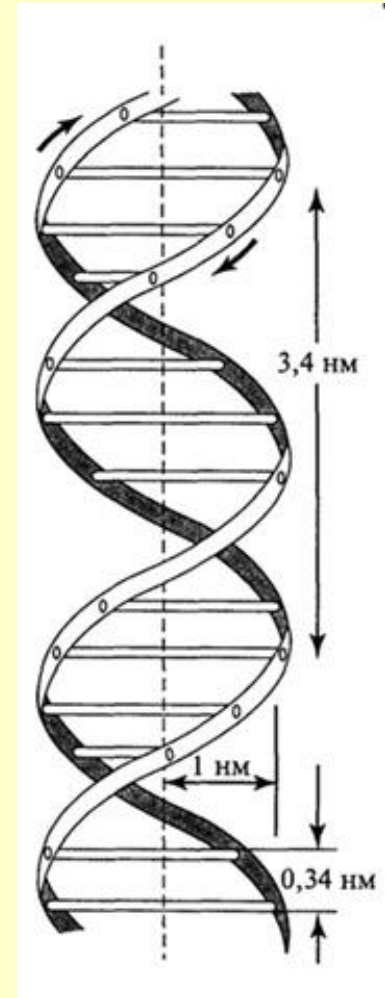
# Полинуклеотидная цепь

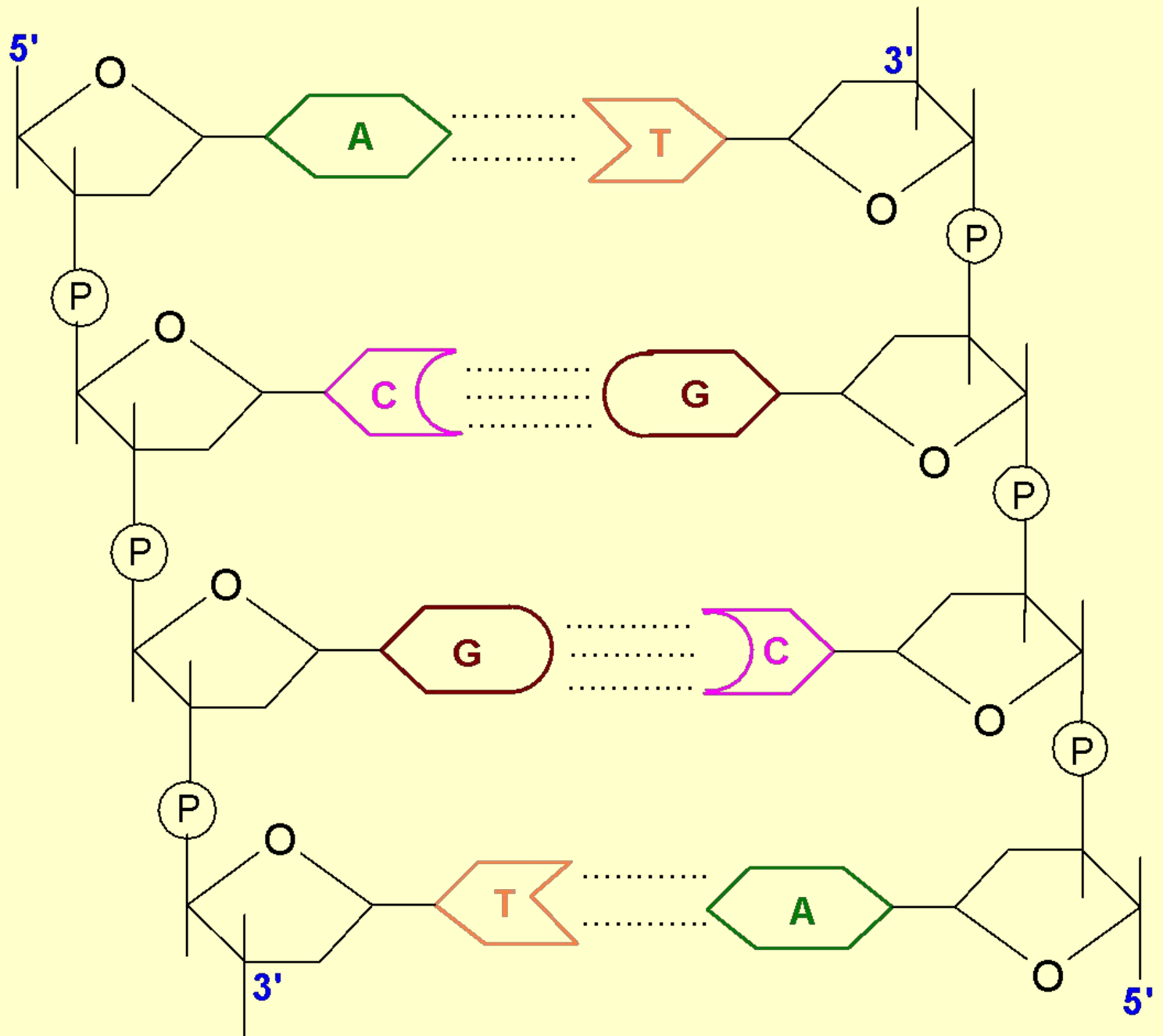
**Участок  
первичной  
структуры  
ДНК:**



# Вторичная структура ДНК

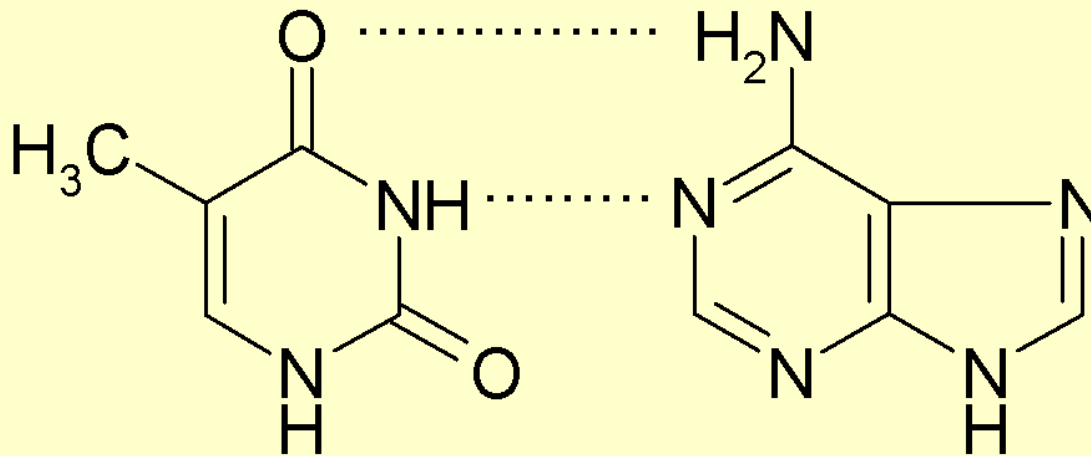
- Предложена в 1953 г.: Д. Уотсон, Ф. Крик.
- **Двойная правая антипараллельная спираль** диаметром 1,8-2,0 нм с шагом 3,4 нм. Остов **спирали** (ветви) – сахарофосфатный, связи 3',5'-фосфодиэфирные.
- **Спираль** имеет 10 нуклеотидов на виток.
- Стабилизирована множеством водородных связей внутри **спирали**, перпендикулярно её ходу между комплементарными азотистыми основаниями (A-T и G-C)





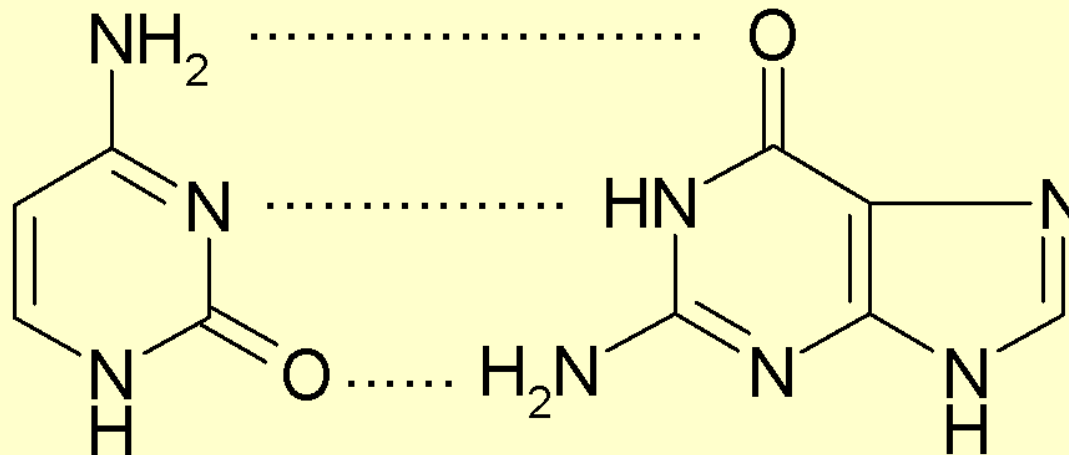


# Водородные связи между АО



Thy

Ade



Cyt

Gua

Состав ***ДНК*** подчиняется правилам Чаргаффа:

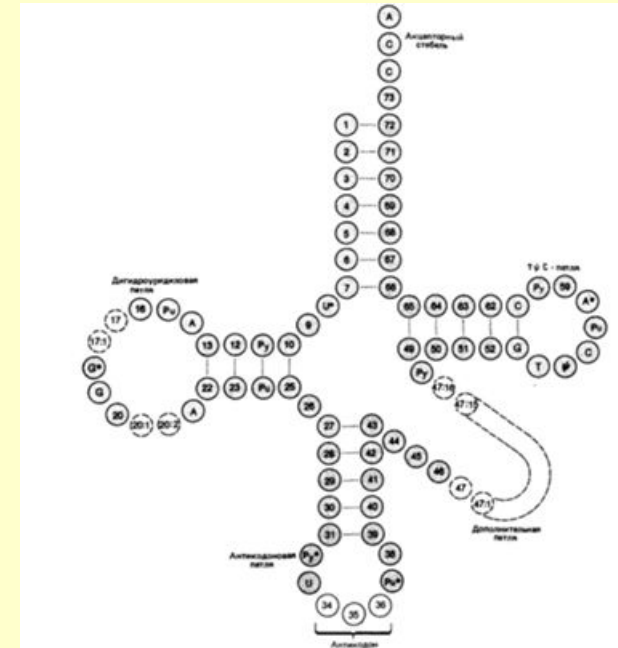
- количество ***A*** равно количеству ***T***,  
а количество ***G*** – количеству ***C*** ( $A = T, G = C$ ).
- количество ***пуриновых оснований*** равно количеству ***пиримидиновых*** ( $A + G = T + C$ ).

# Вторичная структура тРНК

**Форма листа клевера:** включает 60-95 рибонуклеотидных остатков, имеет 5 функциональных доменов и топологические элементы 2 типов – *шпильки* и *петли*.

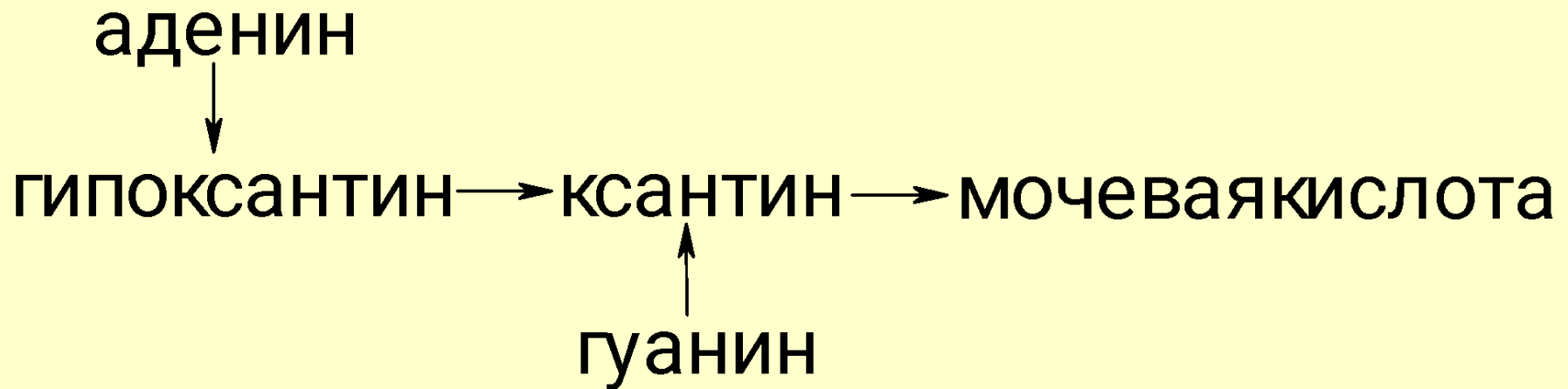
*Шпильки* образуются при образовании водородных связей между комплементарными азотистыми основаниями нуклеотидов ((A-U и G-C и др.).

РНК имеют в составе много модифицированных азотистых оснований (нуклеотидов) и не подчиняются правилам Чаргаффа.



# Метаболизм пуриновых соединений *in vivo*

Синтезируемые в организме и поступающие с пищей пуриновые основания в конечном итоге превращаются в мочевую кислоту:



# Мочевая кислота

- бесцветное кристаллическое вещество, плохо растворима в воде, выделяется из организма в составе мочи.

Образует двузамещенные соли:



При мочекаменной болезни и подагре мочевая кислота и ее соли – *ураты* образуют камни в мочевом пузыре, почках, откладываются в суставах, закупоривают протоки слюнных и слезных желез.

# Свободные нуклеотиды

*In vivo* выполняют роль коферментов

нуклеозидфосфаты

никотинамиднуклеотиды

Аденозинмонофосфат (АМФ)  
Аденозиндифосфат (АДФ)  
Аденозинтрифосфат (АТФ)  
Гуанозинтрифосфат (ГТФ)  
Уридинтрифосфат (УТФ)  
Цитидинтрифосфат (ЦТФ)

Никотинамидаденин-  
динуклеотид (НАД) и  
его фосфат (НАДФ)

Стр. 440, 286

Флавинаденин-  
динуклеотид (ФАД)

Стр. 444, 359

специальные нуклеотиды

Фосфоаденозилфосфосульфат ФАСФ,  
УДФ-глюкоза, ц-АМФ, ц-ГМФ

# Биологическая роль нуклеозидов и азотистых оснований

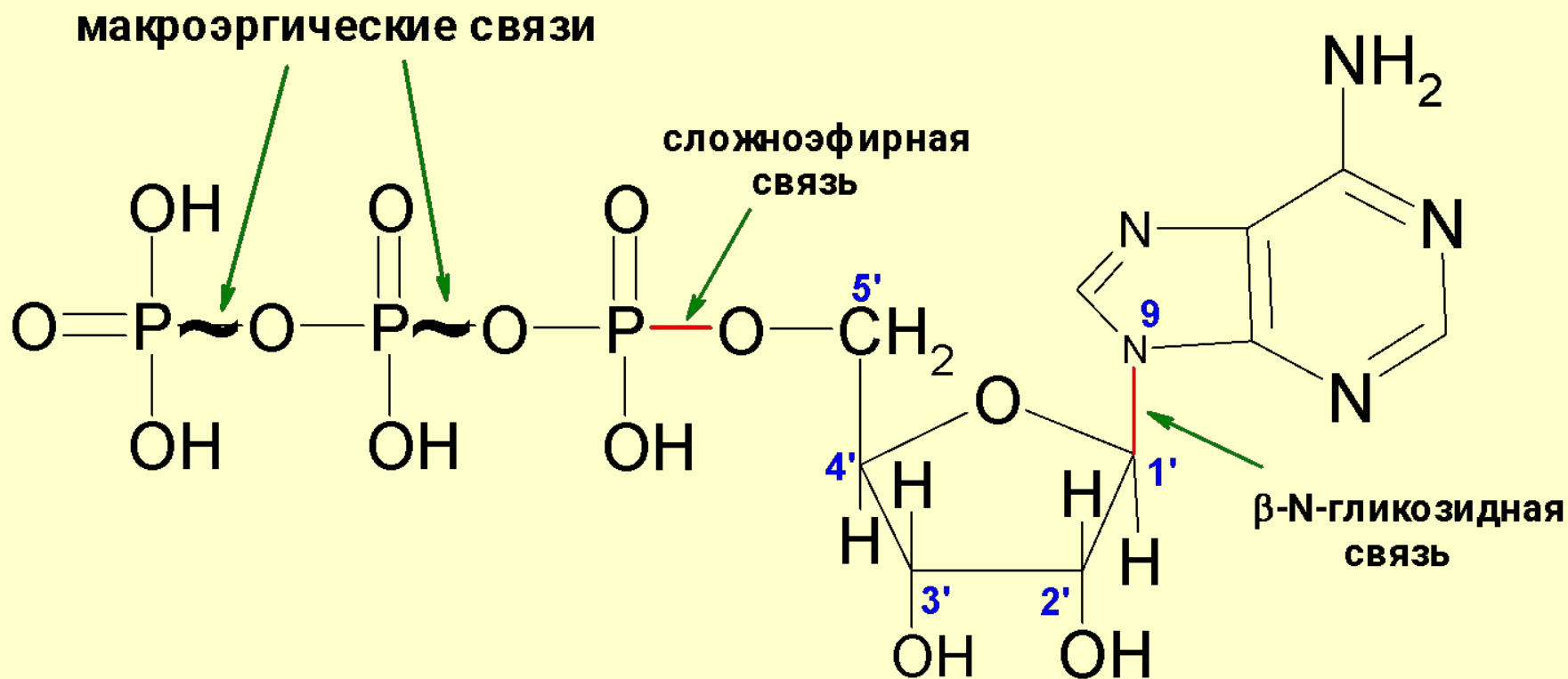
- Составляющие компоненты **нуклеотидов** и **НК**.
- Модифицированные синтетические и полусинтетические **азотистые основания** (5-фторурацил, 6-меркаптопурин и др.) и **нуклеозиды** (фторафур, 3'-азидотимидин, рибавирин и др.) – большая группа лекарственных препаратов (противоопухолевые, противовирусные, противогрибковые и антибактериальные средства).

# Биологическая роль свободных нуклетидов

- Нуклеозидтрифосфаты (АТФ, ГТФ, ЦТФ и др.) используются в биосинтезе **НК** и специальных нуклеотидов (УДФ-глюкоза, ФАФС).
- Используются для регуляции метаболических процессов, АМФ и АДФ стимулируют выработку энергии в клетках, ц-АМФ и ц-ГМФ передают гормональный сигнал в клетку.
- УДФ-глюкоза используется для синтеза гликогена, УДФ-глюкуроновой кислоты.
- УДФ-глюкуроновая кислота и ФАФС используются для детоксикации ксенобиотиков и в биосинтезе полисахаридов - **ГАГ** соединительной ткани.



# АТФ



аденозин-5' - трифосфат

Важнейшее макроэргическое соединение человеческого организма, используется для кратковременного запаса энергии (<1 мин.), скорость обмена ~ 50 кг/сут.

Образуется при ***тканевом дыхании*** (***окислительное фосфорилирование***) и при ***субстратном фосфорилировании***.

Используется для активации и биосинтеза метаболитов, биосинтеза ***НК*** и циклических нуклеотидов (цАМФ), для энергообеспечения физиологических процессов (секреция, клеточное деление и движение, мышечное сокращение и др.).