

- **Тема: НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ -**

- **Нуклеиновые кислоты – ДНК и РНК содержатся в ядре в виде нуклеопротеидов. ДНП - дезоксирибонуклеиновая кислота, связанная с белками основного характера (гистоны).**

- **Функция ДНК – это хранение и передача наследственной информации.**
- В 1953 году Уотсон и Крик сформулировали теорию о структуре молекулы ДНК :  
ДНК представляет собой полимер из нуклеотидов в виде двойной спирали и является носителем генетической информации.

- **Нуклеиновые кислоты – это важнейший компонент всех живых организмов, всех живых клеток. С участием нуклеиновых кислот происходит образование белков, являющихся материальной основой всех жизненных процессов (информация, определяющая особенности структуры белков «записана» в ДНК и передается в ряду поколений молекулами ДНК).**

- Рибонуклеиновые кислоты (РНК) принимают участие в процессе реализации наследственной информации – в биосинтезе белков. Различают несколько видов РНК – **информационную, рибосомальную и транспортную.**

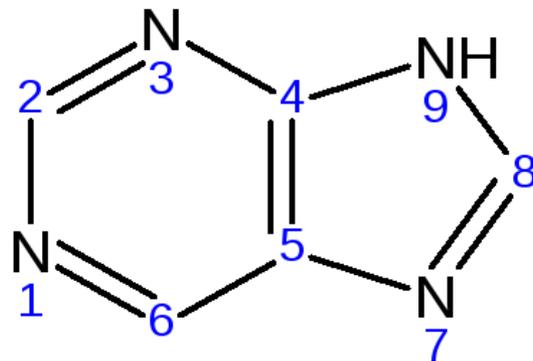
- **Нуклеотиды и нуклеозиды**
- Нуклеотиды являются компонентами (мономерами) нуклеиновых кислот. ДНК и РНК – это полимеры, построенные из **мононуклеотидов.**
- **Функции нуклеотидов:**

- 1. ДНК построена из дезоксирибонуклеотидов, является хранителем наследственной информации, принимает участие в реализации этой информации – в биосинтезе белка.
- 2. РНК построена из рибонуклеотидов, участвует в синтезе белка, является носителем генетической информации у РНК-содержащих вирусов.
- 3. Пуриновые рибонуклеотиды выполняют функции универсальных источников энергии (АТФ).

- 4. Выполняют роль регуляторных сигналов – вторичных переносчиков (мессенджеров) – ц-АМФ, ц-ГМФ, аллостерических регуляторов.
- 5. Входят в состав коферментов ФАД, ФМН, НАД, НАДФ, служат переносчиком метильных групп (S-аденозинметионин).

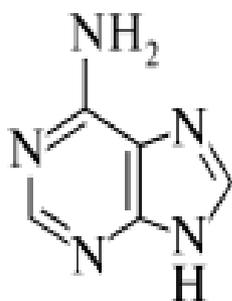
- Пиримидиновые нуклеотиды функционируют в качестве макроэнергических посредников в углеводном обмене (УДФ-глюкоза, УДФ-галактоза), в синтезе липидов – ЦДФ-ацилглицерол.
- **Нуклеотид состоит из трех компонентов – азотистого основания, углевода, остатка фосфорной кислоты.**

- Азотистые основания, входящие в состав нуклеиновых кислот, являются производными ароматических гетероциклических соединений – **пурина и пиримидина.**
- **Производные пурина аденин (А) и гуанин (Г), а производные пиримидина – цитозин (Ц), урацил (У), тимин (Т). В состав ДНК входят аденин, гуанин, цитозин, тимин; в РНК вместо тимина присутствует урацил**

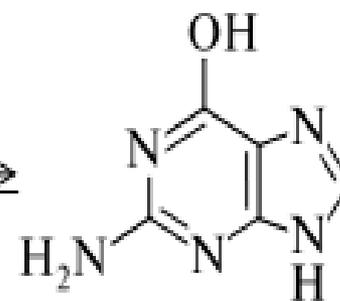
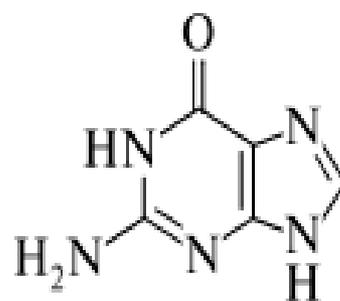


лактамная форма

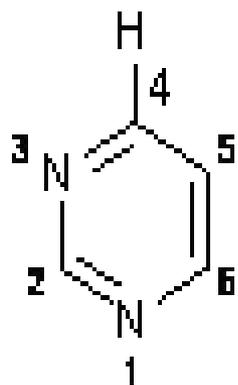
лактимная форма



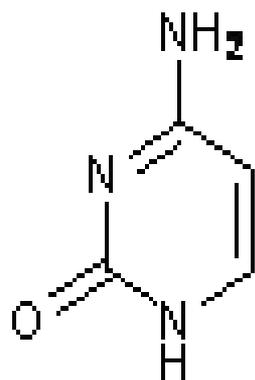
аденин



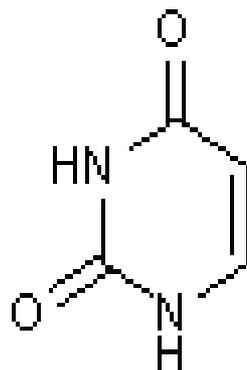
гуанин



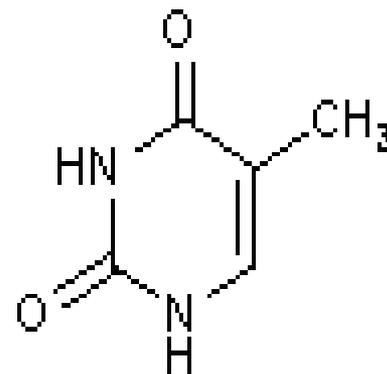
Пиримидин



Цитозин  
(2-окси-4-амино-  
пиримидин)



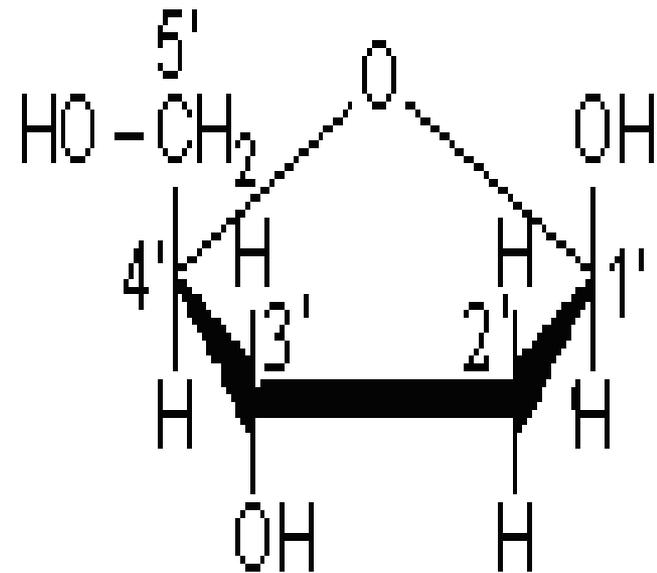
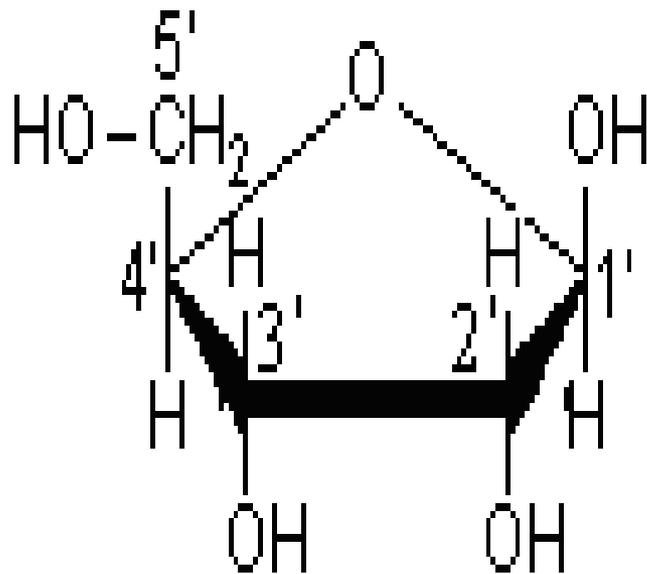
Урацил  
(2,4-диокси-  
пиримидин)



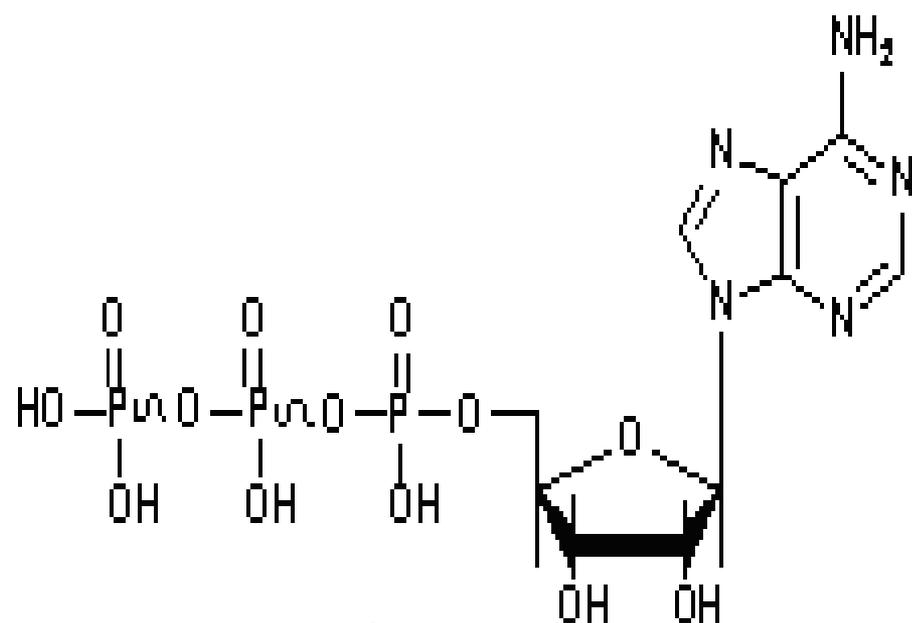
Тимин  
5-метил, 2,4-диокси-  
пиримидин

Азотистые основания, входящие в состав нуклеиновых кислот.

- **Углеводным компонентом нуклеотидов** являются ( $\beta$ -D-рибофураноза (рибоза) и  $\beta$ -2'-дезоксид-рибофураноза (дезоксирибоза)).

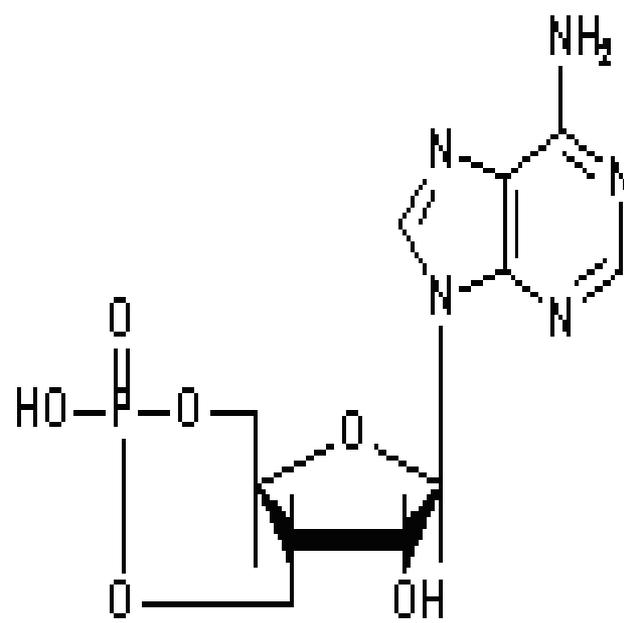


- **Нуклеозиды** образуются в результате образования N-гликозидной связи между 9-ым атомом азота у пуринов и 1-м атомом азота у пиримидинов с пентозой, рибозой или 2'-дезоксирибозой.
- **Фосфорные эфиры нуклеозидов называются нуклеотидами:**
  -



Аденозин-5'-монофосфат (АМФ)

Аденозин-5'-монофосфат (АМФ)



Нуклеозид	Букв. обознач.	Монофосфаты	Дифосфаты	Трифосфаты
Аденозин	А	АМФ	АДФ	АТФ
Гуанозин	Г	ГМФ	ГДФ	ГТФ
Цитидин	Ц	ЦМФ	ЦДФ	ЦТФ
Уридин	У	УМФ	УДФ	УТФ
Тимидин	Т	ТМФ	ТДФ	ТТФ

<b>Состав нуклеиновых кислот</b>	<b>ДНК</b>	<b>РНК</b>
<b>Пуриновые азотистые основания</b>	<b>Аденин</b>	<b>Аденин</b>
	<b>Гуанин</b>	<b>Гуанин</b>
<b>Пиримидиновые азотистые основания</b>	<b>Цитозин</b>	<b>Цитозин</b>
	<b>Тимин</b>	<b>Урацил</b>
<b>Углеводный компонент</b>	<b>Дезоксирибоза</b>	<b>Рибоза</b>
<b>Неорганическое вещество</b>	<b>Фосфорная кислота</b>	<b>Фосфорная кислота</b>

- **Структура ДНК**

- Нуклеотидный состав ДНК изучен Чаргаффом (1949 г.). Установлено, что нуклеотидный состав из различных тканей одного вида животных одинаков, не зависит от возраста, условий питания и внешней среды.
- **Правила Чаргаффа для ДНК:**

- 1. Сумма пуриновых нуклеотидов равна сумме пиримидиновых нуклеотидов:  
 $A+Г=T+Ц$ .
- 2. Молярное содержание аденина равно молярному содержанию тимина ( $A=T$  или  $A/T=1$ ).
- 3. Молярное содержание гуанина равно молярному содержанию цитозина ( $Г=Ц$  или  $Г/Ц=1$ ).
- 4. Количество аденина и цитозина равно количеству гуанина и тимина ( $A+Ц=Г+T$  или  $A+Ц/Г+T=1$ ).

- 5. В ДНК из различных источников **неодинаково соотношение нуклеотидов:**  
у одних преобладает содержание аденина над гуанином, тимина над цитозином ( $A+T < G+Ц$ ), у других преобладает гуанин и цитозин над аденином и тиминном ( $G+Ц > A+T$ ), т.е. имеется видовая специфичность ДНК по нуклеотидному составу.

- **Первичная структура ДНК** – последовательность нуклеотидов, образуется благодаря сложноэфирной связи, возникающей между остатками фосфорной кислоты у 3' углерода дезоксирибозы одного монопнуклеотида с 5'углеродом дезоксирибозы другого монопнуклеотида

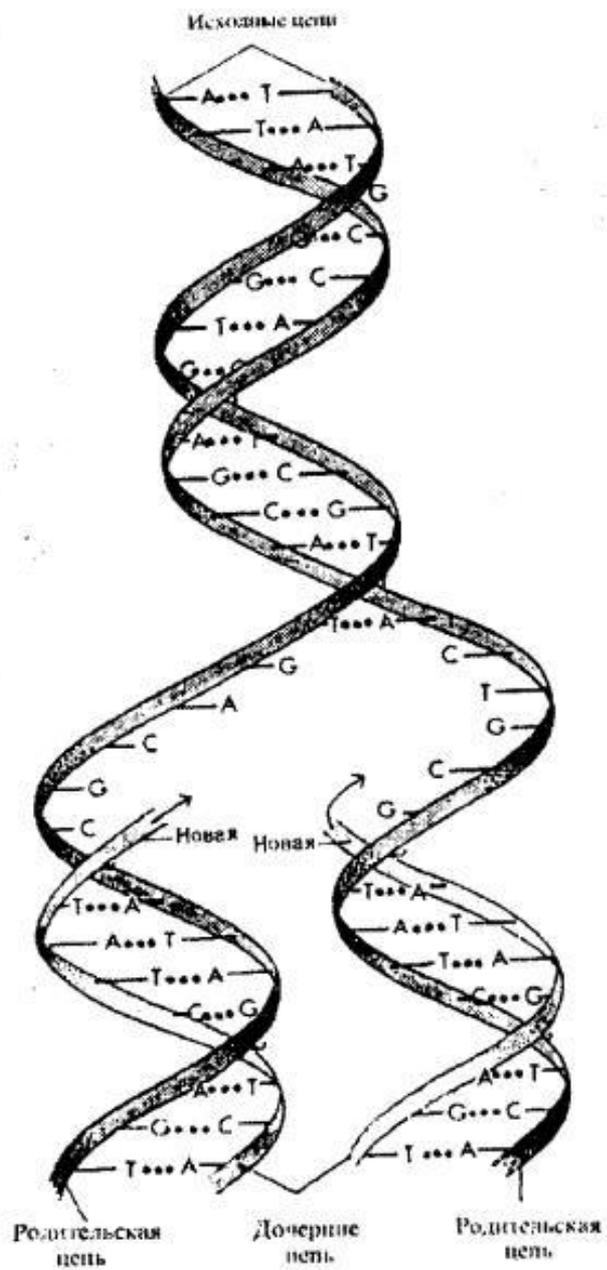


- Вторичная структура – спирализация двух полидезоксирибонуклеотидных цепей.
- В 1953 году Д.Уотсон и Ф.Крик установили, что ДНК представляет собой двойную спираль, состоящую из двух антипараллельных полинуклеотидных цепей.

- Две нуклеотидные цепи образуют правую спираль, при этом углеводно-фосфатные группы располагаются снаружи, а азотистые основания – внутри, где аденин первой цепи соединяется двумя водородными связями с тиминном второй цепи, а гуанин с цитозином тремя водородными связями.
- Связь  $A=T$  и  $G=C$  называется **комплементарной**.

- Связь между указанными азотистыми основаниями является строго специфичной. Если в одной цепи последовательность нуклеотидов составляет АТГЦ, то во второй цепи будет комплементарно ТАЦГ.
- Таким образом, последовательность нуклеотидов в одной цепи автоматически определяет последовательность нуклеотидов в другой комплементарной цепи.

- Принцип комплементарности обеспечивается при синтезе новой молекулы ДНК, когда происходит удвоение молекулы - репликация ДНК, что очень важно для передачи генетических особенностей организма.
- Модель репликации ДНК, предложенная Уотсоном и Криком. Комплементарные цепи родительской ДНК разделяются, и каждая из них служит матрицей для биосинтеза комплементарной дочерней цепи.



а)



б)

- Третьичная структура ДНК и организация хроматина в клетках животных.
- Молекула ДНК является очень длинной, поэтому в клетке плотно «упакована» путем **сверхспирализации с участием белков основного характера**. ДНК клетки в основном находится в составе хромосом ядер (небольшая часть ее находится в митохондриях). Суммарный материал хромосом – хроматин – содержит ДНК, гистоны, негистоновые белки и небольшое количество РНК.

- **Нуклеосома** – это комплекс двухцепочечной молекулы ДНК с гистонами, где около 200 пар нуклеотидов делает два оборота вокруг 8 молекул гистонов. Между нуклеосомами расположена соединительная (линкерная) ДНК из 20-120 пар нуклеотидов. **Нуклеосомы обеспечивают плотную упаковку молекулы ДНК.** Они упорядоченно расположены в пространстве и образуют толстые фибриллы в виде соленоидов.

- **Цитоплазматическая ДНК** содержится в митохондриях – 0,1% от общего количества ДНК клетки. Это двухцепочечные кольцевые молекулы, сравнительно небольшого размера ( $\text{мм} \approx 10^6$ ). В цитоплазме бактериальных клеток кроме хромосомной ДНК имеются добавочные кольцевидные молекулы ДНК, их называют плазмидами. Плазмиды способны автономно размножаться, стабильно наследуются.

- Мелкие плазмиды содержат генетическую информацию для 2-3 белков, а крупные могут кодировать до 200 белков. Количество их в клетке может быть различное: мелких – несколько десятков, крупных – 1-2. Плазмиды могут обуславливать вирулентность бактерии, устойчивость к отдельным антибиотикам: тетрациклину, стрептомицину и т.д. Плазмиды широко используются в генетической инженерии.

- Молекула ДНК является материальным носителем генетической информации. Геном – это совокупность генов данного организма. Ген (цистрон) – участок ДНК, несущий информацию для синтеза одного белка (полипептида). Различают структурные гены, они кодируют полипептиды и РНК; регуляторные гены выполняют регуляторные функции.

- Количество генов в одной хромосоме зависит от сложности организма: у мелких вирусов несколько десятков, вируса оспы – около 200, бактериальных клеток несколько тысяч, генома человека около 35000.

- **Рибонуклеиновые кислоты**
- Различают рибонуклеиновые кислоты: транспортные (т-РНК), информационные (и-РНК) и рибосомные (р-РНК). Все они синтезируются в ядре клетки. Кроме того, различают вирусные РНК у РНК-содержащих вирусов, где рибонуклеиновая кислота является носителем генетической информации (вирус ящура, полиомиелита, вирус табачной мозаики и т.д.).

- Молекула РНК, в отличие от ДНК, состоит, за редким исключением, из одной полинуклеотидной цепи.  
Полинуклеотидная цепь РНК, закручиваясь на себя, образует двухспиральные шпильки.

- **Транспортная РНК (т-РНК)** - самые мелкие молекулы РНК, построены из 75-90 нуклеотидов, Мм 23000-30000 Да. т-РНК составляет 10-20% от общего количества РНК клетки. Функция их состоит в транспортирование аминокислот в рибосомы - к месту синтеза белка и обеспечение включения аминокислот в определенные участки полипептидной цепи в соответствии с генетическим кодом.

- т-РНК участвуют в синтезе белка, являясь адаптерами – своеобразными переводчиками – переводят последовательность нуклеотидов в последовательность аминокислотных остатков белковой молекулы. Для каждой из 20 аминокислот имеется своя т-РНК, а для некоторых аминокислот – до 5. Молекула т-РНК представляет собой полинуклеотидную цепь в виде клеверного листа.

- В молекуле каждой т-РНК имеется специфический **антикодон**, состоящий из трех нуклеотидов, **комплементарный кодону информационной РНК**. Например, кодону в и-РНК 5'-ГЦЦ-3' соответствует антикодон 3'-ЦГГ-5'. Таким образом обеспечивается **специфичность взаимодействия тРНК с иРНК**

- **Информационная РНК (и-РНК)** – синтезируется в процессе транскрипции, является точной копией отдельного гена. Количество и-РНК в клетке порядка 2-6% от общего количества РНК. Размер молекулы и-РНК зависит от размера кодируемого белка. Каждой аминокислоте соответствует в и-РНК определенная **тройка (триплет)** нуклеотидов, называемая кодоном этой аминокислоты. Последовательность кодонов в цепи и-РНК определяет последовательность аминокислот в белке.

- **Рибосомная РНК (рРНК)** – синтезируется в ядрышке. В клетках животных различают несколько видов рРНК. В большой субчастице рибосом (60S) содержится 28S, 5S и 5,8S РНК, состоящие соответственно из 5000, 155 и 121 нуклеотидов, а в малой субчастице (40S) содержится 18S РНК, состоящий из 1900 нуклеотидов. В рибосомах содержатся также белки в большой субчастице 41, в малой - 30, всего 71.