

Глава I.
Химический состав клетки

Тема:
«Нуклеиновые кислоты. ДНК»

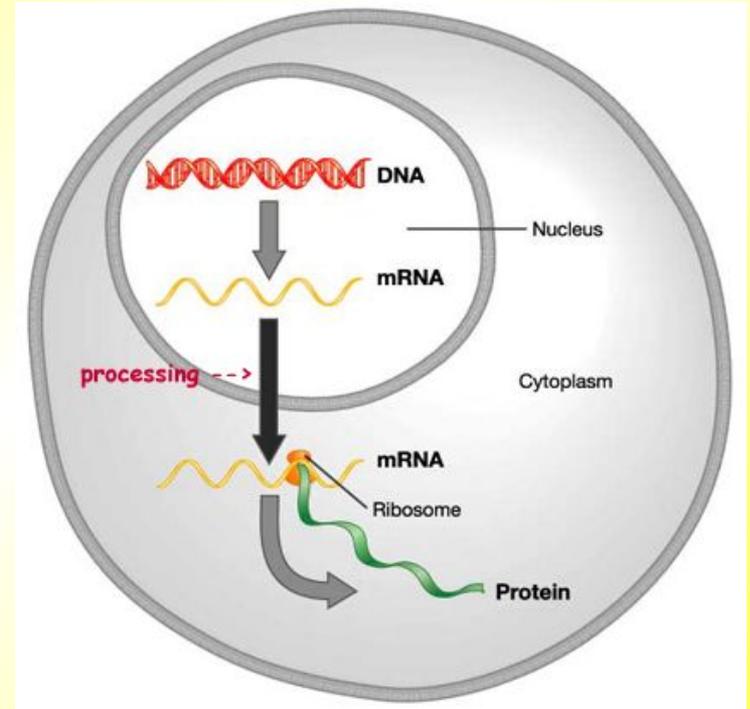
Задачи:

Дать характеристику нуклеиновым кислотам:
видам НК, локализации их в клетке, строению,
функциям.

Нуклеиновые кислоты (НК)

К нуклеиновым кислотам относят высокополимерные соединения, образующие при гидролизе пуриновые и пиримидиновые основания, пентозу и фосфорную кислоту. Нуклеиновые кислоты содержат С, Н, О, Р и N.

Различают два класса нуклеиновых кислот: **рибонуклеиновые кислоты (РНК)**, содержащие сахар рибозу ($C_5H_{10}O_5$) и **дезоксирибонуклеиновые кислоты (ДНК)**, содержащие сахар дезоксирибозу ($C_5H_{10}O_4$).



Значение нуклеиновых кислот для живых организмов заключается в обеспечении хранения, реализации и передачи наследственной информации.

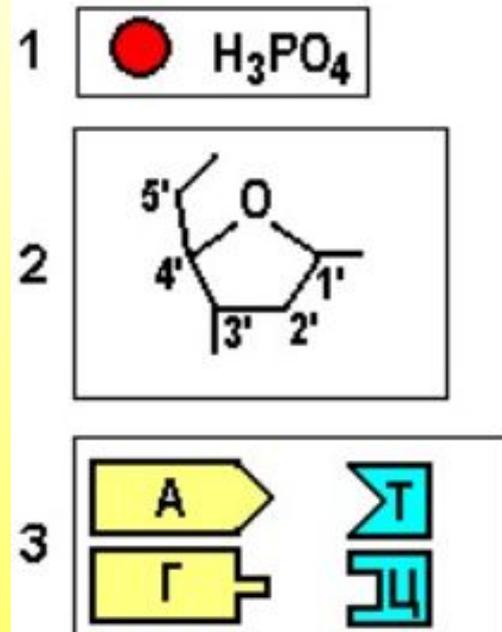
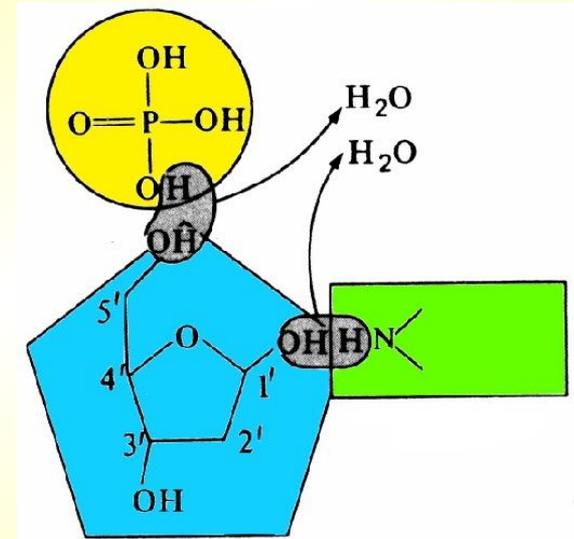
ДНК содержится в ядре, митохондриях и хлоропластах – хранят генетическую информацию. РНК – содержится еще и в цитоплазме и отвечает за биосинтез белка.

Нуклеиновые кислоты (НК)

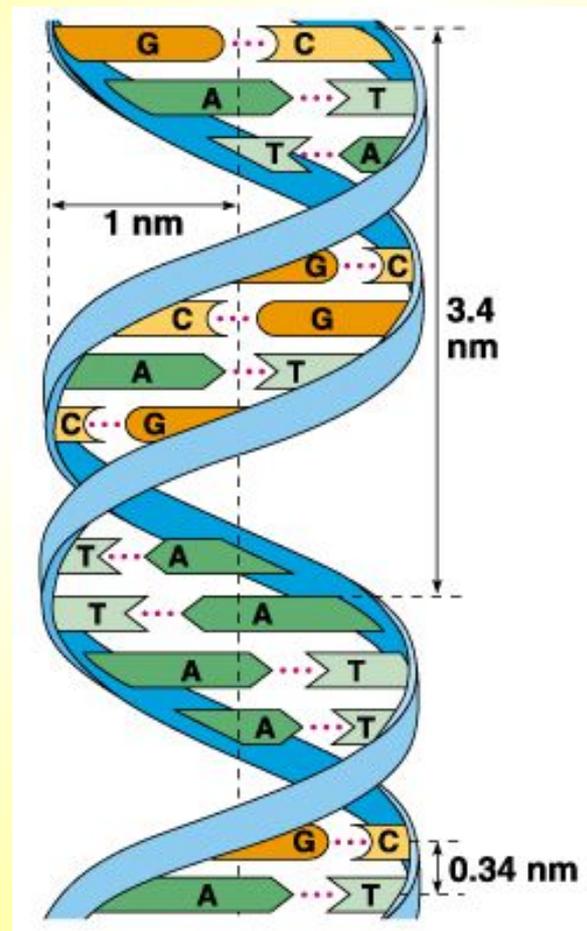
Молекулы ДНК являются *полимерами*, мономерами которых являются *дезоксирибонуклеотиды*, образованные остатками:

1. Фосфорной кислоты;
2. Дезоксирибозы;
3. Азотистого основания (пуринового — аденина, гуанина или пиримидинового — тимина, цитозина).

Трехмерная модель пространственного строения молекулы ДНК в виде двойной спирали была предложена в 1953 г. американским биологом **Дж.Уотсоном** и английским физиком **Ф.Криком**. **За свои исследования они были удостоены Нобелевской премии.**



Нуклеиновые кислоты (НК)



Практически [Дж.Уотсон](#) и [Ф.Крик](#) раскрыли химическую структуру гена.

ДНК обеспечивает хранение, реализацию и передачу наследственной информации. Содержится в [ядре](#), [митохондриях](#) и [пластидах](#).

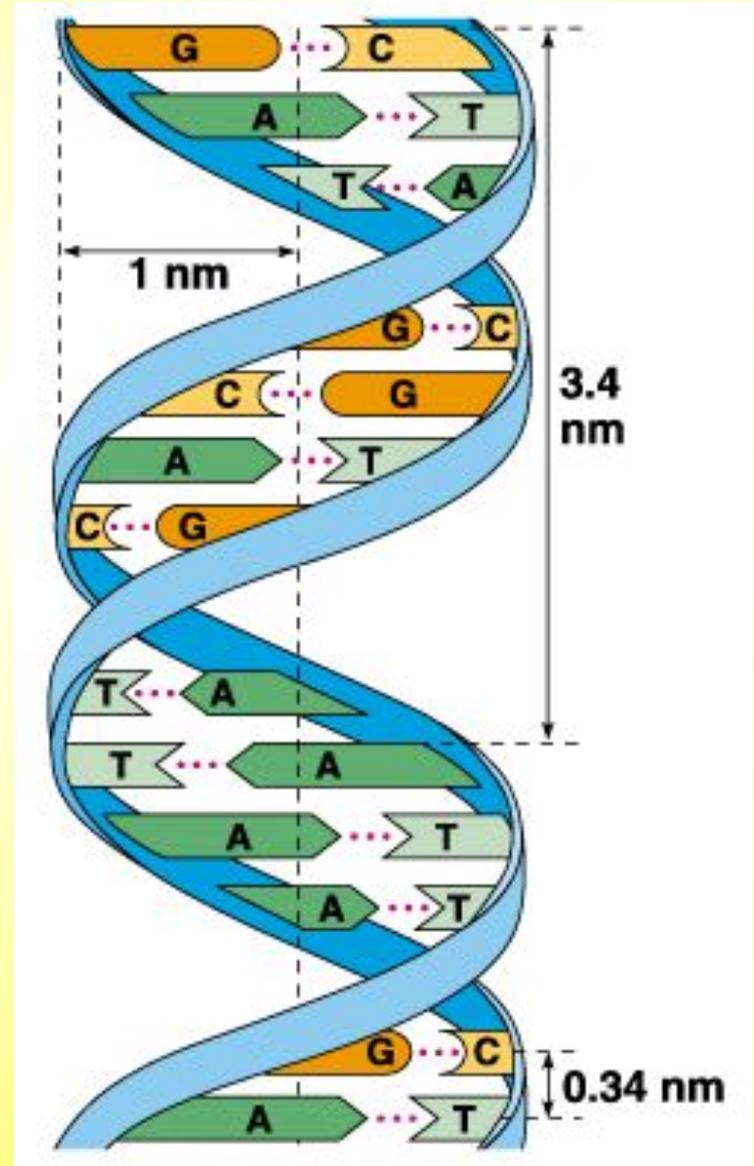
Нуклеиновые кислоты (НК)

Э.Чаргафф, обследовав огромное количество образцов тканей и органов различных организмов, выявил следующую закономерность:

в любом фрагменте ДНК содержание остатков гуанина всегда точно соответствует содержанию цитозина, а аденина — тимину.

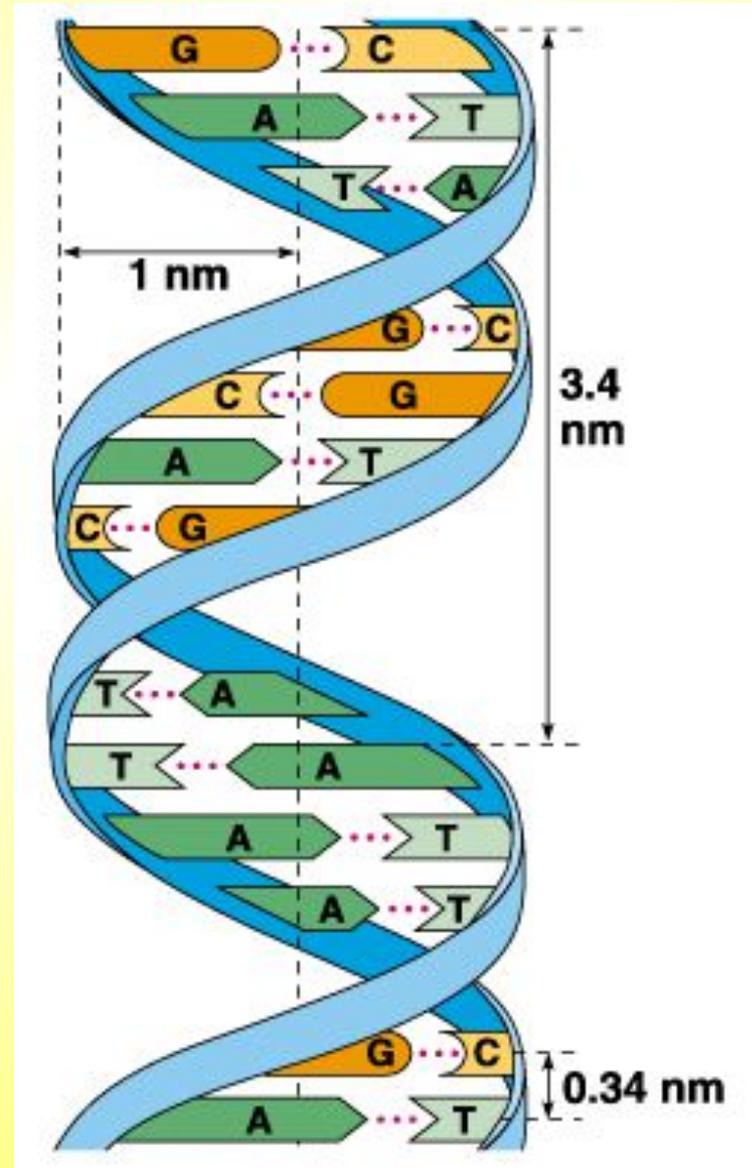
Это положение получило название "правила Чаргаффа":

$$A + G \\ A = T; G = Ц \quad \text{или} \quad \frac{A + G}{Ц + T} = 1$$



Нуклеиновые кислоты (НК)

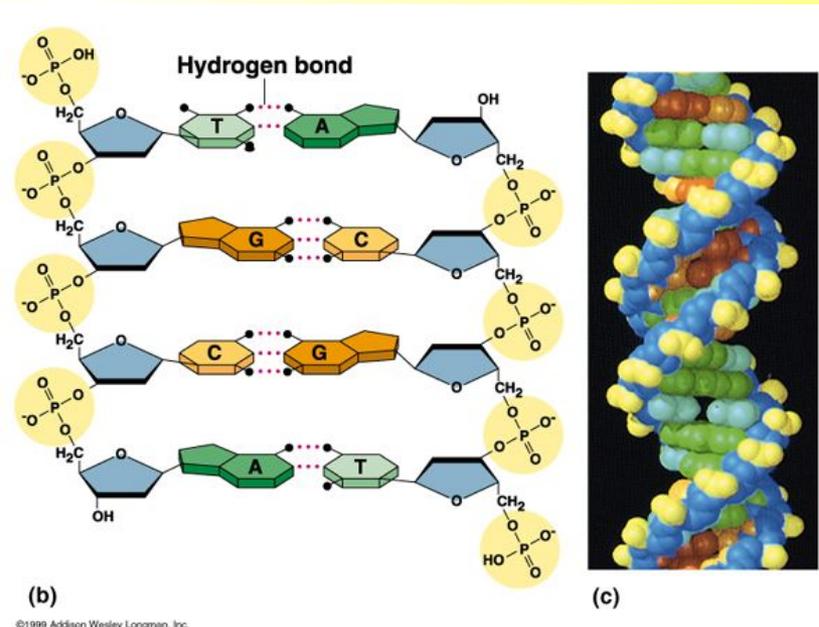
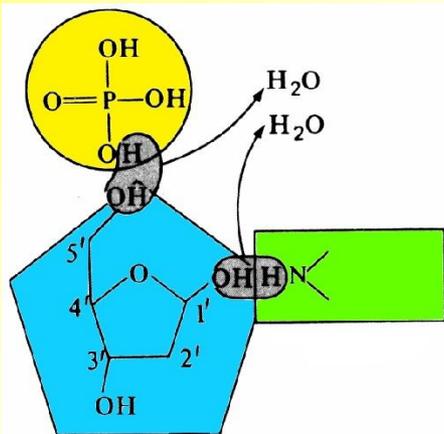
Дж. Уотсон и Ф. Крик воспользовались этим правилом при построении модели молекулы ДНК. ДНК представляет собой двойную спираль. Ее молекула образована двумя полинуклеотидными цепями, спирально закрученными друг около друга, и вместе вокруг воображаемой оси. Диаметр двойной спирали ДНК — 2 нм, шаг общей спирали, на который приходится 10 пар нуклеотидов — 3,4 нм. Длина молекулы — до нескольких сантиметров. Молекулярный вес составляет десятки и сотни миллионов. В ядре клетки человека общая длина ДНК около 2 м.



Нуклеиновые кислоты (НК)

Мономер нуклеиновых кислот – нуклеотид. Молекула нуклеотида состоит из трех частей: азотистого основания, пятиуглеродного сахара (пентозы) и фосфорной кислоты.

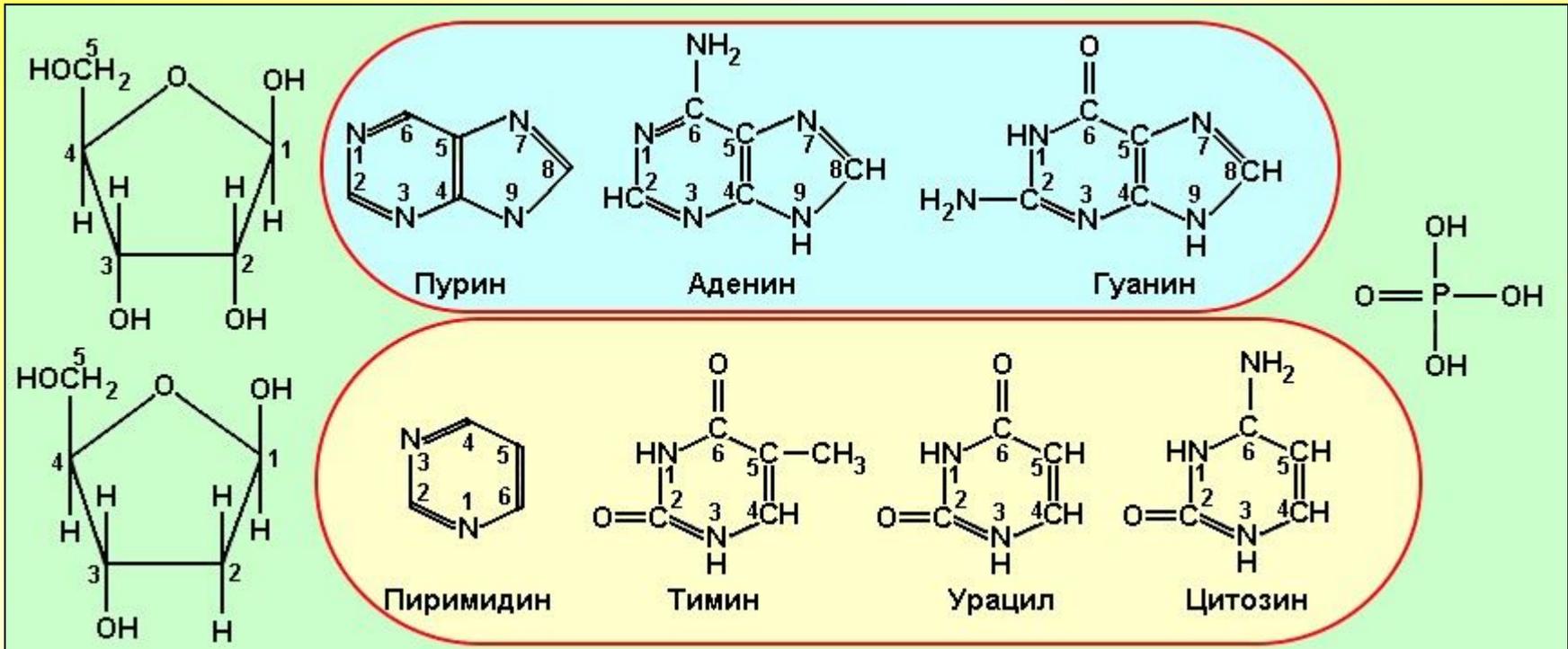
Азотистые основания имеют циклическую структуру, в состав которой наряду с атомами углерода входят атомы других элементов, в частности азота. За присутствие в этих соединениях атомов азота они и получили название азотистых, а поскольку они обладают щелочными свойствами — оснований. Азотистые основания нуклеиновых кислот относятся к классам *пиримидинов* и *пуринов*.



Нуклеиновые кислоты (НК)

Пиримидиновые основания являются производными пиримидина, имеющего в составе своей молекулы одно кольцо. К наиболее распространенным пиримидиновым основаниям относятся *тимин*, *цитозин*.

Пуриновые основания являются производными пурина, имеющего два кольца. К пуриновым основаниям относятся *аденин* и *гуанин*.



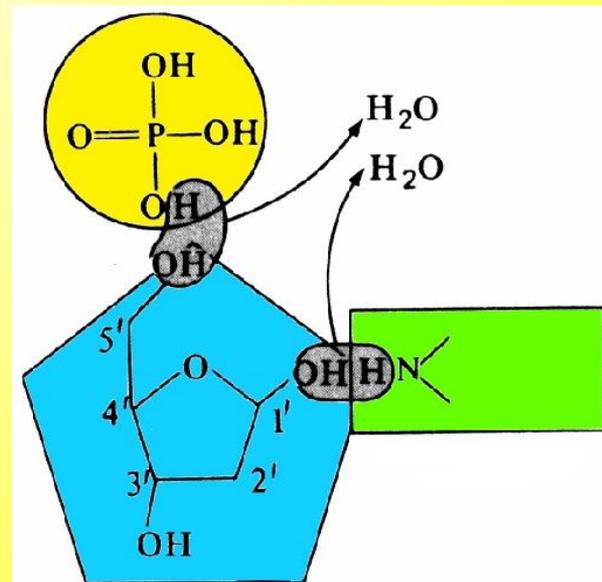
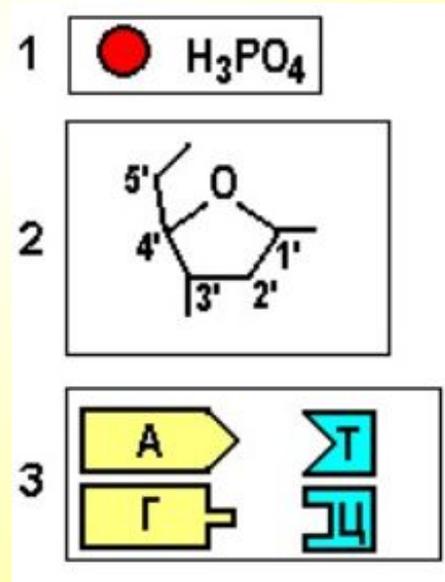
Характеристика ДНК

В результате реакции конденсации азотистого основания и дезоксирибозы образуется нуклеозид.

При реакции конденсации между нуклеозидом и фосфорной кислотой образуется нуклеотид.

Названия нуклеотидов отличаются от названий соответствующих оснований. И те, и другие принято обозначать заглавными буквами (А,Т,Г,Ц):

Аденин – адениловый; гуанин – гуаниловый; цитозин – цитидиловый; тимин – тимидиловый нуклеотиды.

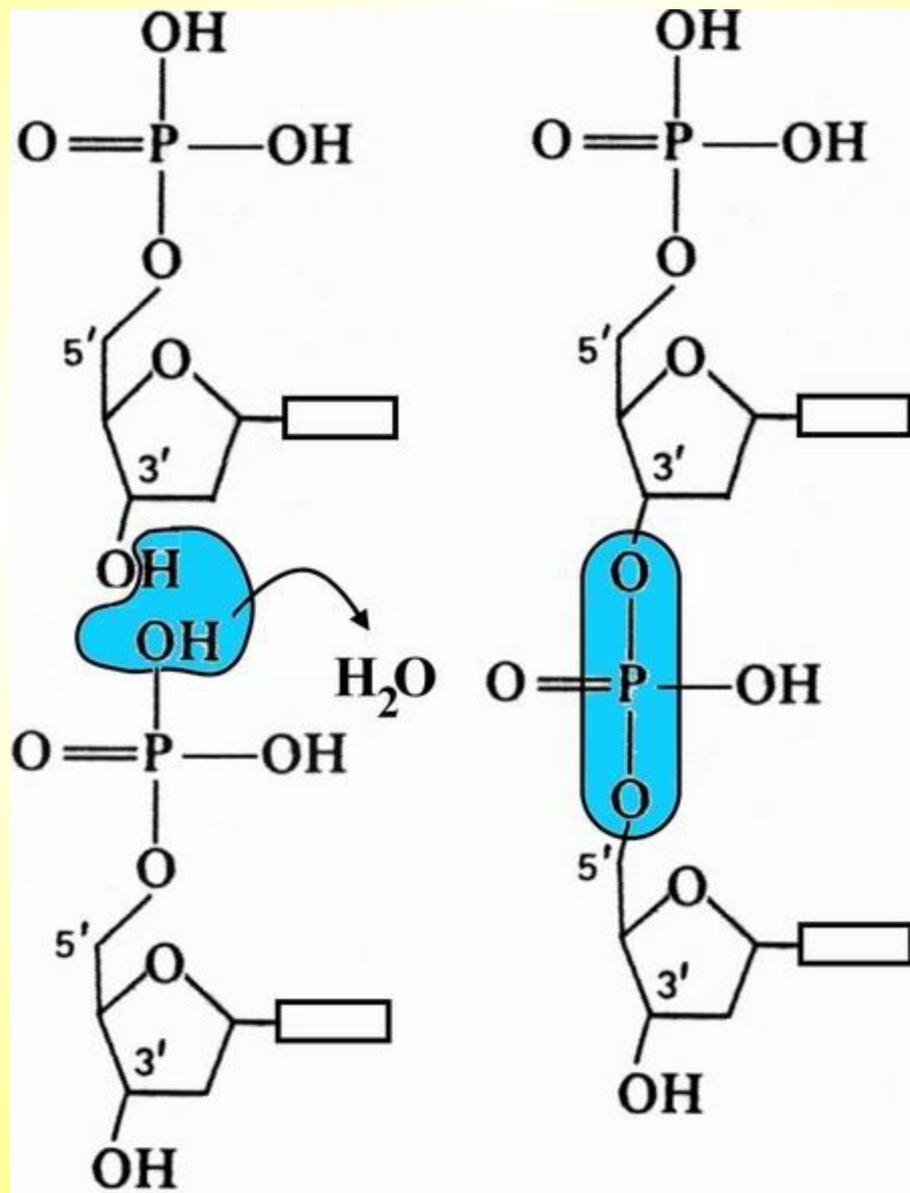


Характеристика ДНК

Одна цепь нуклеотидов образуется в результате **реакций конденсации нуклеотидов**.

При этом между 3'-углеродом остатка сахара одного нуклеотида и остатком фосфорной кислоты другого возникает **фосфодиэфирная связь**.

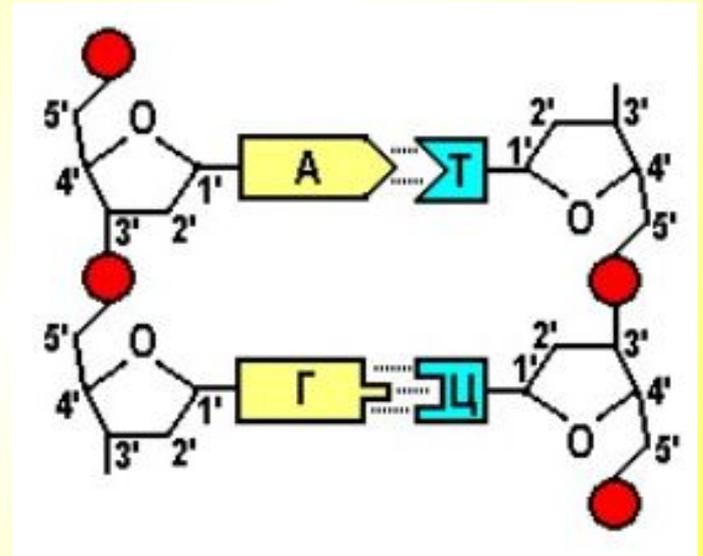
В результате образуются неразветвленные полинуклеотидные цепи. **Один конец полинуклеотидной цепи заканчивается 5'-углеродом (его называют 5'-концом), другой – 3'-углеродом (3'-концом).**



Характеристика ДНК

Против одной цепи нуклеотидов располагается вторая цепь.

Полинуклеотидные цепи в молекуле ДНК удерживаются друг около друга благодаря возникновению **водородных связей между азотистыми основаниями нуклеотидов**, располагающихся друг против друга.



В основе лежит принцип **комплементарного** взаимодействия пар оснований: против **аденина** - **тимин** на другой цепи, а против **гуанина** - **цитозин** на другой, то есть **аденин комплементарен тимину** и между ними **две водородные связи**, а **гуанин — цитозину** (**три водородные связи**).

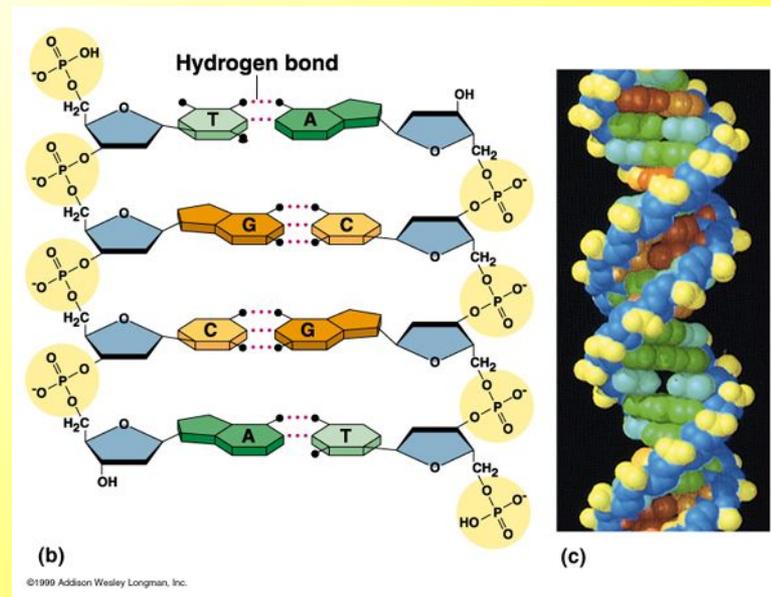
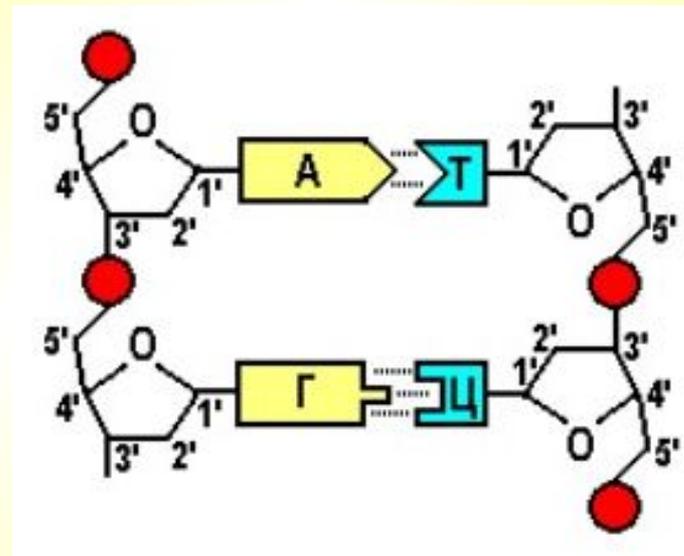
Комплементарность называют способность нуклеотидов к избирательному соединению друг с другом.

Характеристика ДНК

Цепи ДНК **антипараллельны** (разнонаправлены), то есть против 3'-конца одной цепи находится 5'-конец другой.

На периферию молекулы обращен сахаро-фосфатный остов. Внутри молекулы обращены азотистые основания.

Одним из уникальных свойств молекулы ДНК является ее **репликация** — способность к самоудвоению — воспроизведению **точных копий исходной молекулы**.

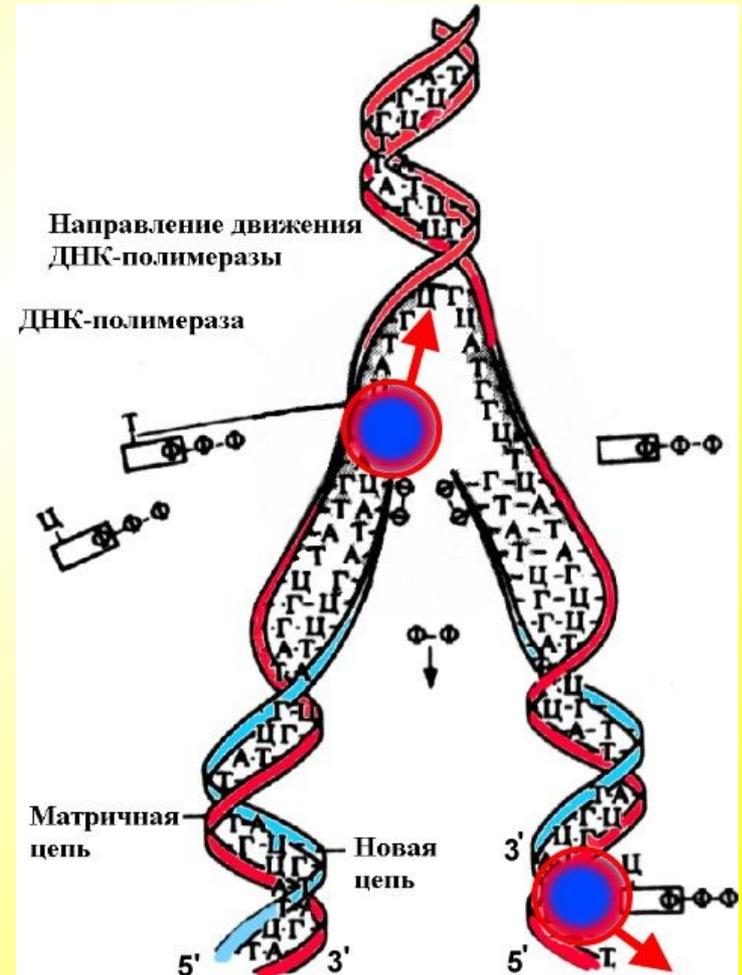


Репликация ДНК

Благодаря этой способности молекулы ДНК, осуществляется передача наследственной информации от материнской клетки дочерним во время деления.

Процесс самоудвоения молекулы ДНК называют **репликацией**.

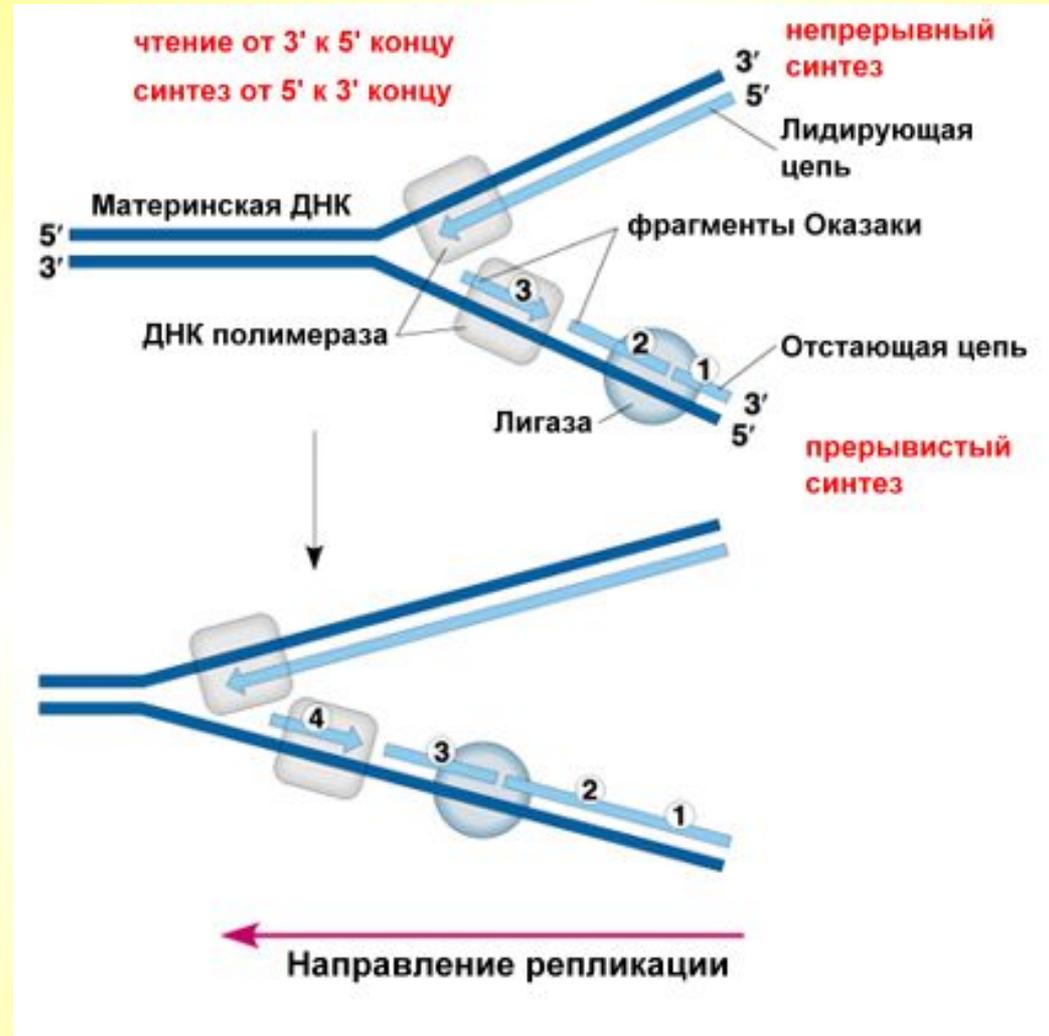
Репликация — сложный процесс, идущий с участием ферментов (ДНК-полимераз и других) и дезоксирибонуклеозидтрифосфатов. Репликация осуществляется **полуконсервативным способом**, то есть каждая цепь ДНК выступает в роли матрицы, по принципу комплементарности достраивается новая цепь. Таким образом, в каждой дочерней ДНК одна цепь является **материнской**, а вторая — вновь синтезированной.



Репликация ДНК

В материнской ДНК цепи антипараллельны. ДНК-полимеразы способны двигаться в одном направлении — от 3'-конца к 5'-концу, строя дочернюю цепь антипараллельно — от 5' к 3'-концу.

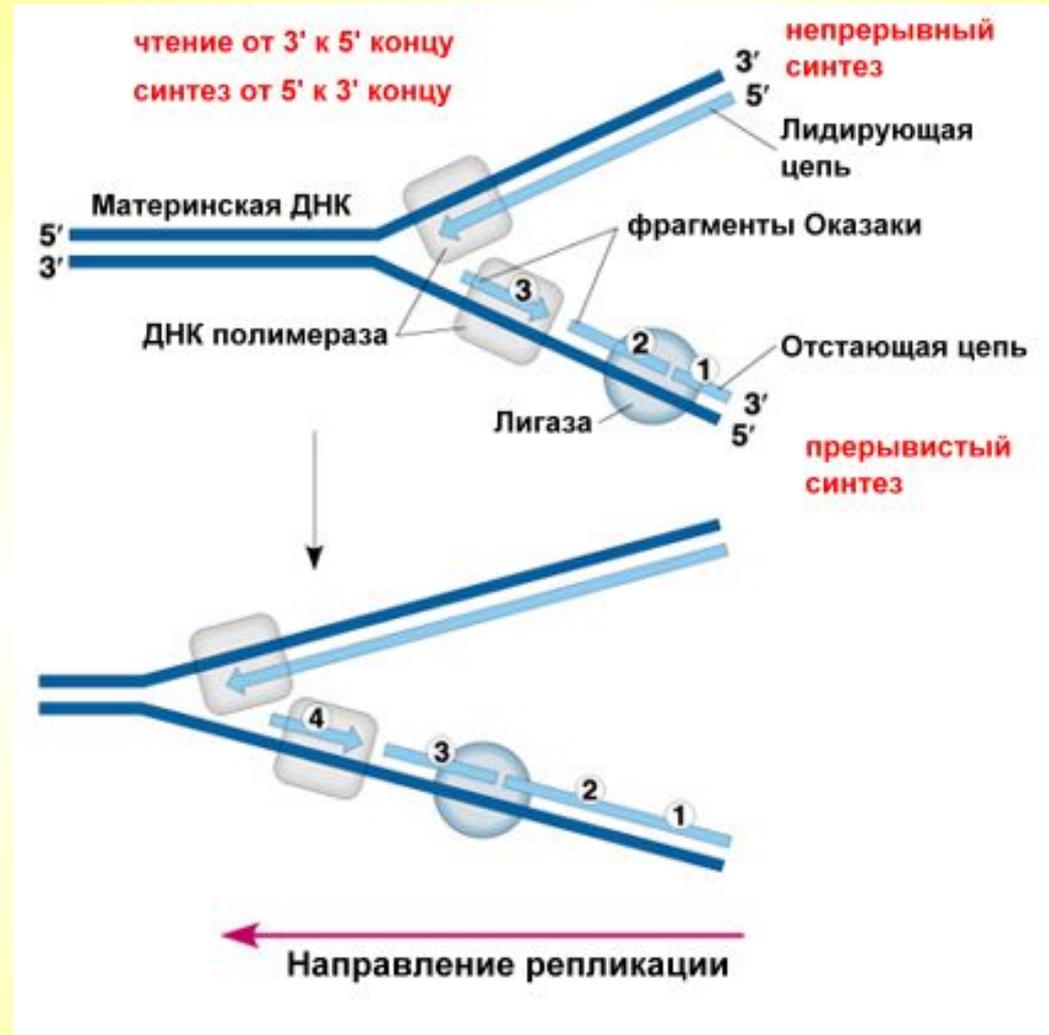
Поэтому ДНК-полимераза непрерывно передвигается в направлении 3'→5' по одной цепи, синтезируя дочернюю. Эта цепь называется лидирующей.



Репликация ДНК

Другая ДНК-полимераза движется по другой цепи в обратную сторону (тоже в направлении $3' \rightarrow 5'$), синтезируя вторую дочернюю цепь фрагментами (их называют фрагменты Оказаки), которые после завершения репликации сшиваются *лигазами* в единую цепь. Эта цепь называется отстающей.

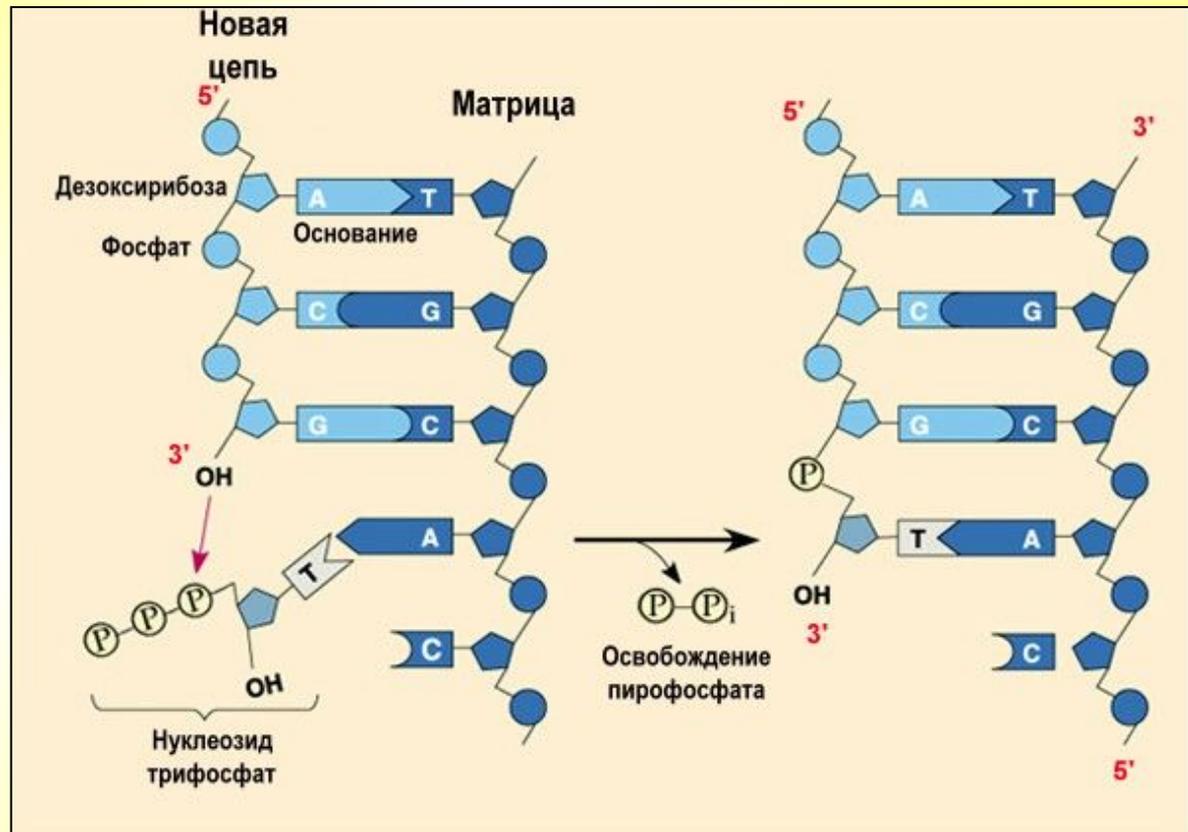
Таким образом, на цепи $3'-5'$ репликация идет непрерывно, а на цепи $5'-3'$ — прерывисто.



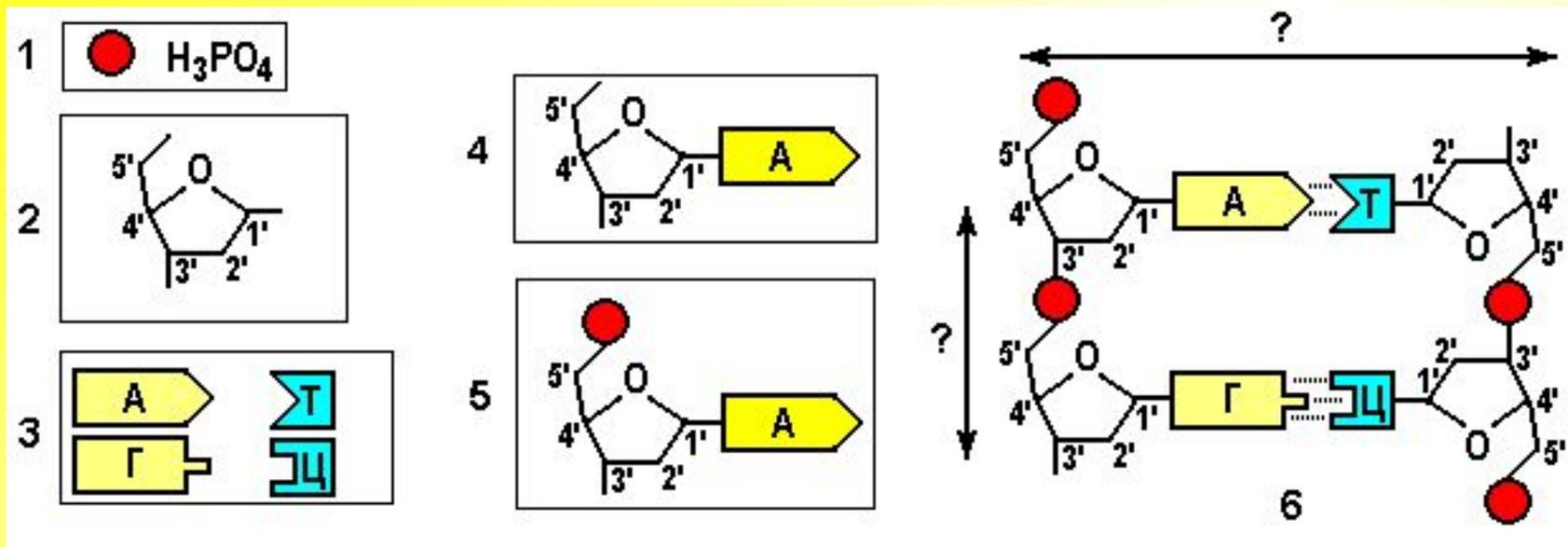
Репликация ДНК

Во время репликации энергия молекул АТФ не расходуется, так как для синтеза дочерних цепей при репликации используются дезоксирибонуклеозидтрифосфаты (содержат три остатка фосфорной кислоты).

При включении дезоксирибонуклеозидтрифосфатов в полинуклеотидную цепь **два конечных остатка отщепляются**, и освободившаяся энергия используется на образование сложноэфирной связи между нуклеотидами.



Повторение:



1. В каких органоидах клетки находится ДНК?
2. Каковы функции ДНК?
3. Что обозначено на рисунке цифрами 1 — 6?
4. Какие пуриновые и пиримидиновые основания входят в состав ДНК?
5. Каков диаметр молекулы ДНК и каково расстояние между двумя нуклеотидами одной цепи?
6. Как нуклеотиды ДНК соединены в одну цепь?
7. Как цепи ДНК соединены друг с другом?
8. Чем образованы "края" молекулы ДНК?

Повторение:

****Тест 1. ДНК в клетках эукариот содержится:**

1. В цитоплазме.
2. В ядре.
3. В рибосомах.
4. В митохондриях.
5. В пластидах.
6. В комплексе Гольджи.

Тест 2. Размеры молекулы ДНК у человека:

1. Ширина 20 мкм, длина до 8 см.
2. Ширина 2 мкм, длина до 8 см.
3. Ширина 20нм, длина до 8 см.
4. Ширина 2 нм, длина до 8 см.

****Тест 3. В состав молекулы ДНК входят пуриновые основания:**

1. Аденин.
2. Гуанин.
3. Тимин.
4. Цитозин.

Повторение:

Тест 4. Фрагмент ДНК содержит 30000 нуклеотидов. Для удвоения фрагмента потребуется свободных нуклеотидов:

1. 60000.
2. 45000.
3. 30000.
4. 15000.

Тест 5. Нуклеотиды ДНК соединены в одну цепь:

1. Через остаток фосфорной кислоты одного нуклеотида и 3' атом дезоксирибозы другого.
2. Через остаток фосфорной кислоты одного нуклеотида и азотистое основание другого.
3. Через остатки фосфорной кислоты соседних нуклеотидов.
4. Через дезоксирибозы соседних нуклеотидов.

Повторение:

Тест 6. Фрагмент ДНК содержит 30000 А-нуклеотидов. Для удвоения фрагмента потребуется:

1. А — 60000, Т — 60000.
2. А — 30000, Т — 30000.
3. А — 15000, Т — 15000.
4. Данных для ответа недостаточно.

Тест 7. Фрагмент ДНК содержит 30000 А-нуклеотидов и 40000 Ц-нуклеотидов. В данном фрагменте Т- и Г-нуклеотидов:

1. Т — 40000, Г — 30000.
2. Т — 30000, Г — 40000.
3. Т — 60000, Г — 80000.
4. Данных для ответа недостаточно.

****Тест 8. Предложили модель строения молекулы ДНК в 1953 году:**

Ф.Крик.

Г.Мендель.

Т.Морган.

Д.Уотсон.

Повторение:

Тест 9. Функции ДНК в клетке:

1. Один из основных источников энергии.
2. Принимает непосредственное участие в синтезе белков.
3. Обеспечивает синтез углеводов и липидов в клетке.
4. Участвует в хранении и передаче наследственной информации.

****Тест 10. Верные суждения:**

1. Цепи нуклеотидов в молекуле ДНК антипараллельны.
2. Между А- и Т-нуклеотидами 2 водородные связи, между Г- и Ц-нуклеотидами 3 водородные связи.
3. А- и Т-нуклеотиды относятся к пиримидиновым нуклеотидам.
4. В состав нуклеотидов ДНК входит сахар рибоза.