

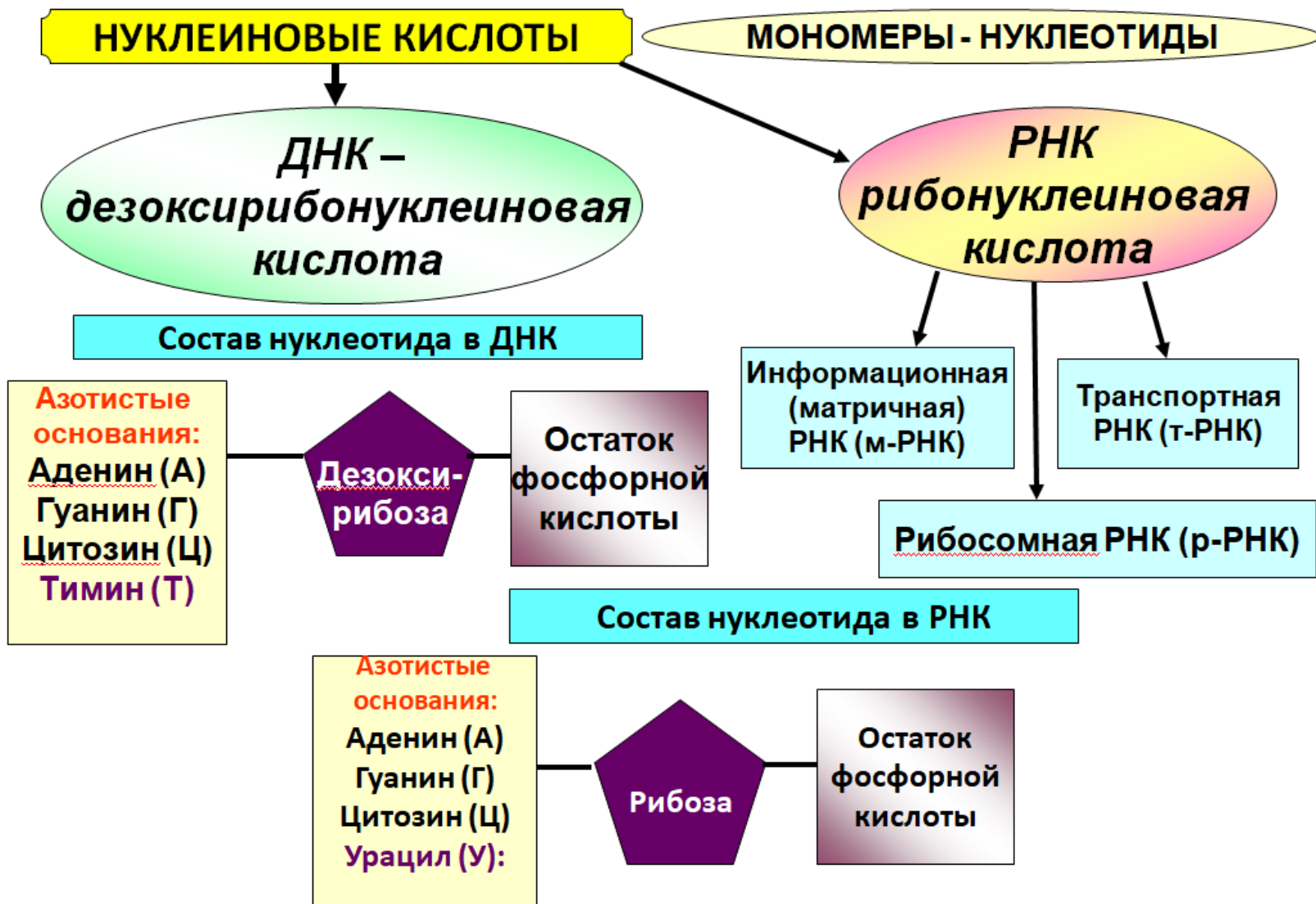
НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ

НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ

Нуклеиновые кислоты - полинуклеотиды, полимерные цепи которых состоят из мономерных единиц моонуклеотидов.

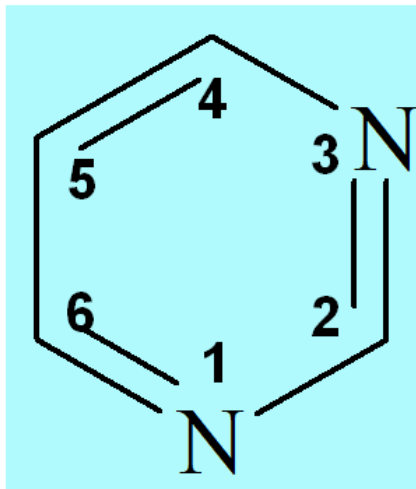
Нуклеиновые кислоты – это высокомолекулярные соединения, молекулярная масса которых составляет от 25 тыс. до 1 млн. ед.

НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ

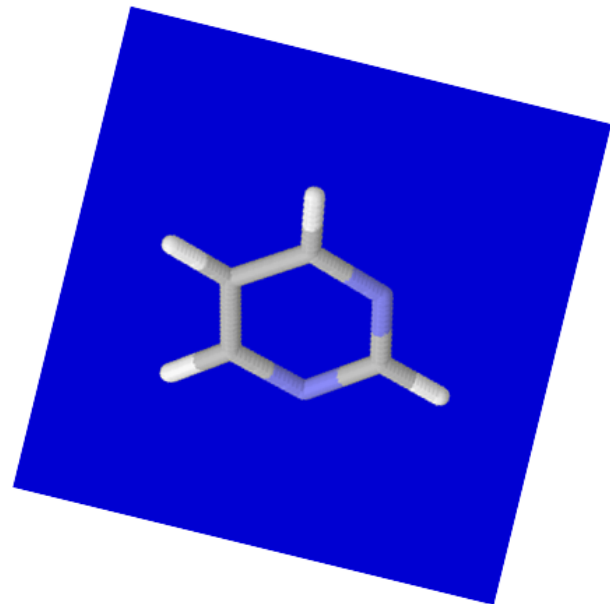


НУКЛЕИНОВЫЕ ОСНОВАНИЯ

Пиримидиновые основания



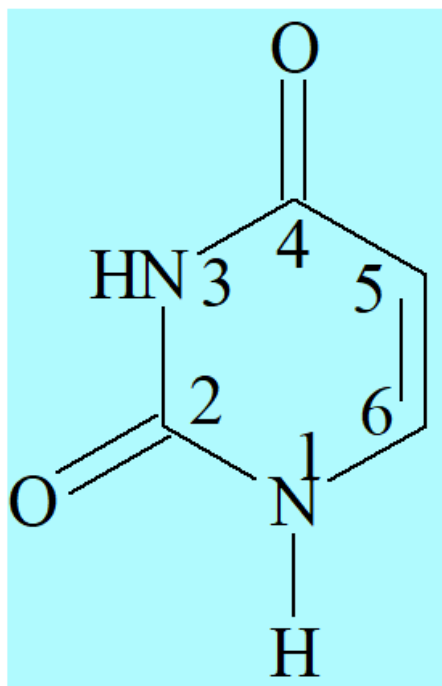
Пиримидин



НУКЛЕИНОВЫЕ ОСНОВАНИЯ

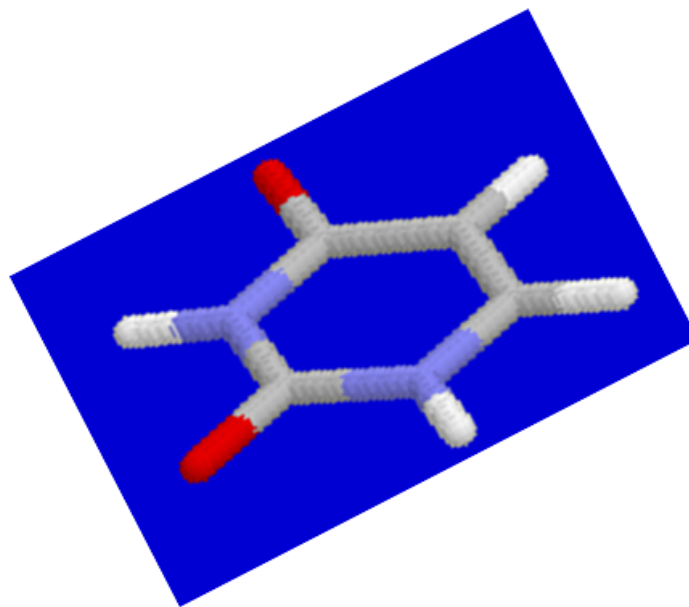
Пиримидиновые основания (в лактамной форме)

Азотистые основания входят в состав нуклеиновых кислот в лактамной форме.



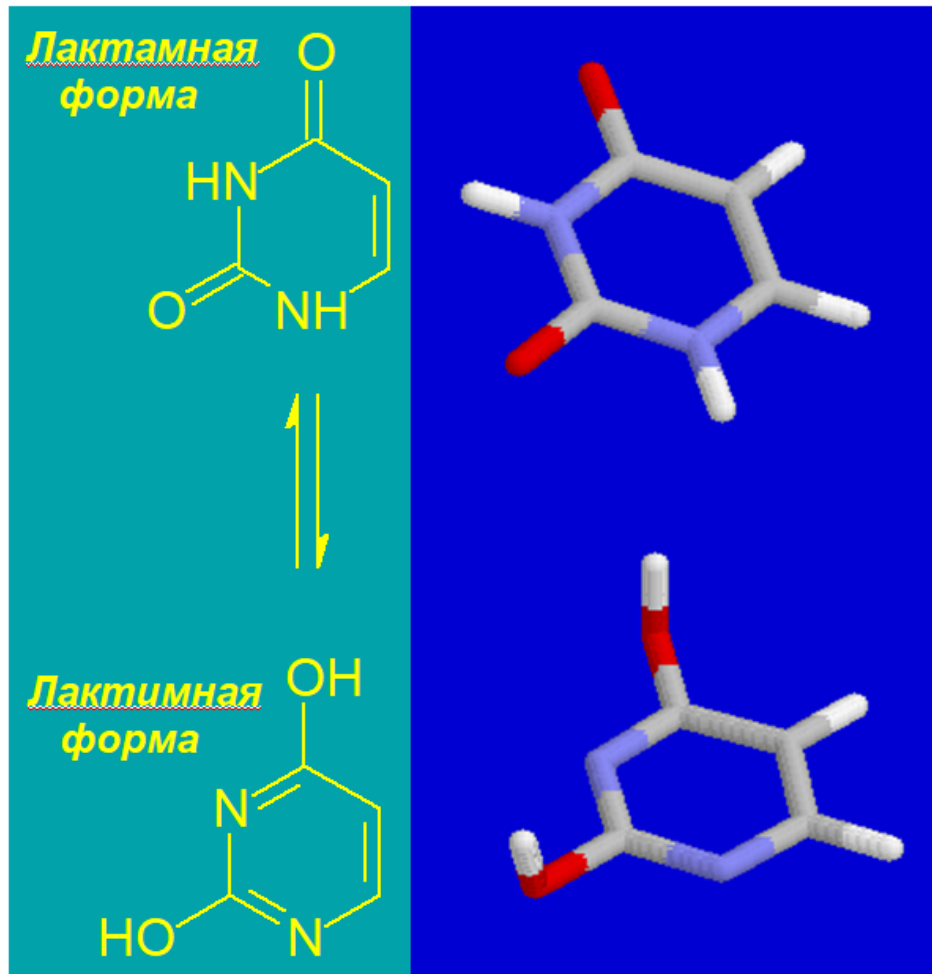
Урацил U

(2,4-диоксопиримидин)



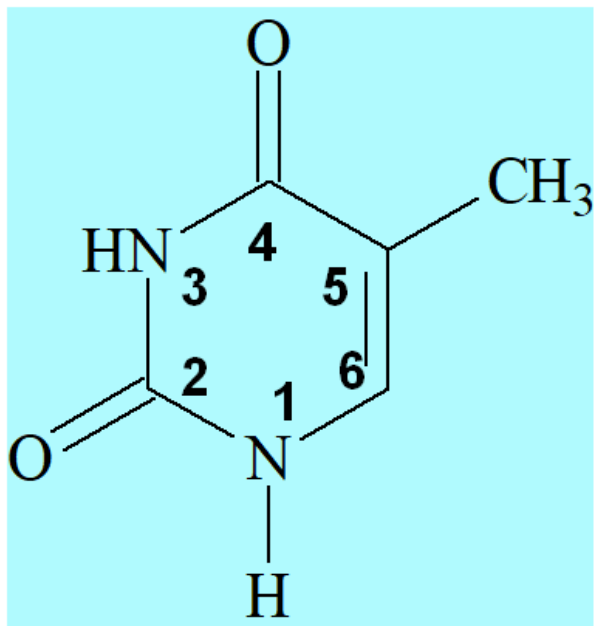
НУКЛЕИНОВЫЕ ОСНОВАНИЯ

Лактим-лактаминная таутомерия урацила



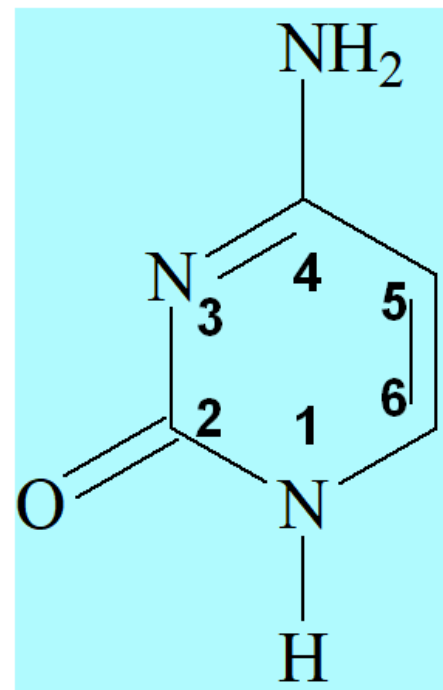
НУКЛЕИНОВЫЕ ОСНОВАНИЯ

Пиримидиновые основания (в лактамной форме)



Тимин Т

(5-метил-2,4-диоксопиримидин,
5-метилурацил)

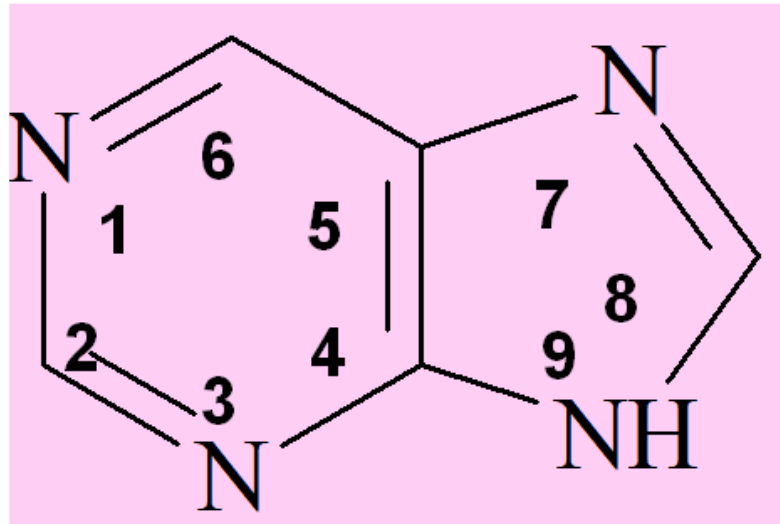
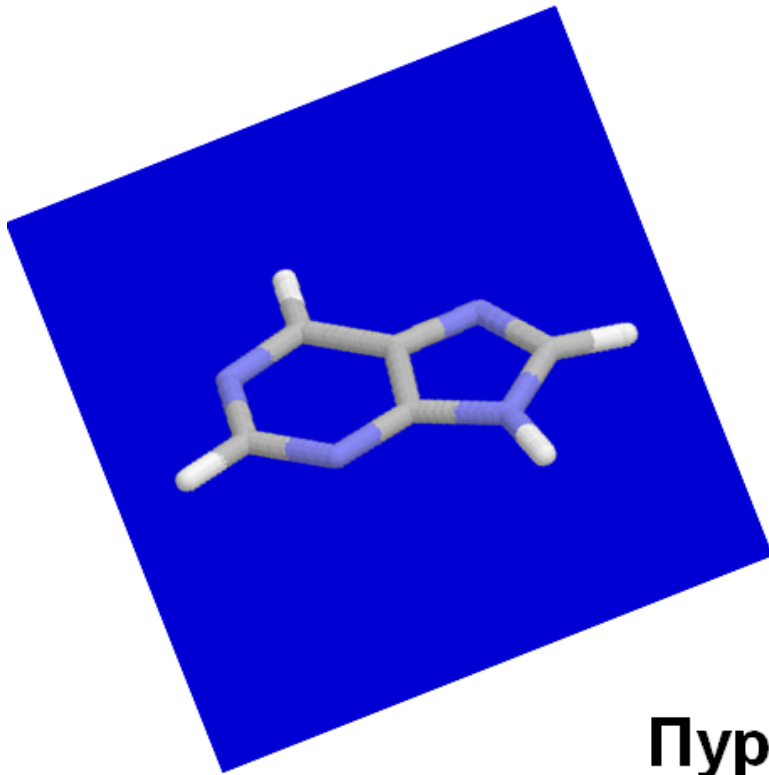


Цитозин С

(4-амино-2-оксопиримидин)

НУКЛЕИНОВЫЕ ОСНОВАНИЯ

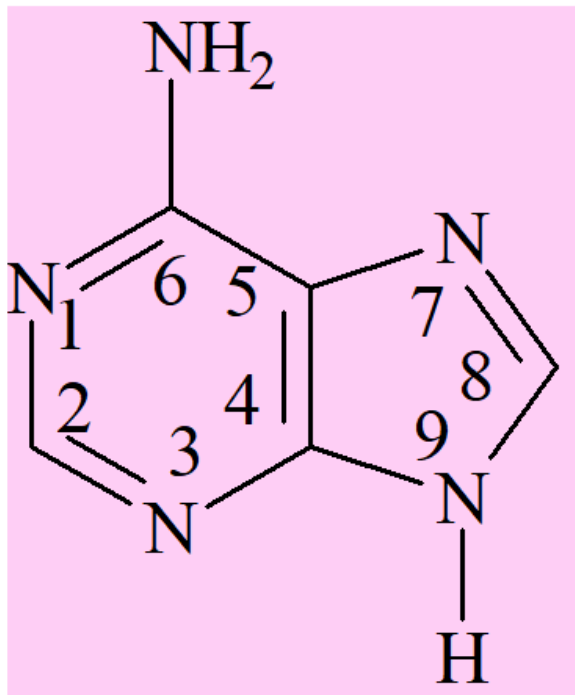
Пуриновые основания



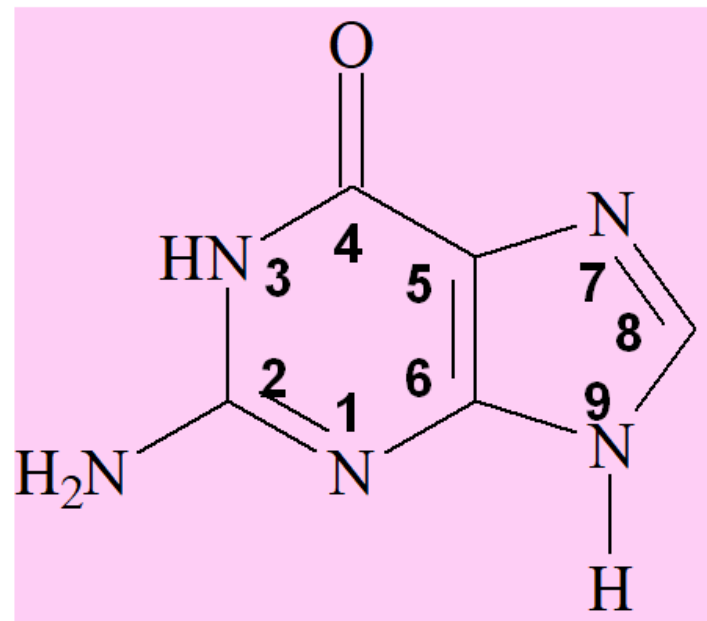
Пурин

НУКЛЕИНОВЫЕ ОСНОВАНИЯ

Пуриновые основания (в лактамной форме)



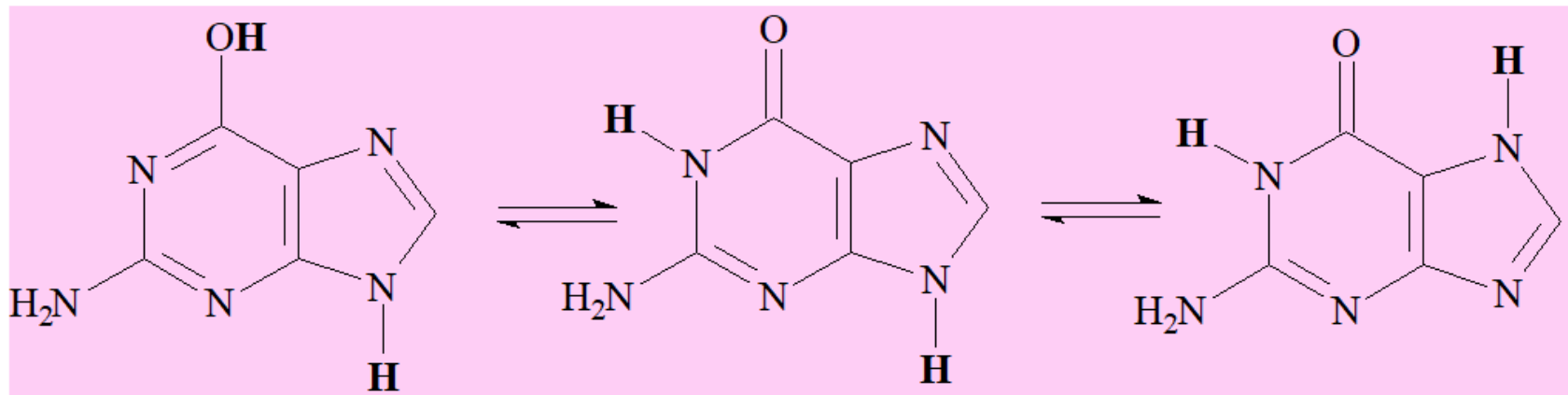
Аденин А
(6-аминпурин)



Гуанин G
(2-амино-6-оксопурин)

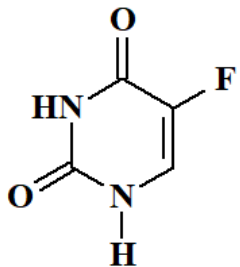
НУКЛЕИНОВЫЕ ОСНОВАНИЯ

Лактим-лактамная и прототропная таутомерия гуанина

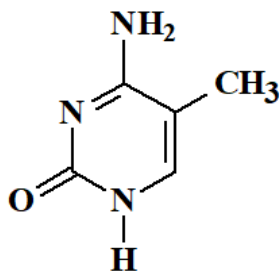


НУКЛЕИНОВЫЕ ОСНОВАНИЯ

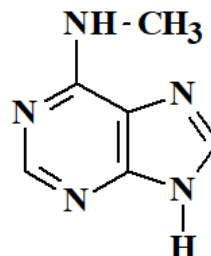
Минорные нуклеиновые основания:



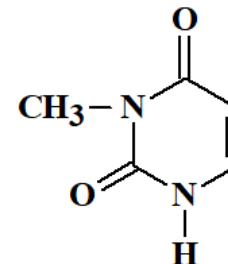
Фторурацил –
ингибитор
тимидинкиназы
(противоопухолев
ое действие)



5-метилцитозин



6-метиламинопурин



1-N-метилурацил

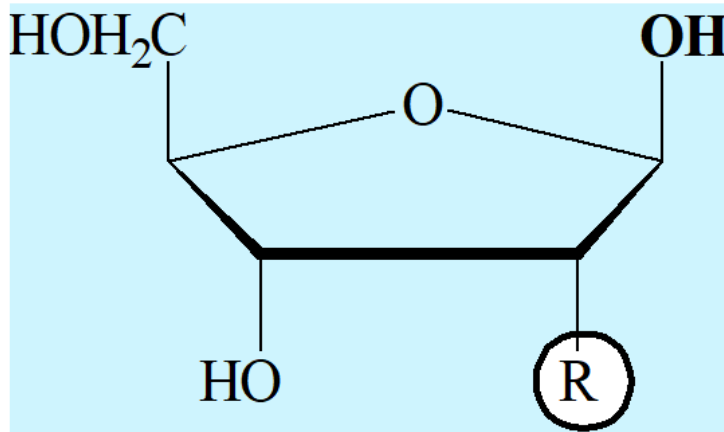
только для тРНК список минорных оснований приближается к **50**. На долю минорных оснований приходится до **10%** всех нуклеотидов тРНК, что имеет, очевидно, важный физиологический смысл (**защита** молекулы РНК от действия гидролитических ферментов).

УГЛЕВОДНЫЙ КОМПОНЕНТ

РНК

ДНК

β-D-рибофураноза **β-D-дезоксирiboфураноза**

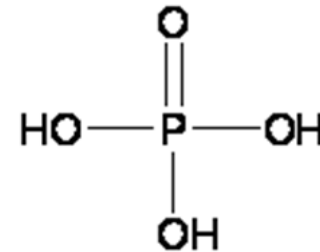


R=OH β,D-рибофураноза

**R=H β,D-дезоксирiboфураноза
(2-дезокси-β,D-рибофураноза)**

**Остаток фосфорной
кислоты**

Фосфорная кислота H_3PO_4



НУКЛЕОЗИДЫ

Нуклеозиды – это N-гликозиды, образованные азотистым основанием и пентозой.

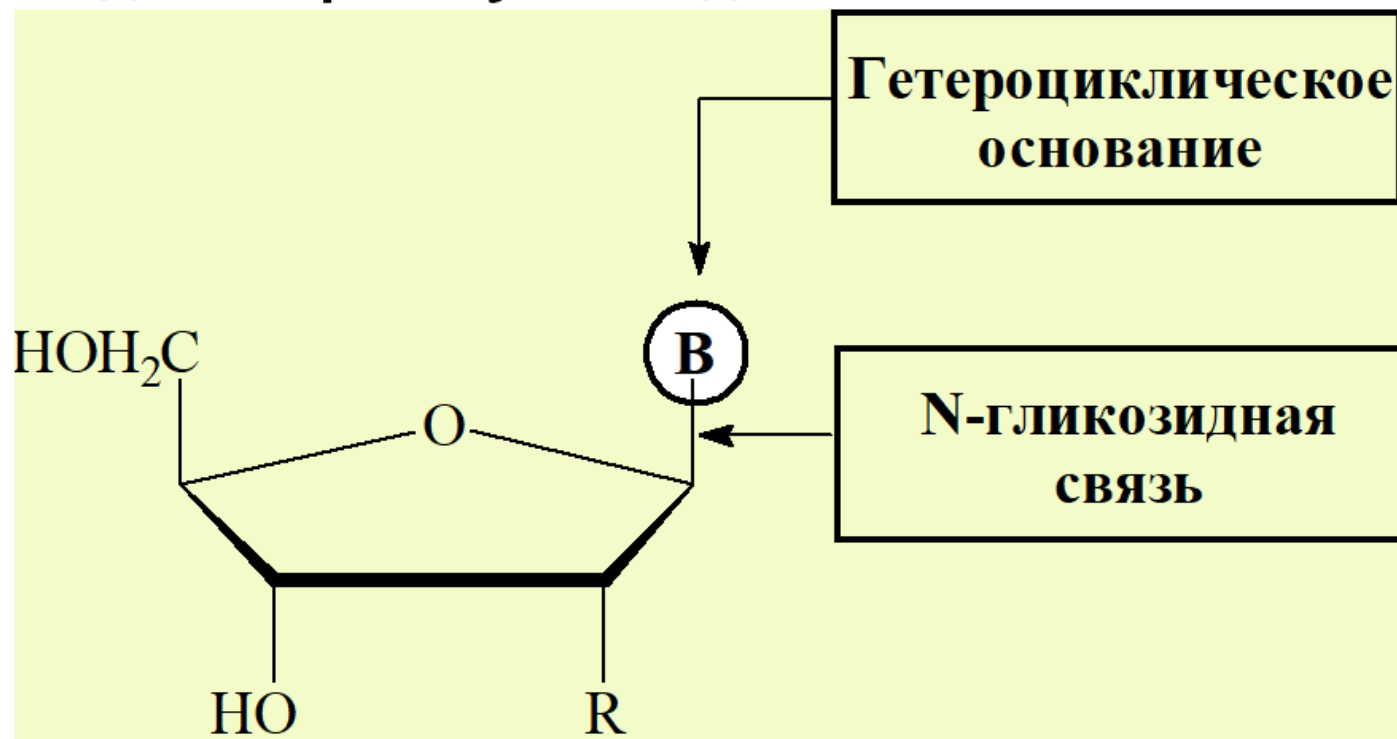
Азотистое основание присоединяется к углеводному компоненту вместо полуацетального гидроксила через атом азота в положении **1** для **пиримидинов** и **9** для **пуринов**, образуя N-гликозидную связь.

НУКЛЕОЗИДЫ

Общая структура нуклеозида

$R=OH$ Рибонуклеозид

$R=H$ Дезоксирибонуклеозид



НУКЛЕОЗИДЫ

Номенклатура нуклеозидов

Название нуклеозида производится от тривиального названия соответствующего азотистого основания с суффиксами –идин у пиримидиновых и –озин у пуриновых нуклеозидов. В названиях нуклеозидов ДНК используется приставка «дезокси».

<u>Цитозин</u>	+	Рибоза	=	<u>Цитидин</u>
<u>Цитозин</u>	+	<u>Дезоксирибоза</u>	=	<u>Дезокситидин</u>
<u>Аденин</u>	+	Рибоза	=	<u>Аденозин</u>
<u>Аденин</u>	+	<u>Дезоксирибоза</u>	=	<u>Дезоксиаденозин</u>

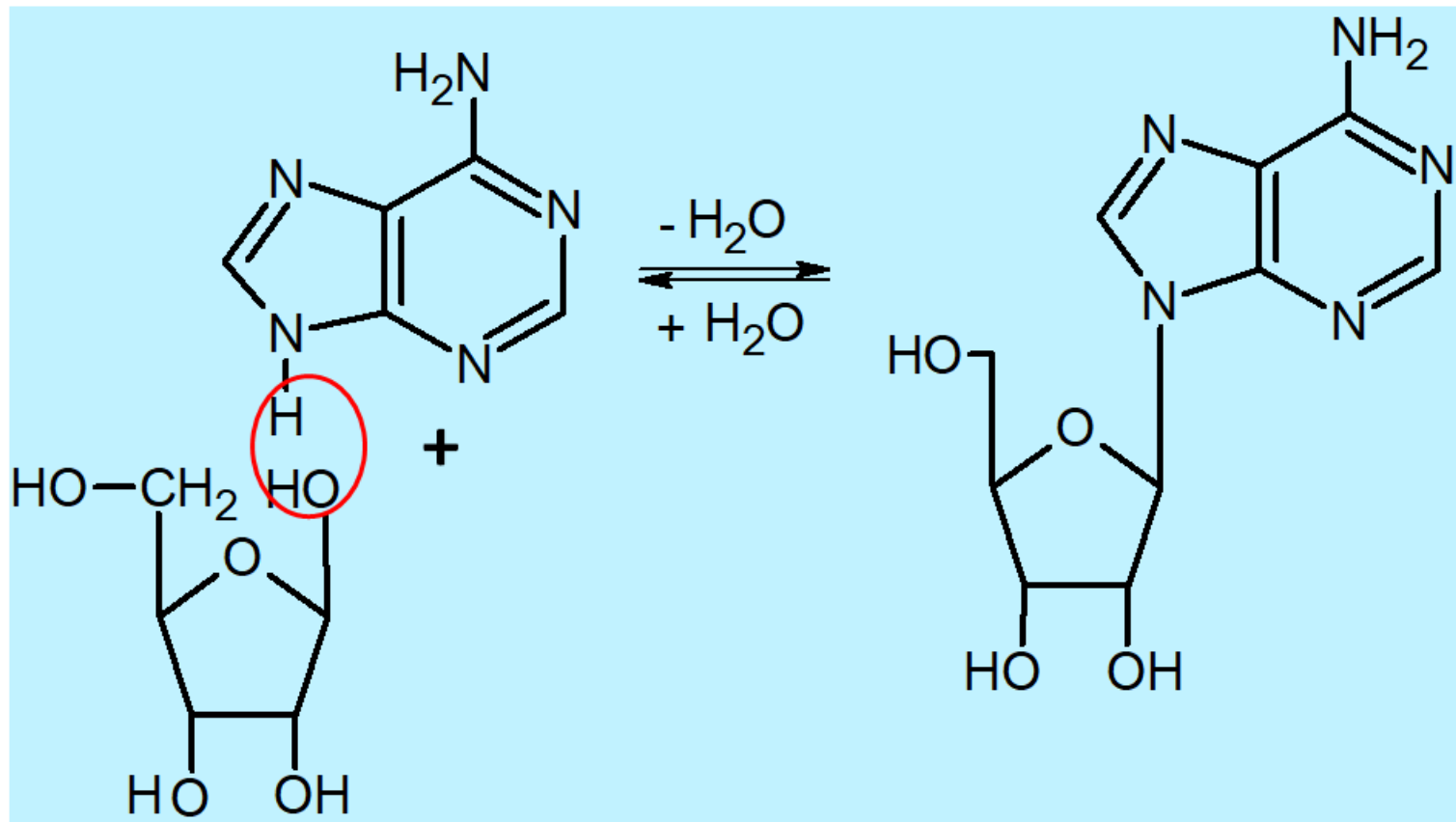
НУКЛЕОЗИДЫ

Азотистые основания и соответствующие им нуклеозиды

Азотистые основания	Рибоза	<u>Дезоксирибоза</u>
<u>Аденин</u>	<u>Аденозин (А)</u>	<u>Дезоксиаденозин (дА)</u>
Гуанин	<u>Гуанозин (Г)</u>	<u>Дезоксигуанозин (дГ)</u>
<u>Цитозин</u>	<u>Цитидин (Ц)</u>	<u>Дезоксицитидин (дЦ)</u>
Урацил	<u>Уридин (У)</u>	<u>Дезоксиуридин (У)</u>
Тимин	<u>Риботимидин (Т)</u>	<u>Тимидин (дТ)</u>

НУКЛЕОЗИДЫ

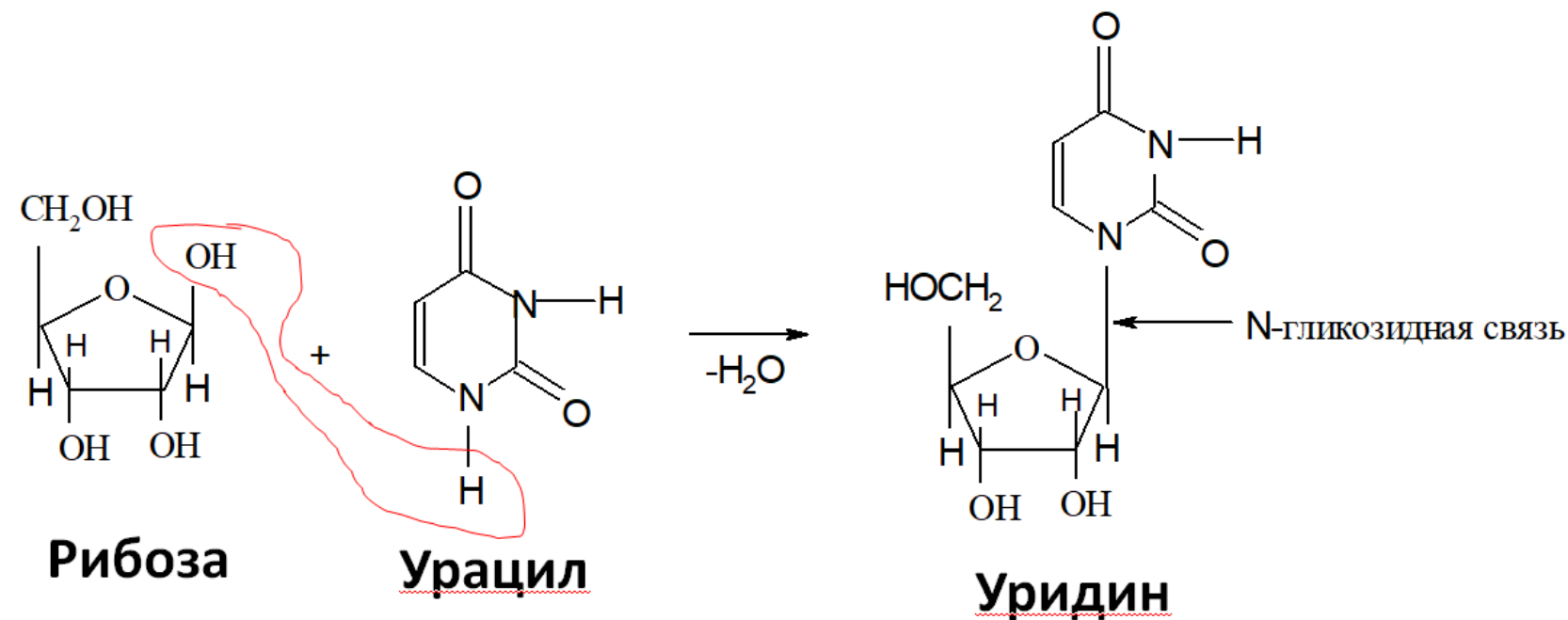
Образование аденозина



Аденин + Рибоза = Аден**о**зин

НУКЛЕОЗИДЫ

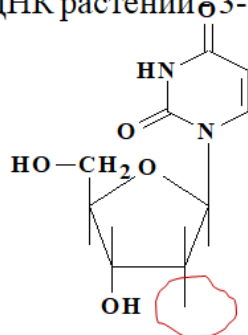
Образование уридина



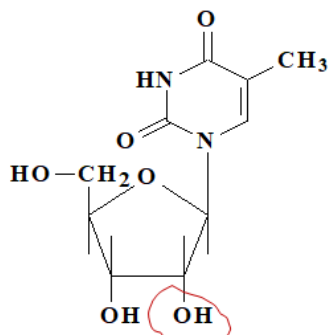
НУКЛЕОЗИДЫ

РЕДКИЕ И МИНОРНЫЕ НУКЛЕОЗИДЫ

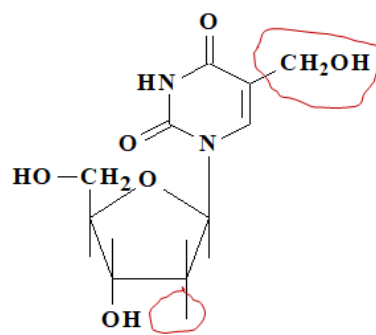
Минорные нуклеозиды - пуриновые и пиримидиновые нуклеозиды, входящие в молекулы природные нуклеиновых кислот в относительно небольших количествах (тРНК - 20-25%, рРНК - 1-2%, ДНК позвоночных - 1-2%, ДНК растений 3-8%).



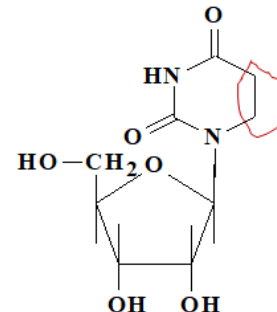
дезоксиуридин



риботимилин



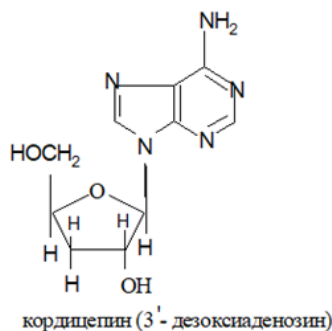
5-гидроксиметил-
дезоксиуридин (фаги)



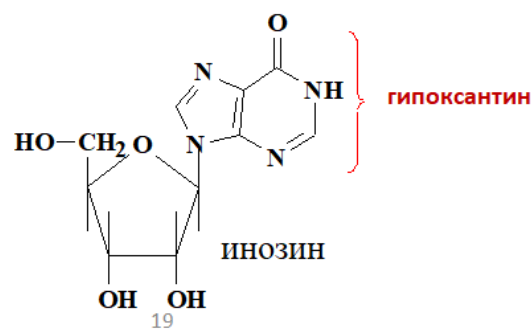
дигидроуридин



псевдоуридин



кордицепин (3'-дезоксаденозин)



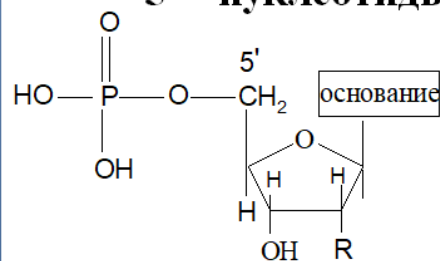
ИНОЗИН

НУКЛЕОТИДЫ

Нуклеотиды – это сложные эфиры нуклеозидов и фосфорной кислоты.

Нуклеотиды являются мономерами нуклеиновых кислот.

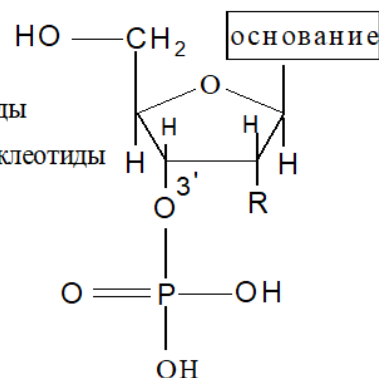
5' – нуклеотиды:



R = OH - рибонуклеотиды

R = H - дезоксирибонуклеотиды

3' – нуклеотиды:



R = OH - рибонуклеотиды

R = H - дезоксирибонуклеотиды

НУКЛЕОТИДЫ

Мононуклеотид имеет 2 названия:

➤ как монофосфат нуклеозида:

цитидин-5'-фосфат (ЦМФ)

➤ как кислота: 5'-цитидиловая кислота

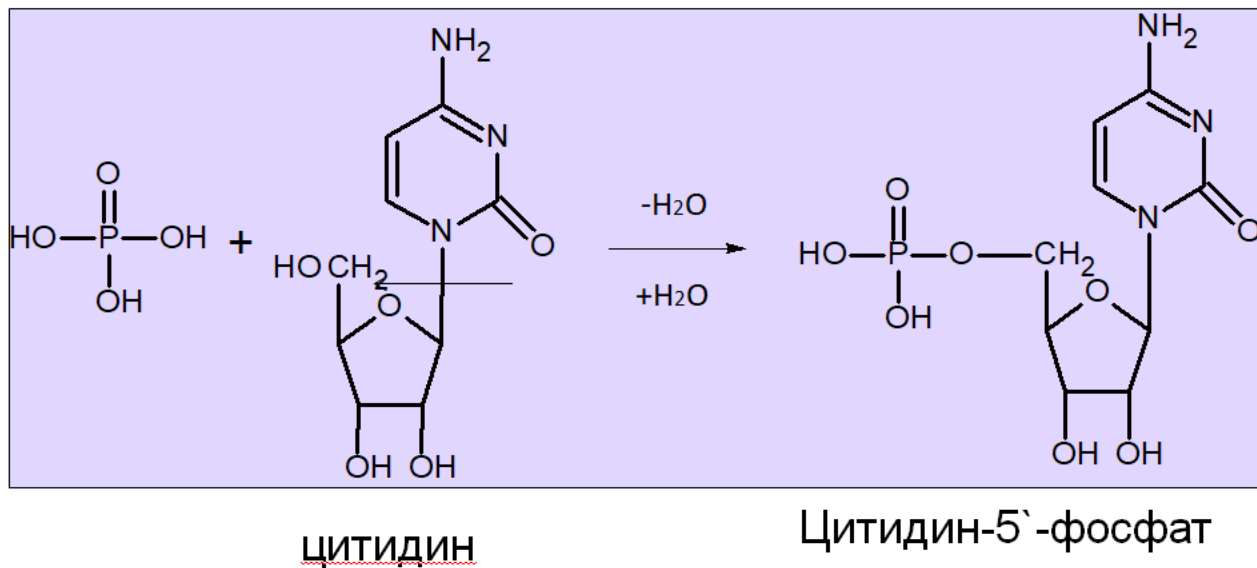
НУКЛЕОТИДЫ

Названия важнейших нуклеотидов, входящих в состав нуклеиновых кислот

№№ п/п	Название нуклеотидов		Сокращенное
	Как фосфатов	Как кислот	
РНК			
1	Аденозин-5'-фосфат	5'-Адениловая	АМФ
2	Гуанозин-5'-фосфат	5'-Гуаниловая	ГМФ
3	Цитидин-5'-фосфат	5'-Цитидиловая	ЦМФ
4	Уридин-5'-фосфат	5'-Уридиловая	УМФ
ДНК			
1	Дезоксиаденозин-5'-фосфат	5'-Дезоксиадениловая	дАМФ
2	Дезоксигуанозин-5'-фосфат	5'-Дезоксигуаниловая	дГМФ
3	Дезоксицитидин-5'-фосфат	5'-Дезоксицитидиловая	дЦМФ
4	Тимидин-5'-фосфат	5'-Тимилиловая	ТМФ

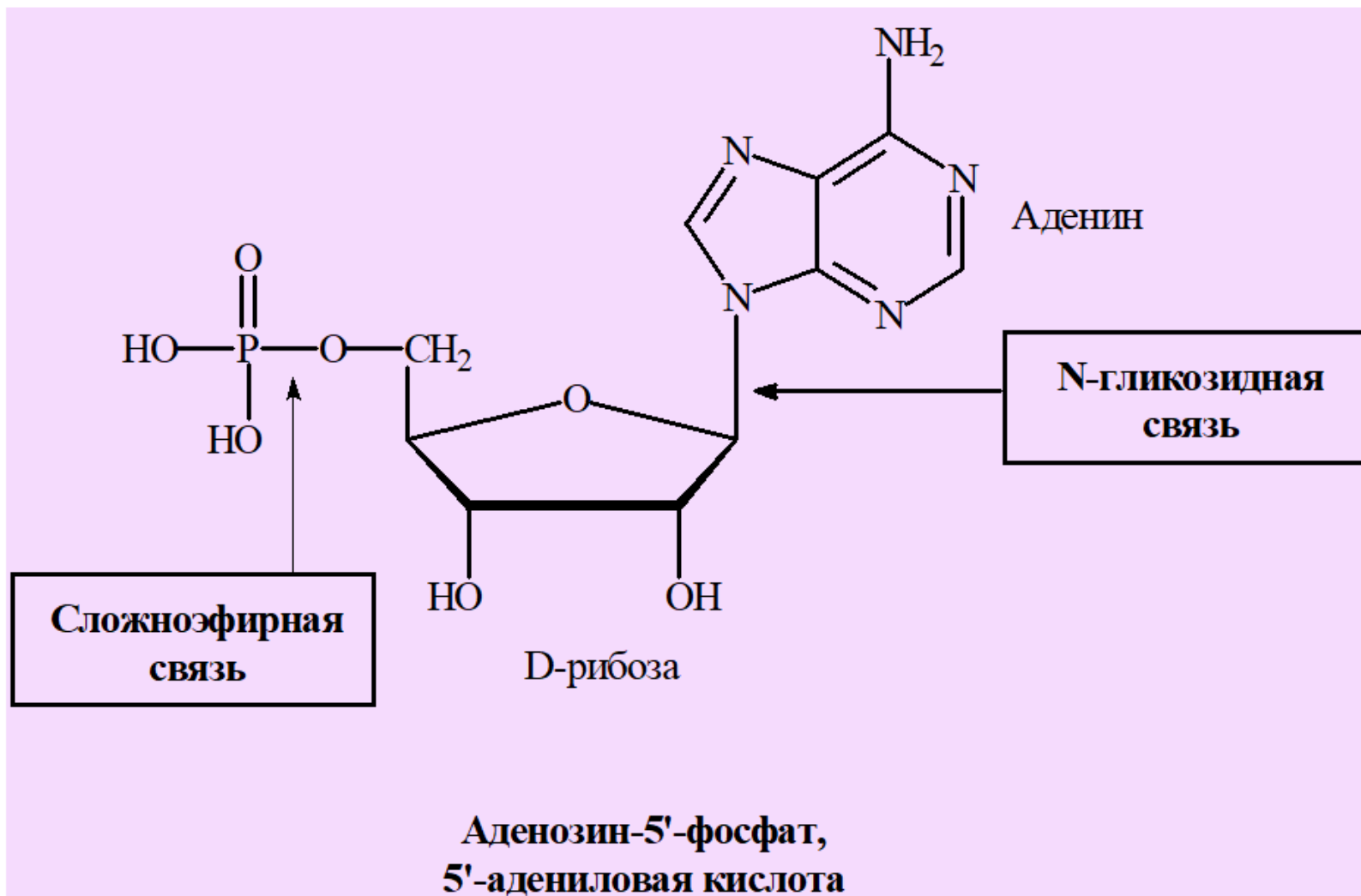
НУКЛЕОТИДЫ

Нуклеотид из нуклеозида цитидина и фосфорной кислоты

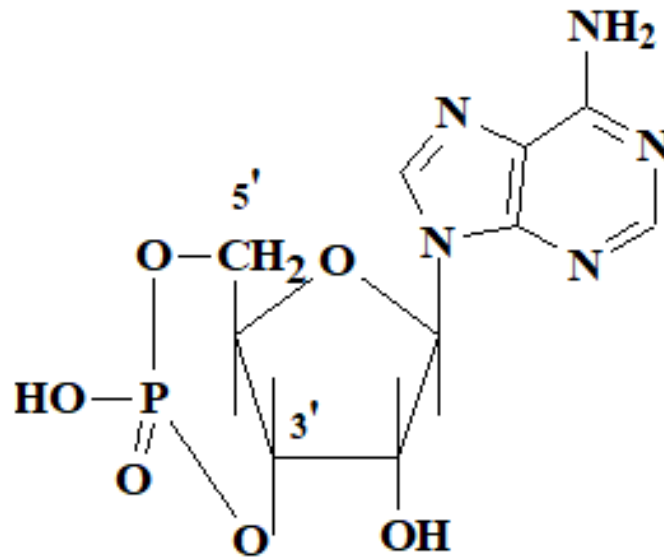


Нуклеотиды являются достаточно сильными кислотами, при физиологических значениях pH фосфатная группа ионизирована.

НУКЛЕОТИДЫ



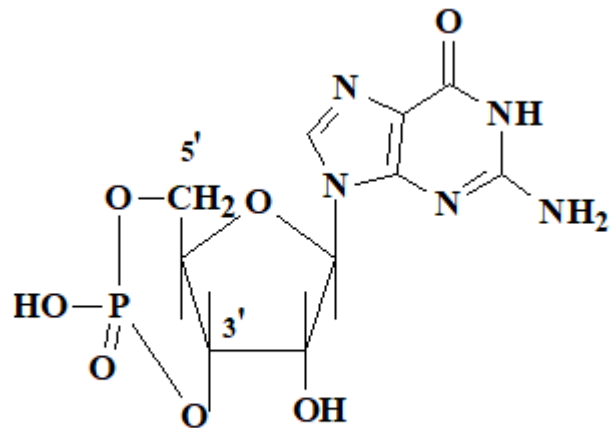
ЦИКЛИЧЕСКИЕ НУКЛЕОТИДЫ



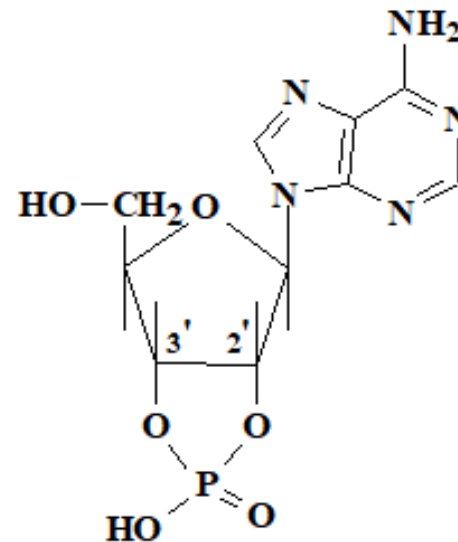
Аденозин – 3', 5' – циклофосфат
3', 5' – цАМФ (цАМФ)

цАМФ - выполняет в организме роль вторичного посредника, необходим для внутриклеточного распространения сигналов некоторых гормонов (например, глюкагона или адреналина), которые не могут проходить через клеточную мембрану.

ЦИКЛИЧЕСКИЕ НУКЛЕОТИДЫ

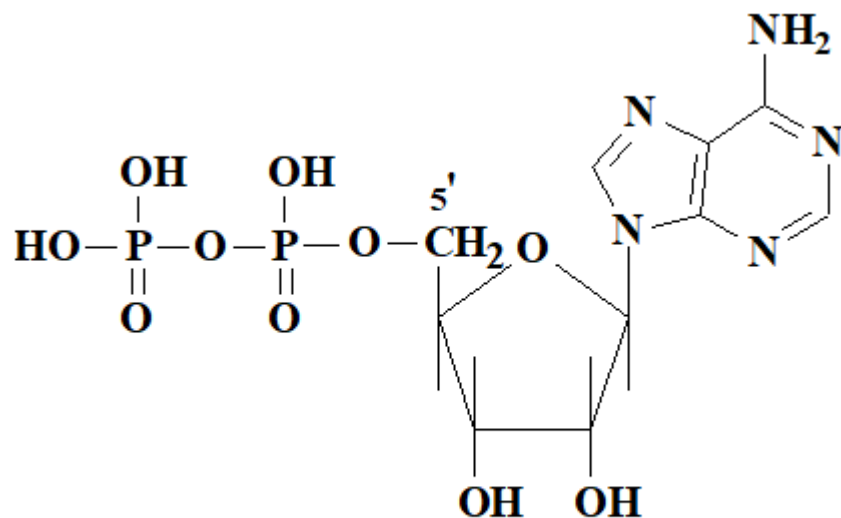


Гуанозин – 3', 5' – циклофосфат (цГМФ)

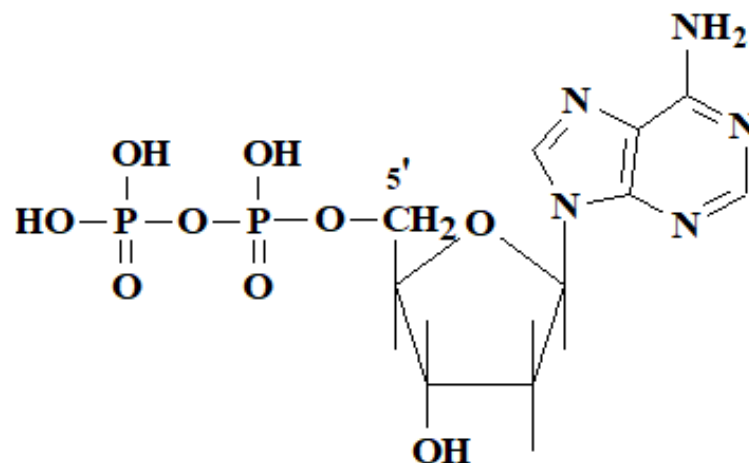


Аденозин – 2', 3' - циклофосфат

НУКЛЕОТИДДИФОСФАТЫ

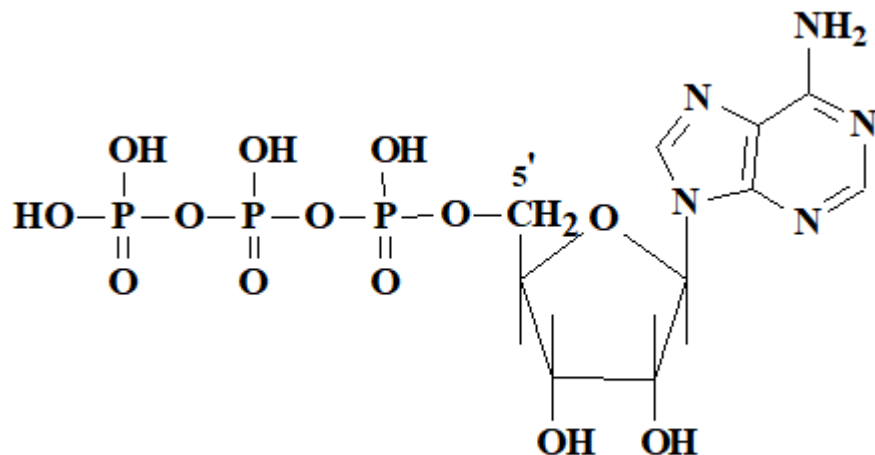


Аденозиндифосфат (АДФ)

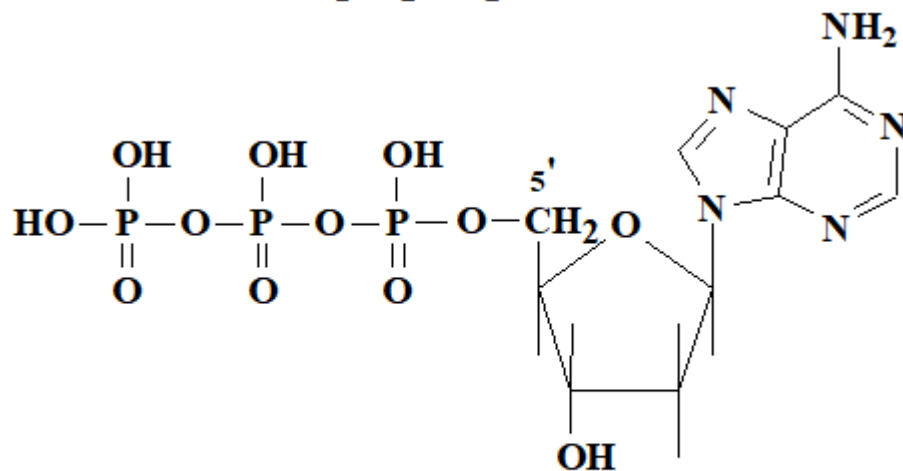


Дезоксиаденозиндифосфат

НУКЛЕОТИДТРИФОСФАТЫ

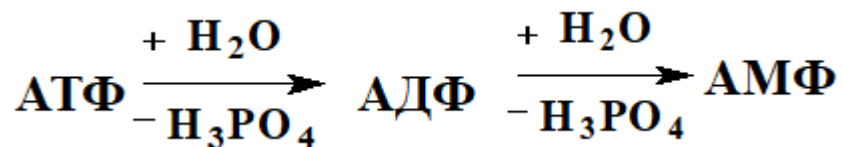
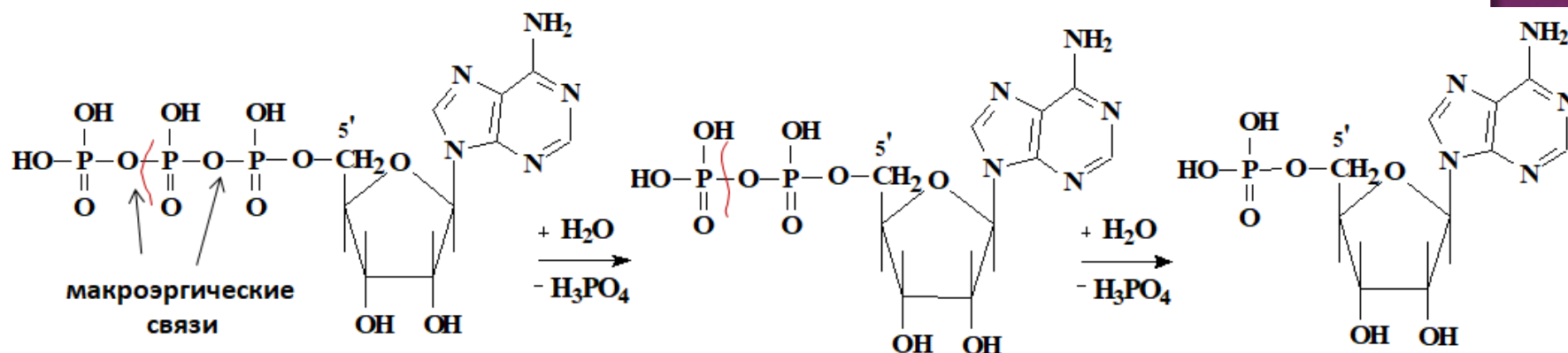


Аденозинтрифосфат (АТФ)



Дезоксиаденозинтрифосфат

ГИДРОЛИЗ АТФ

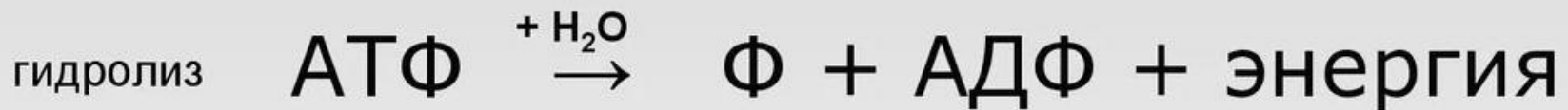


ГИДРОЛИЗ АТФ

- ⊙ Нуклеотидный кофермент аденозинтрифосфат [АТФ (АТР)] является наиболее важной формой сохранения химической энергии в клетках. Расщепление АТФ — высоко экзоэргическая реакция. Химическая энергия гидролиза АТФ может использоваться для сопряжения с эндоэргическими процессами, такими, как биосинтез, движение и транспорт.

ГИДРОЛИЗ АТФ

Как извлекается энергия из АТФ



7.3 ккал / моль

1 ккал = 4.3 кДж

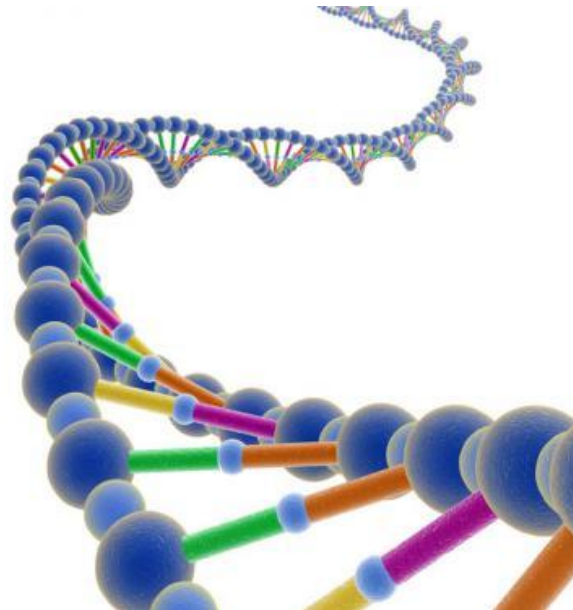
НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ

ДНК

Структура ДНК расшифрована Д.Д. Уотсоном и Ф.Х.К. Криком(1953г).

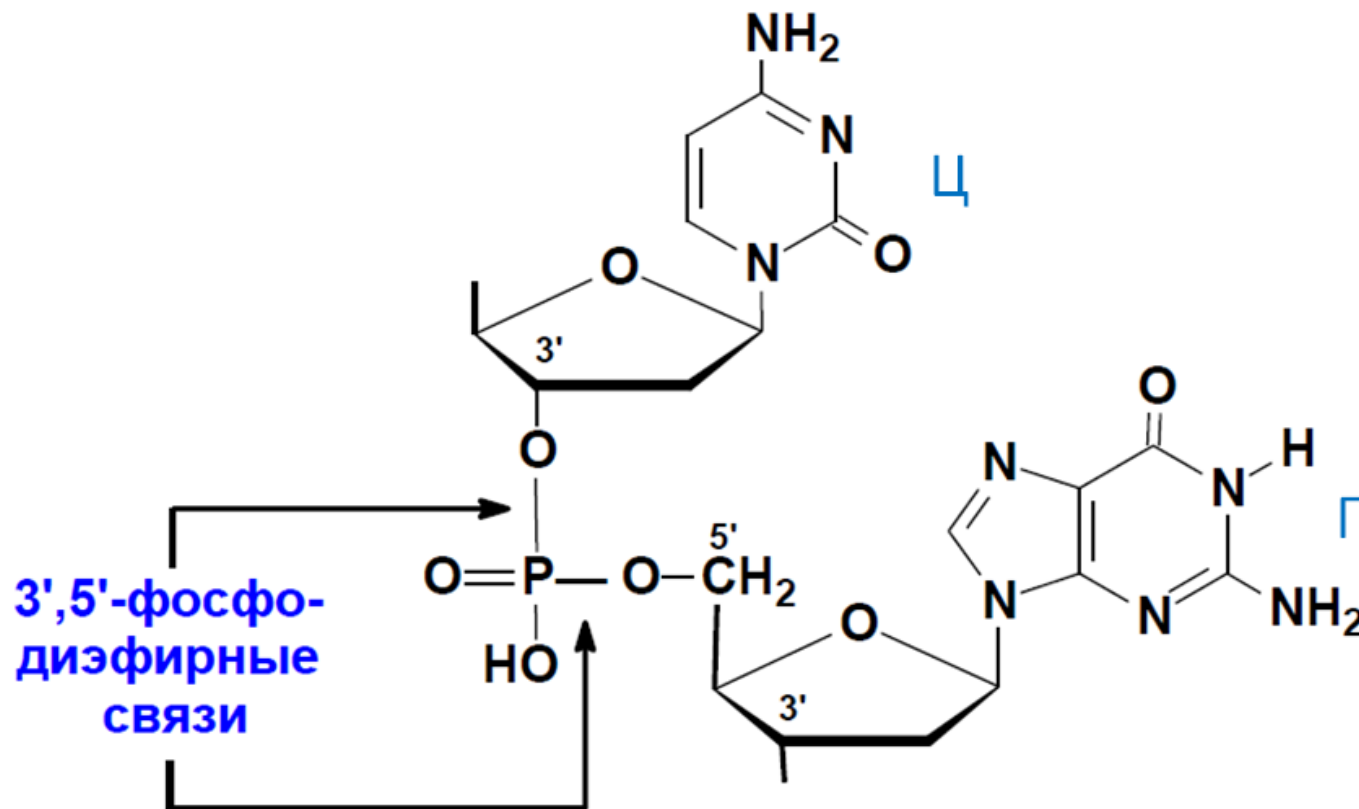
ДНК включает несколько уровней структурной организации.

1) Первичная структура - последовательность нуклеотидных звеньев, соединенных с помощью (3'-5')-фосфодиэфирных связей.

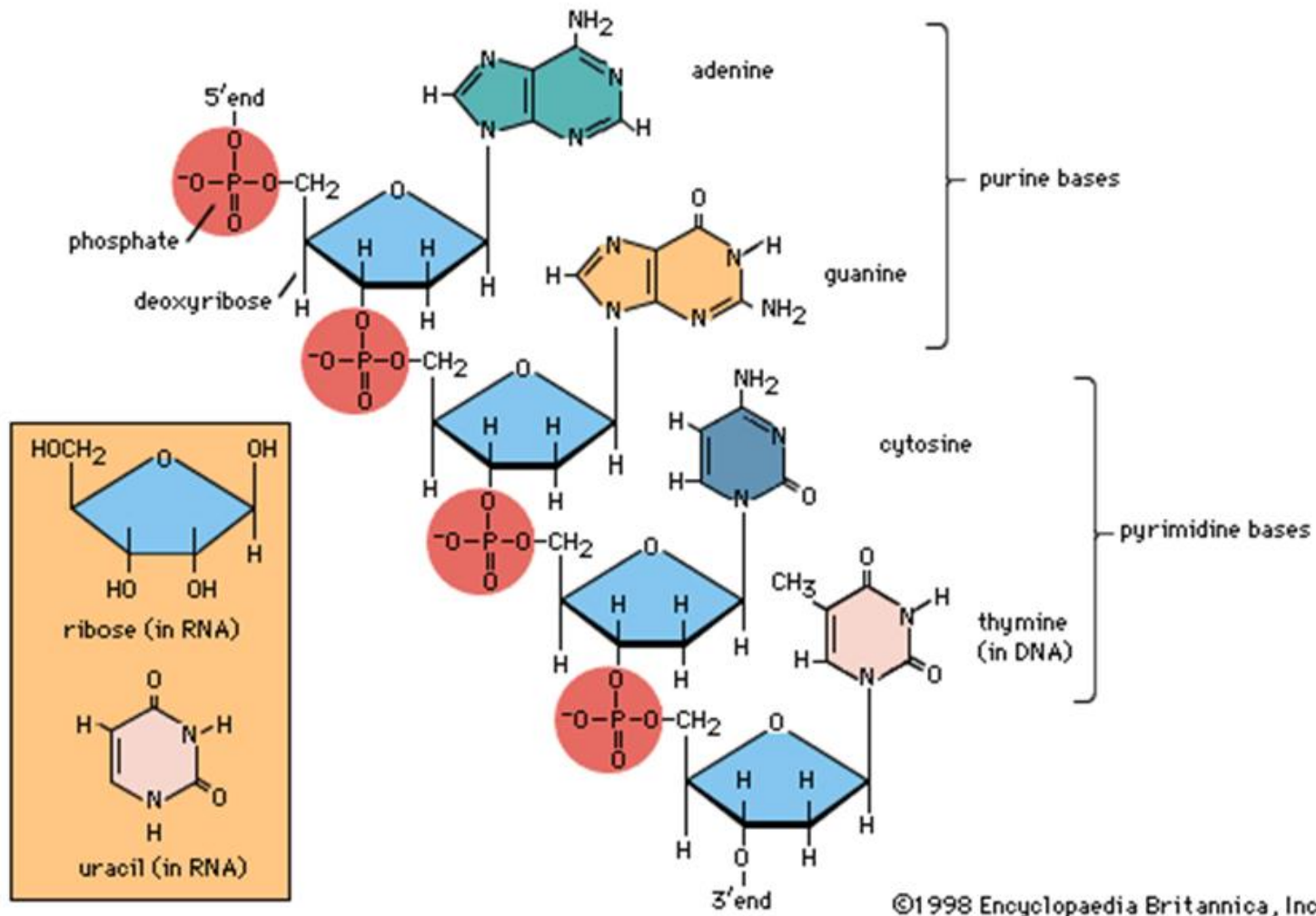


НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ

Соединим дезоксиадениловую и дезоксицитидиловую кислоты:



НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ

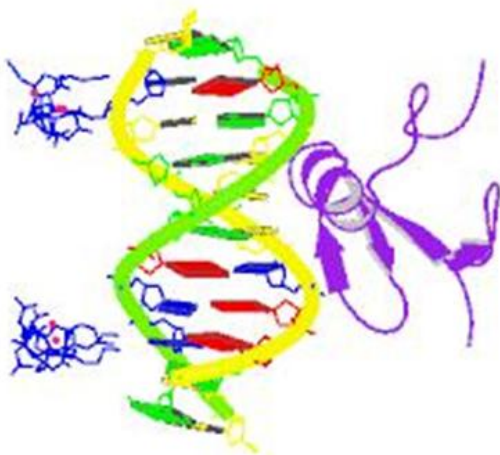
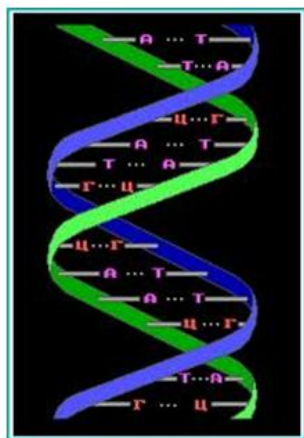


НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ

2) Вторичная структура ДНК – это пространственное расположение полинуклеотидных цепей в молекуле.

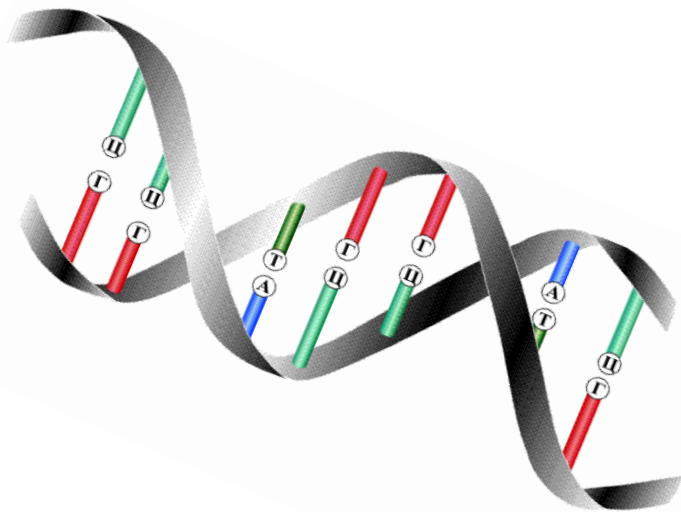
Молекула ДНК состоит из двух антипараллельных правозакрученных полинуклеотидных цепей.

Пуриновые и пиримидиновые основания направлены внутрь спирали.



НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ

Двойная спираль стабилизируется за счет водородных связей, образующихся между парами комплементарных азотистых оснований.



Двойная спираль
стабилизируется за счет
водородных связей,
образующихся между парами
комплементарных азотистых
оснований.

Комплементарные структуры подходят друг к другу как «ключ с замком».

НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ

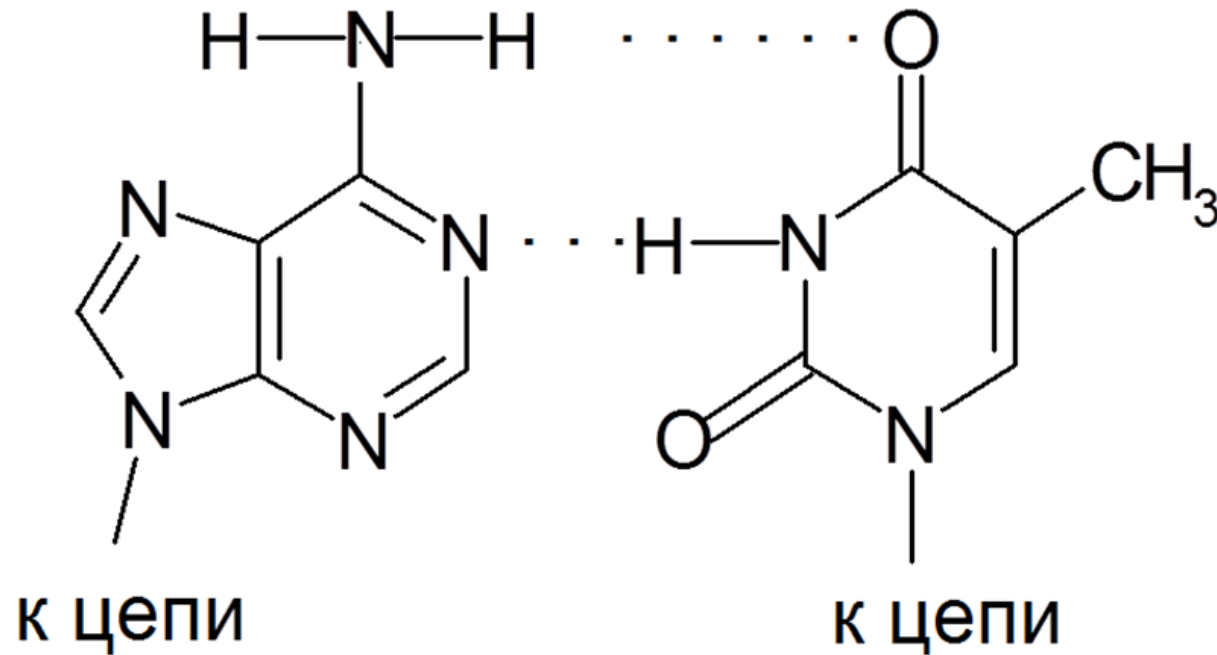
Правила Чаргаффа

- 1) количество пуриновых оснований равно количеству пиримидиновых оснований;
- 2) количество аденина равно количеству тимина;
количество гуанина равно количеству цитозина;
- 3) количество оснований, содержащих аминогруппу в положениях 4 пиримидинового и 6 пуринового ядер, равно количеству оснований, содержащих в этих же положениях оксогруппу. Это означает, что сумма аденина и цитозина равна сумме гуанина и тимина.

$$(A+T)+(G+C)=100\%$$

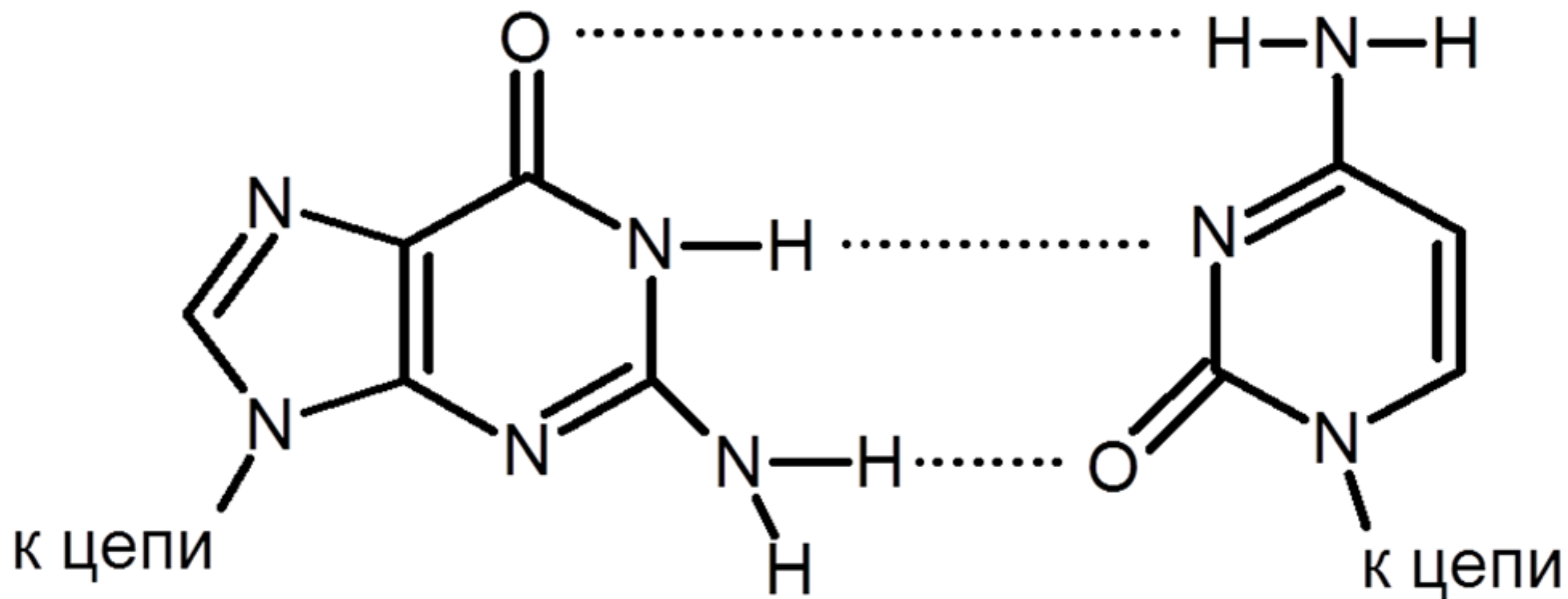
НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ

Между аденином и тиминном возникают две водородные связи:



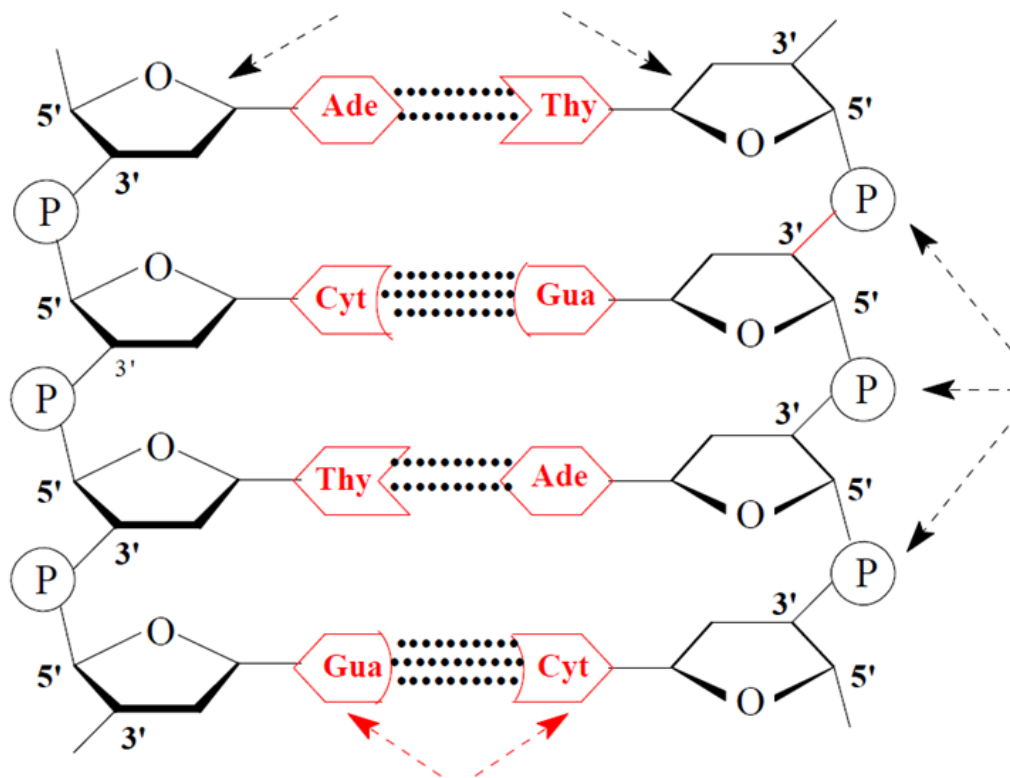
НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ

Между **гуанином** и **цитозином** – три водородные связи.

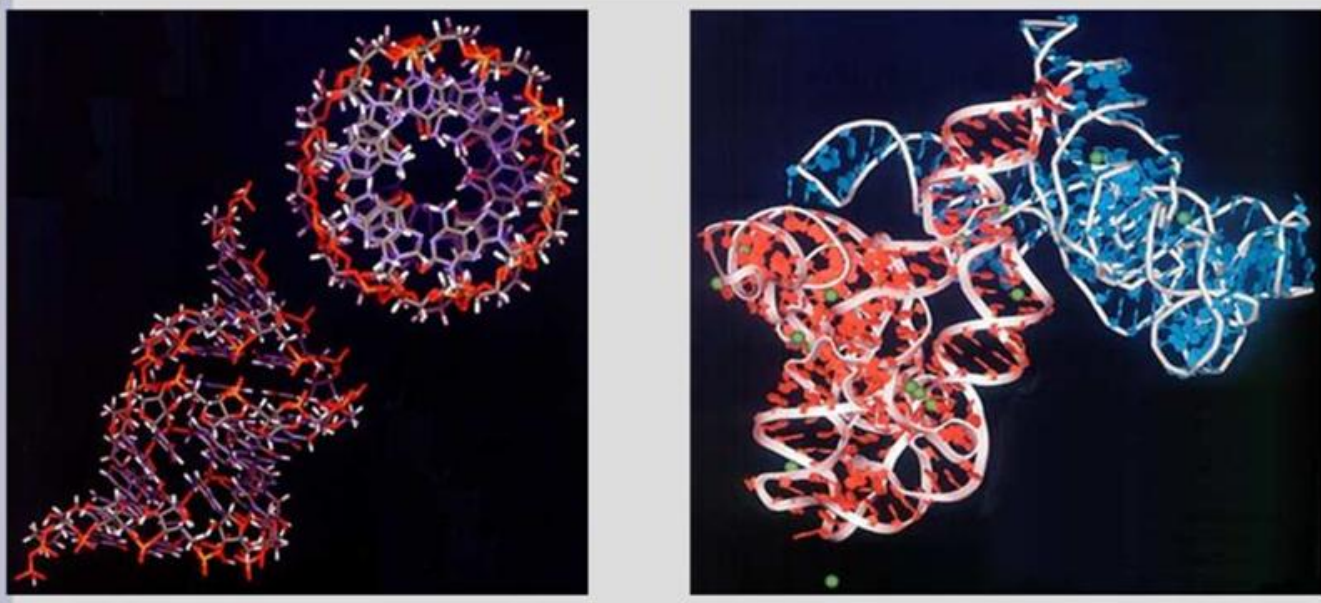


НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ

Таким образом, первичная структура одной полинуклеотидной цепи предопределяет структуру второй цепи.



3) *Трети́чная структура ДНК* представляет собой многократную спирализацию вторичной структуры, обеспечивая плотную упаковку ДНК в ядре клетки.



НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ

РНК

Локализованы РНК в цитоплазме и рибосомах.

В зависимости от функций, местонахождения и состава РНК делятся на три основных вида:

- а) Информационная или матричная (мРНК)
- б) Рибосомная (рРНК)
- в) Транспортная (тРНК)



НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ

Информационная РНК несет точную копию генетической информации, закодированной в определенном участке ДНК, а именно информацию о последовательности аминокислот в белках.

Каждой АК соответствует в мРНК триплет нуклеотидов, т.н. *кодон*:

Например, аланин – ГЦУ, лизин – ЦУУ.

Последовательность кодонов в цепи мРНК определяет последовательность АК в белках.



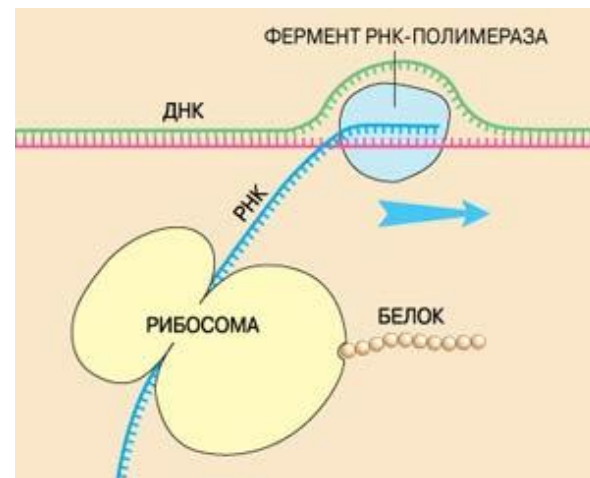
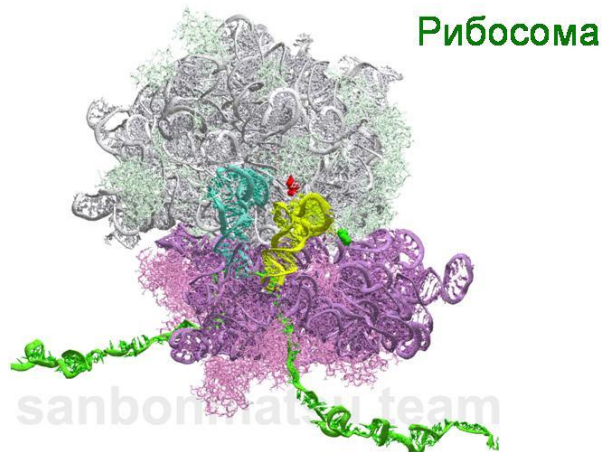
НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ

Рибосомная РНК составляет большую часть клеточных РНК.

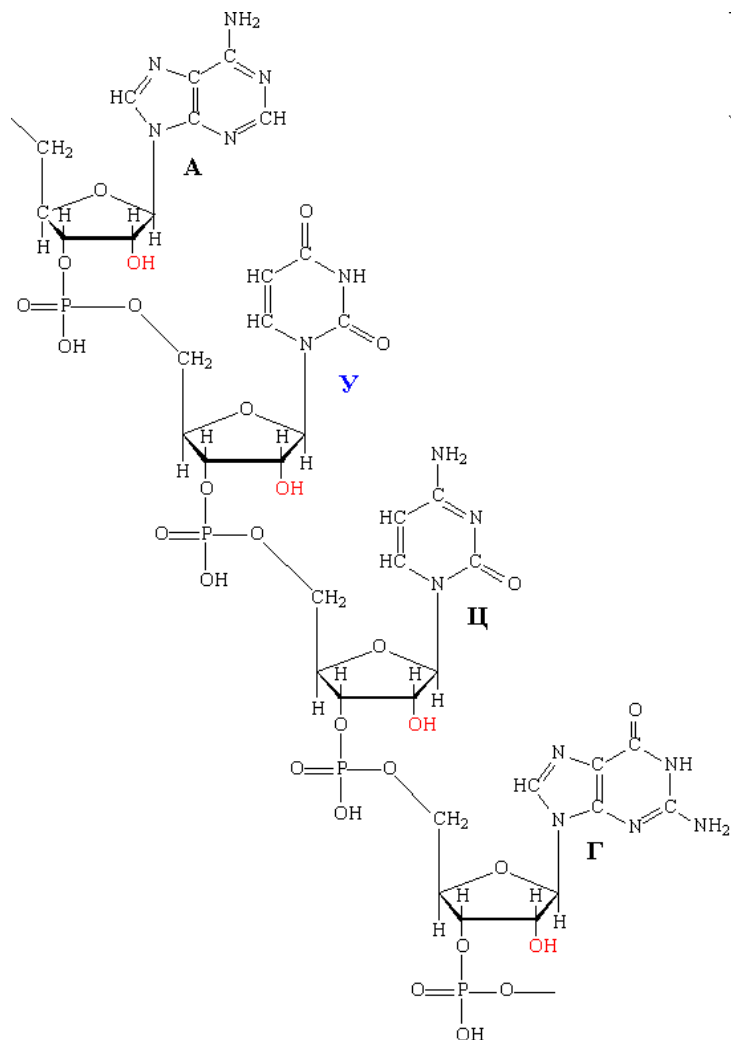
Будучи ассоциирована со специфическими белками, она образует сложную структуру — рибосому.

Рибосомы являются центром биосинтеза белков.

Транспортные РНК доставляют аминокислоты к месту синтеза белка.

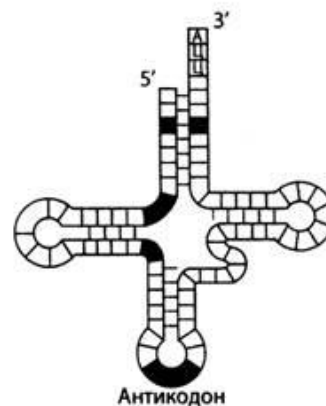


НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ



РНК имеет в основном первичную структуру, которая сходна с ДНК, только у РНК углеводный компонент – рибоза и вместо азотистого основания тимина – урацил.

РНК имеет в основном первичную структуру, которая сходна с ДНК, только у РНК углеводный компонент – рибоза и вместо азотистого основания тимина – урацил.



НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ

Участки спирализации “шпильки” удерживаются за счет водородных связей между комплементарными азотистыми основаниями: гуанин-цитозин аденин-урацил.

Участки, не вовлекаемые в образование водородных связей, образуют петли. Антикодоновая петля содержит триплет нуклеотидов – антикодон, который соответствует кодону матричной РНК.

