

Глава I.
Химический состав клетки

Тема:
«Нуклеиновые кислоты. ДНК»

Задачи:

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

Содержание в клетках химических соединений
(в % от сырой массы)

Неорганические соединения		Органические соединения	
Вода	75 - 85 %	Белки	10 - 15 %
Неорганические вещества	1,0 - 1,5 %	Жиры	1 - 5 %
		Углеводы	0,2 - 2,0 %
		Нуклеиновые кислоты	1 - 2 %
		Низкомолекулярные органические соединения	0,1 - 0,5 %

Нуклеиновые кислоты (НК)

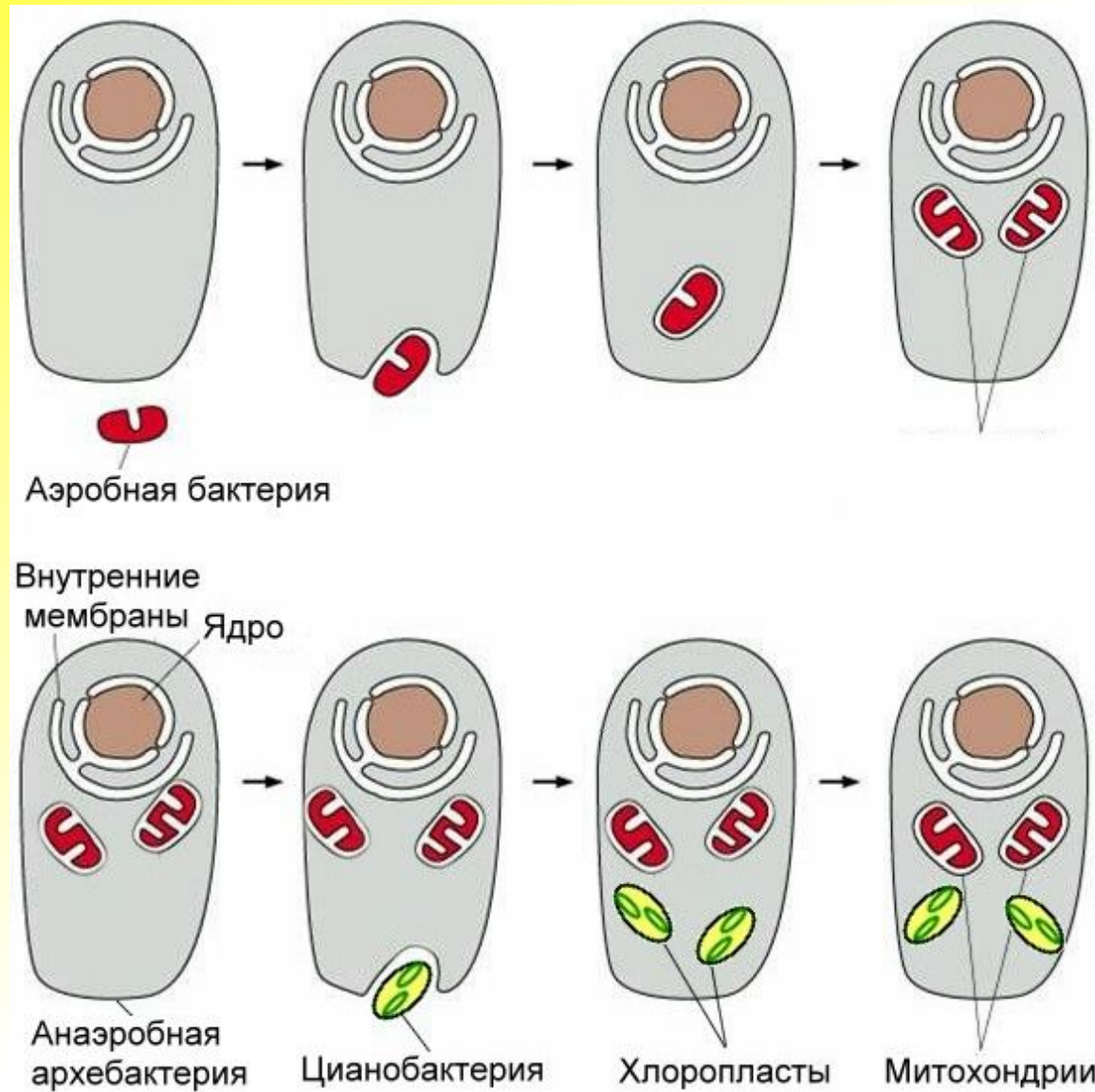
Нуклеиновые кислоты впервые были выделены Ф.Мишером в 1869 г. из ядер клеток гноя, а сам термин предложен А.Косселем в 1889 г.

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.

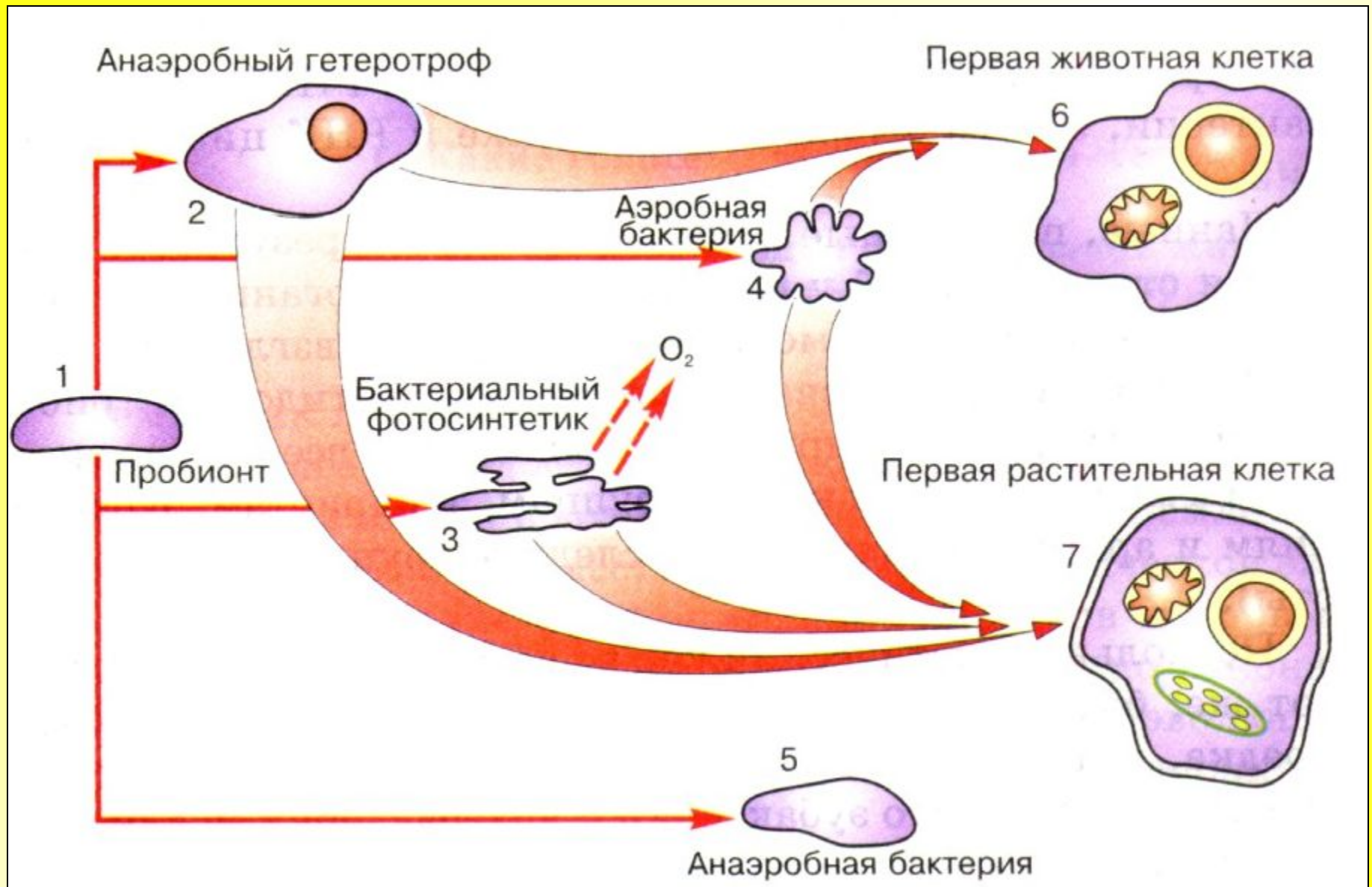
Различают два класса нуклеиновых кислот: **рибонуклеиновые кислоты (РНК)**, содержащие сахар рибозу ($C_5H_{10}O_5$) и **дезоксирибонуклеиновые кислоты (ДНК)**, содержащие сахар дезоксирибозу ($C_5H_{10}O_4$). Значение нуклеиновых кислот для живых организмов заключается в обеспечении хранения, реализации и передачи наследственной информации.

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

Нуклеиновые кислоты (НК)



Нуклеиновые кислоты (НК)



Химические соединения клетки

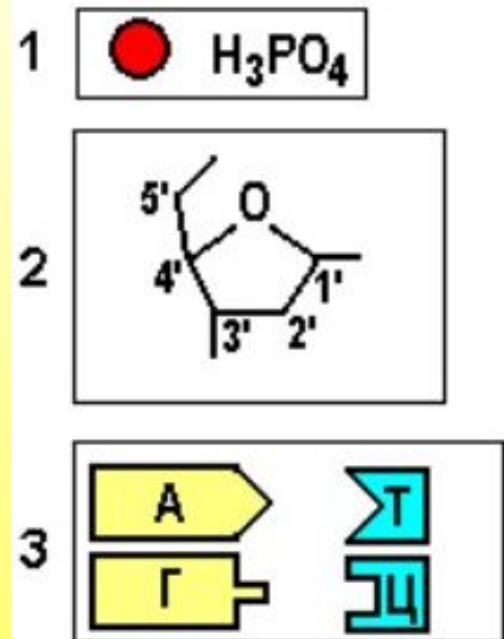
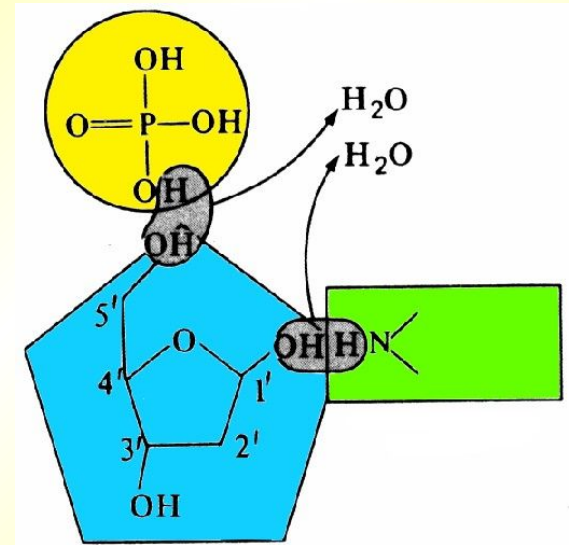


Нуклеиновые кислоты (НК)

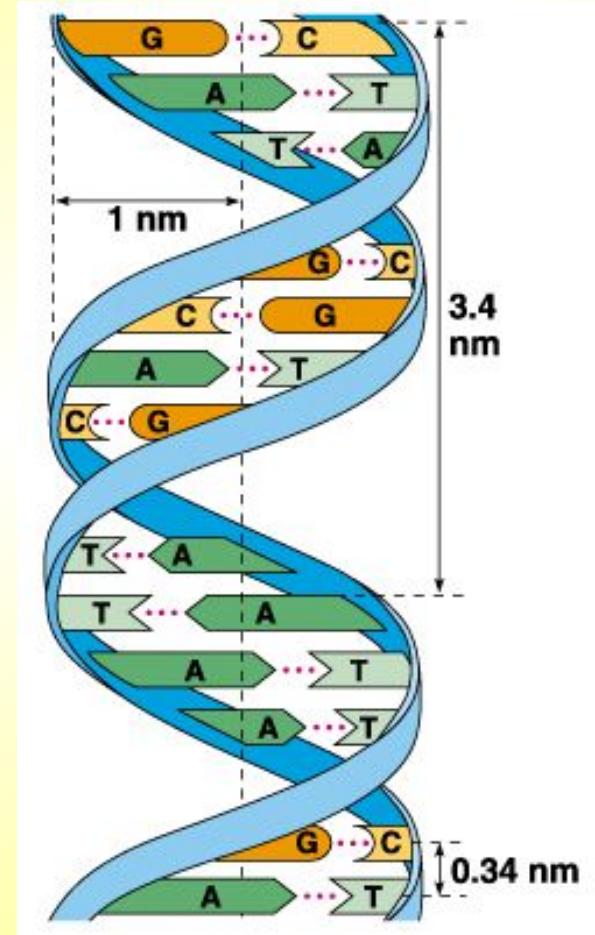
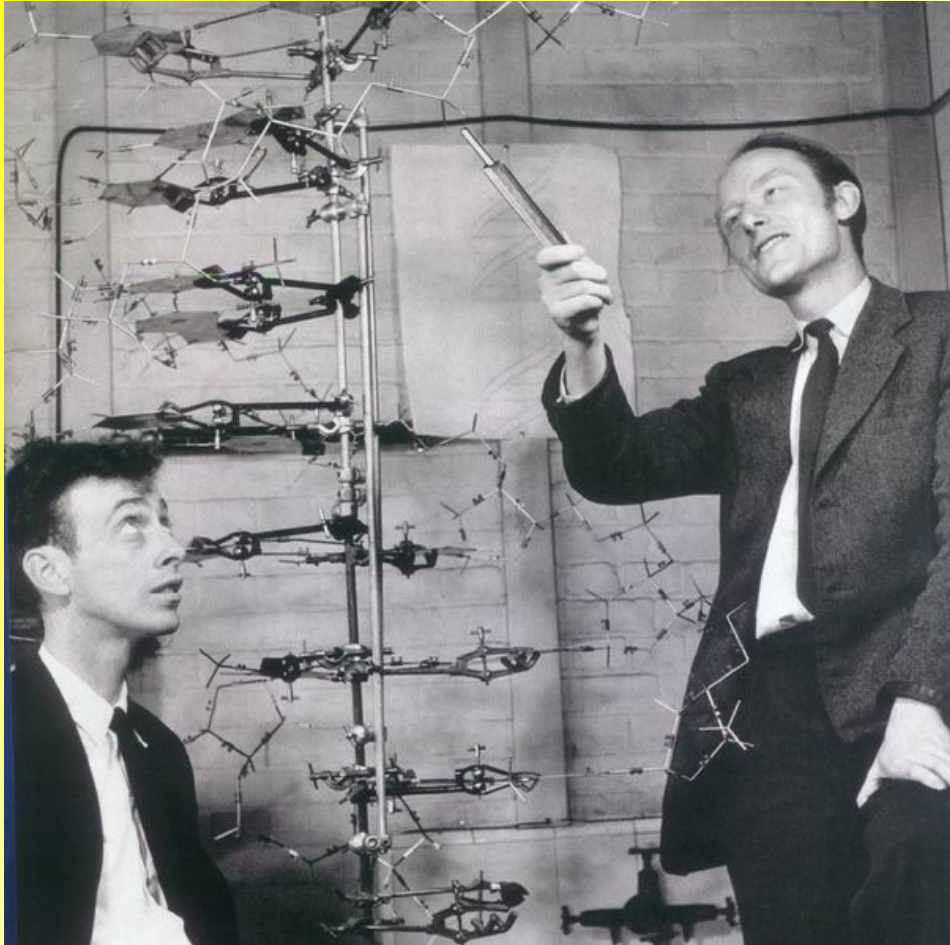
Молекулы ДНК являются *полимерами*, мономерами которых являются *дезоксирибонуклеотиды*, образованные остатками:

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](#).

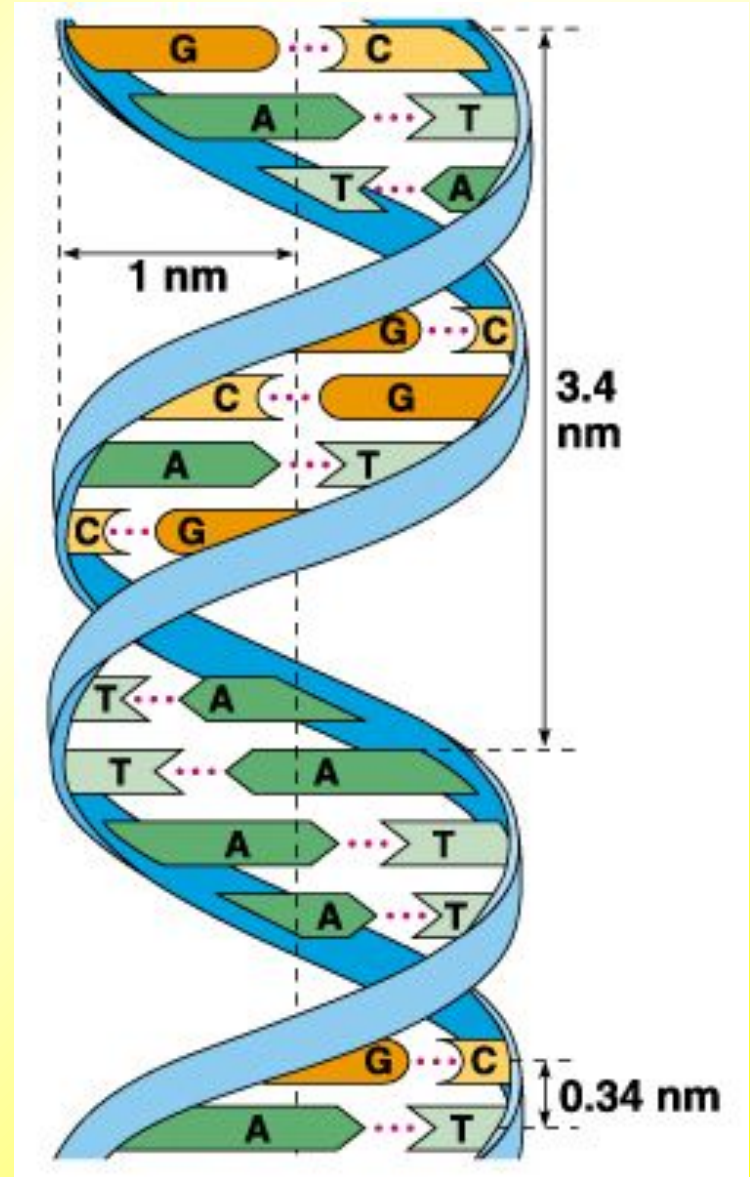
Нуклеиновые кислоты (НК)

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.

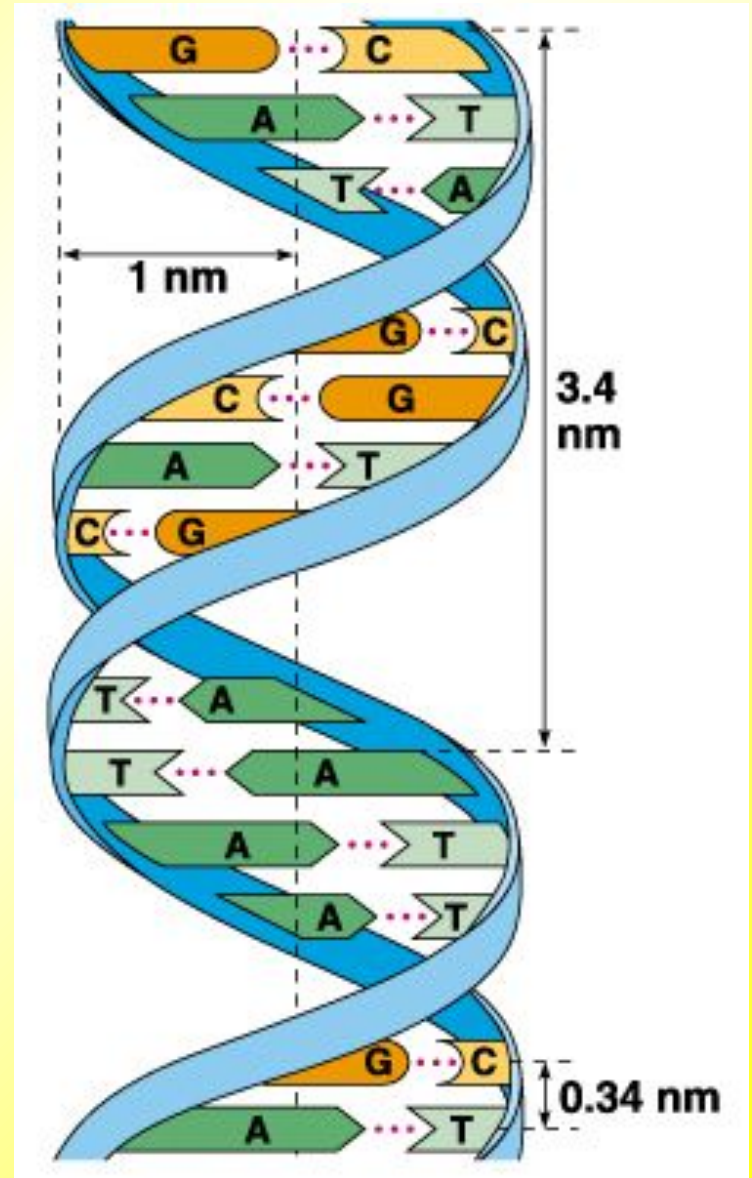
Это положение получило название "правила Чаргаффа":

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



Нуклеиновые кислоты (НК)

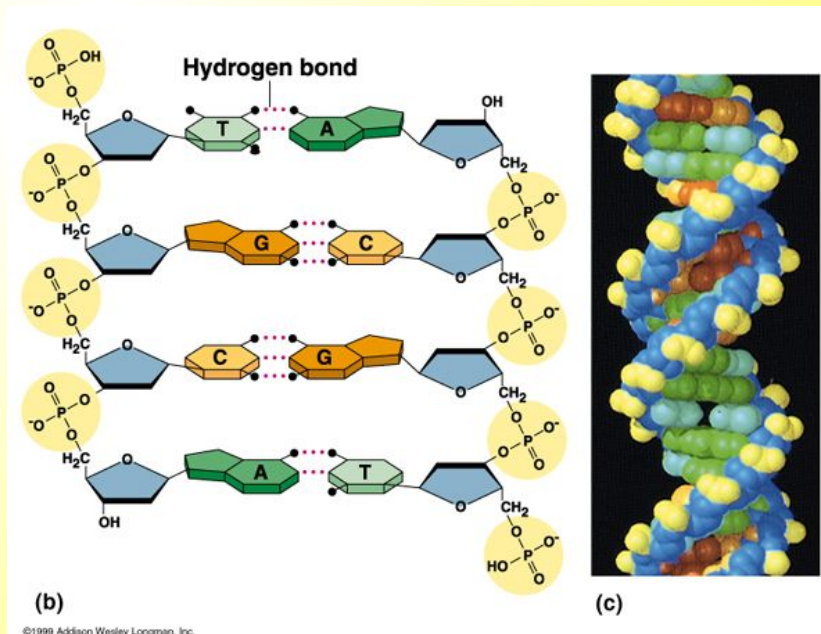
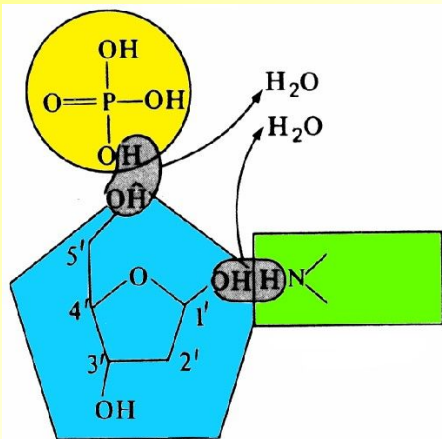
Дж. Уотсон и Ф. Крик воспользовались этим правилом при построении модели молекулы ДНК. ДНК представляет собой двойную спираль. Ее молекула образована двумя полинуклеотидными цепями, спирально закрученными друг около друга, и вместе вокруг воображаемой оси. Диаметр двойной спирали ДНК — 2 нм, шаг общей 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 1-2 м.



Нуклеиновые кислоты (НК)

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

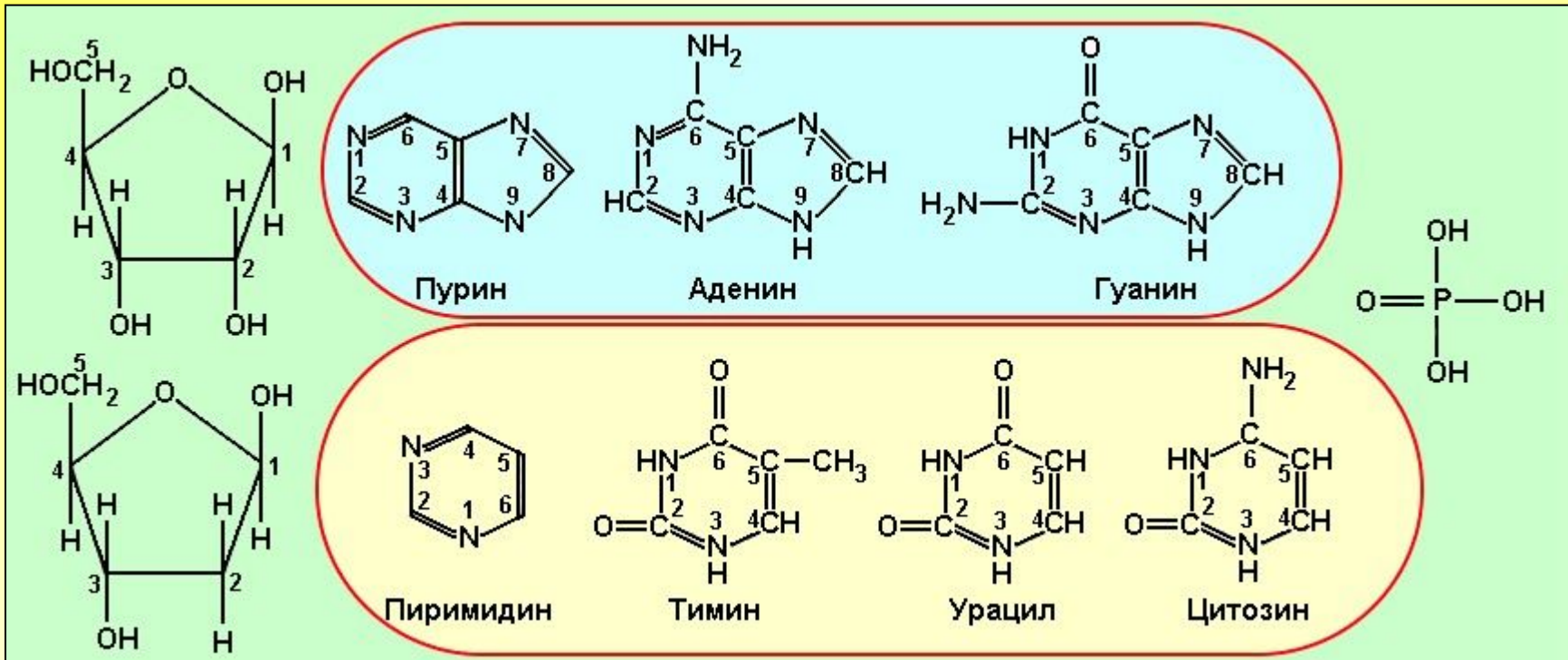
Азотистые основания имеют циклическую структуру, в состав которой наряду с атомами углерода входят атомы других элементов, в частности азота. За присутствие в этих соединениях атомов азота они и получили название азотистых, а поскольку они обладают щелочными свойствами — оснований. Азотистые основания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



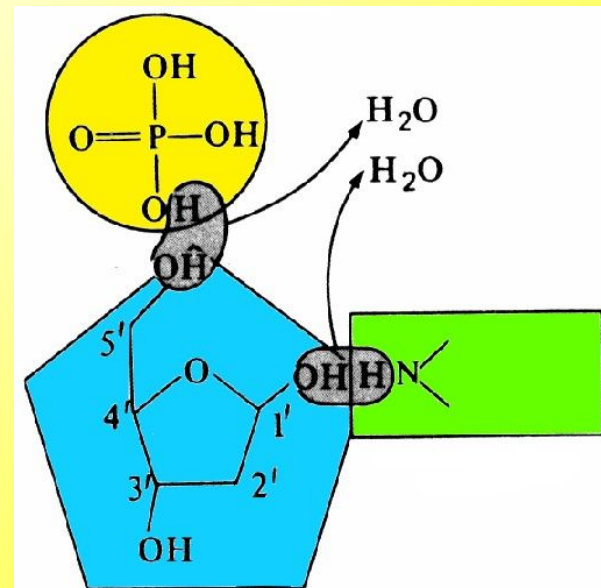
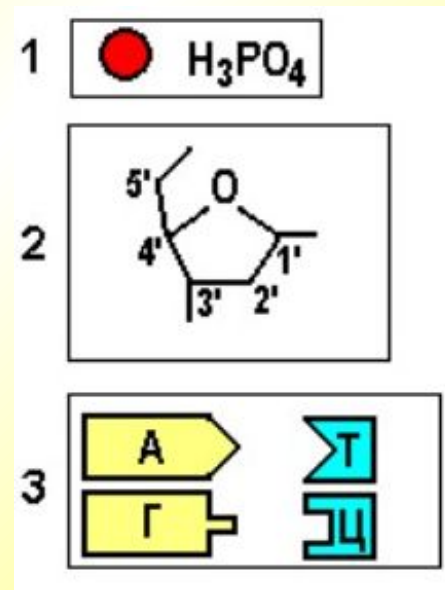
Характеристика ДНК

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.

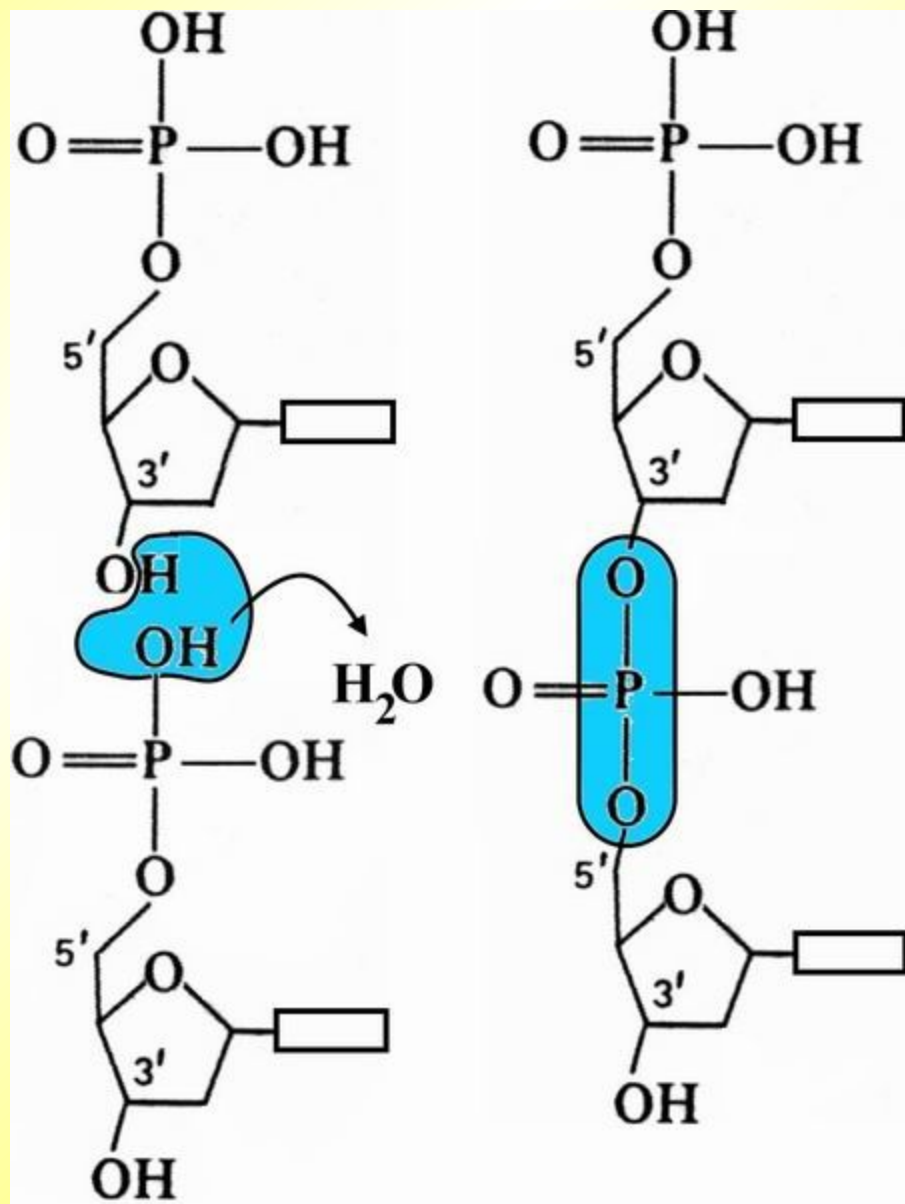


Характеристика ДНК

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**.

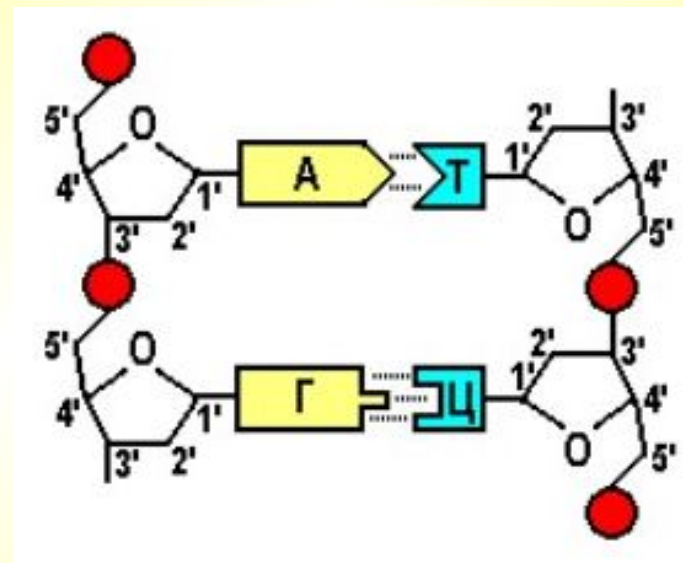
В результате образуются неразветвленные полинуклеотидные цепи. **Один конец полинуклеотидной цепи заканчивается 5'-углеродом (его называют 5'-концом), другой – 3'-углеродом (3'-концом).**



Характеристика ДНК

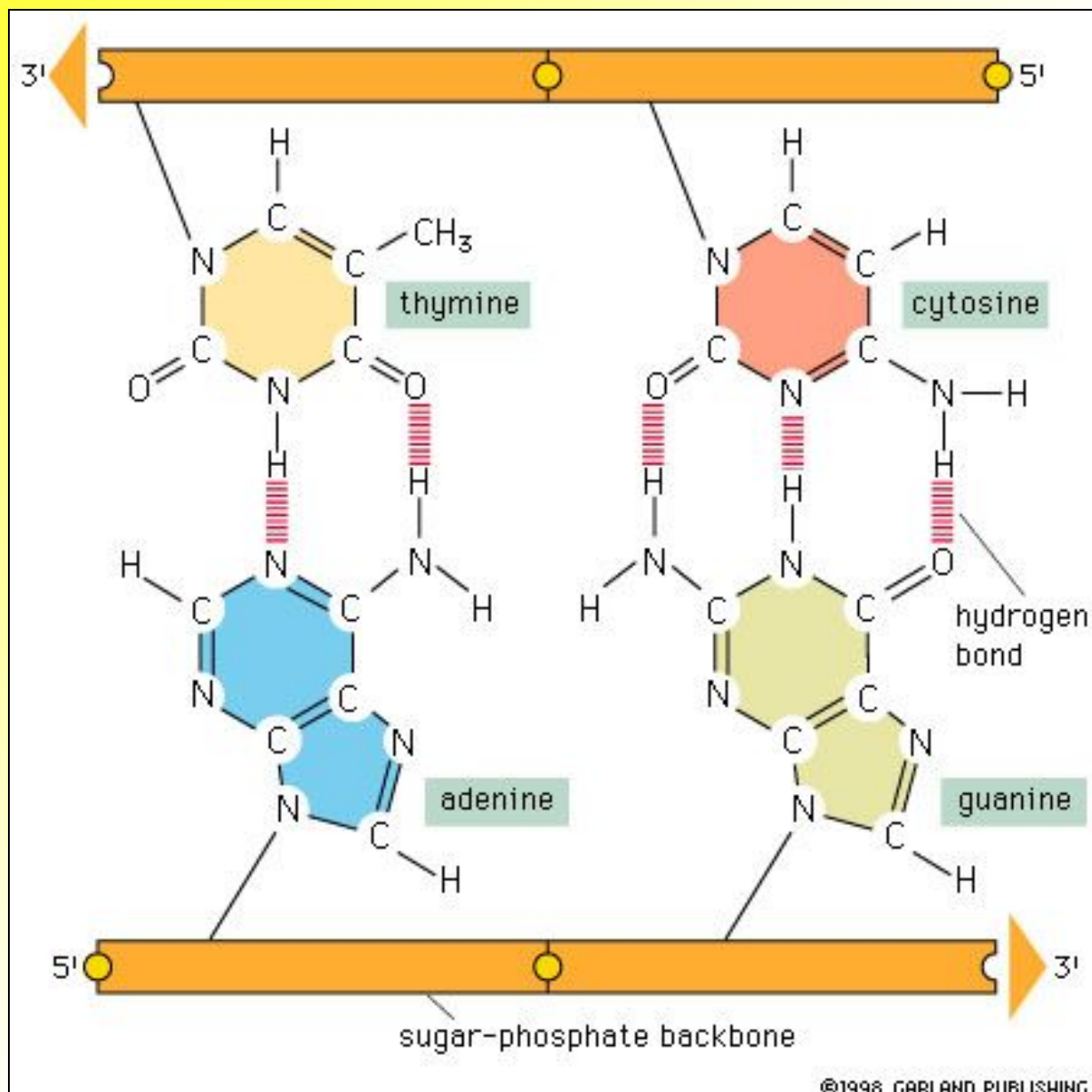
Против одной цепи нуклеотидов располагается вторая цепь.

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.

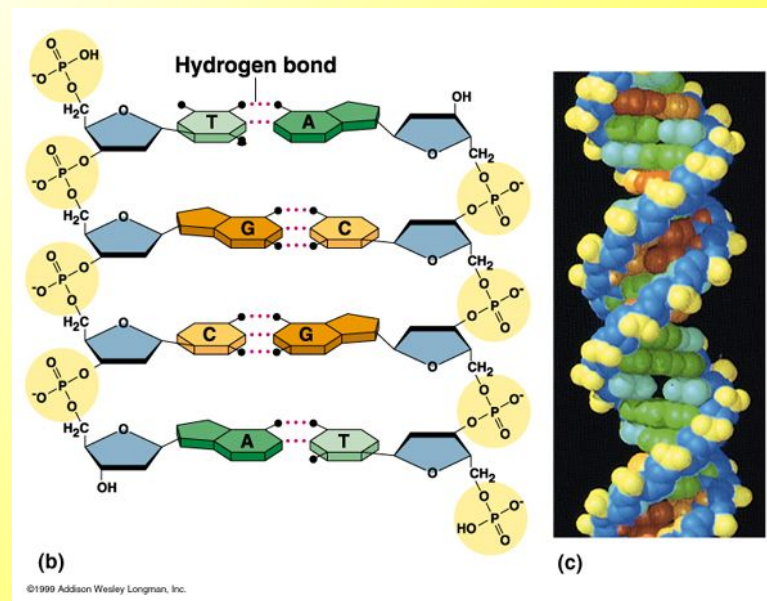
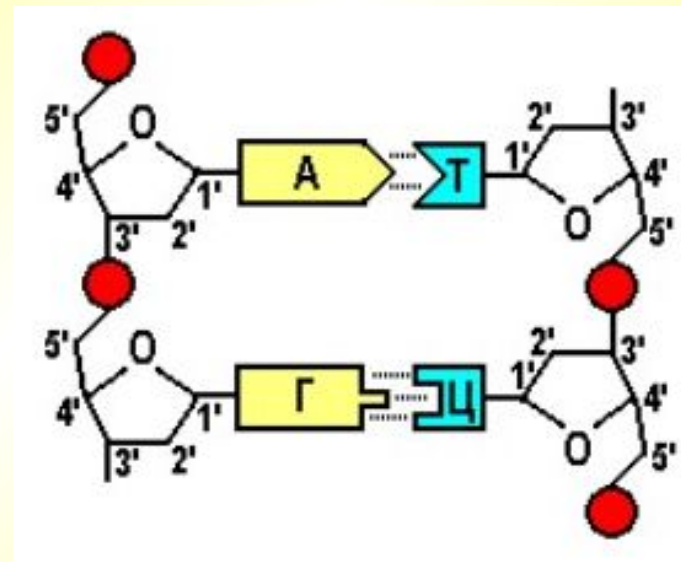


Характеристика ДНК

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**.

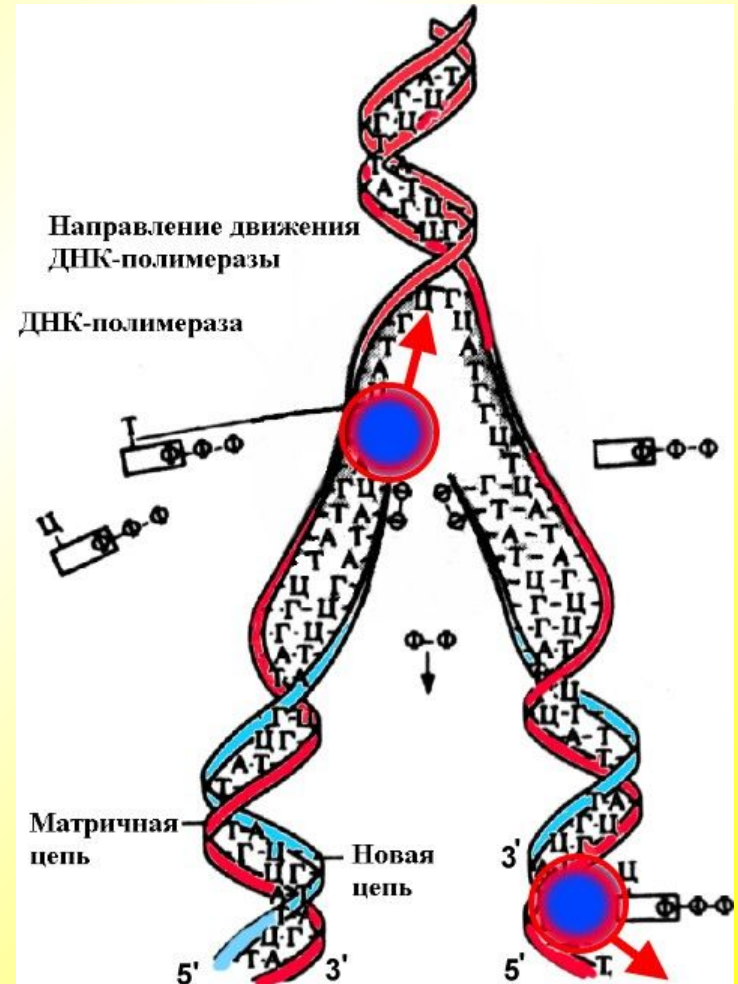


Репликация ДНК

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

Процесс самоудвоения молекулы ДНК называют *репликацией*.

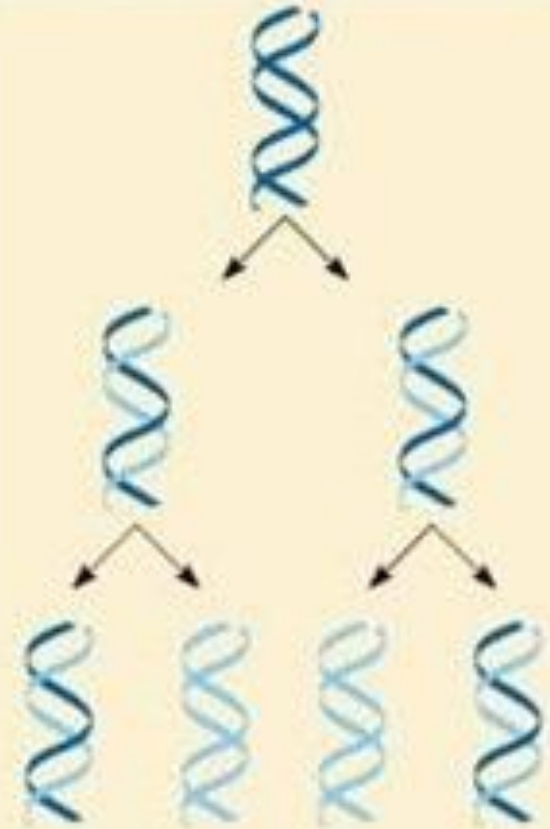
Репликация — сложный процесс, идущий с участием ферментов (ДНК-полимераз и других) и дезоксирибонуклеозидтрифосфатов.



Репликация ДНК

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.

ПОЛУКОНСЕРВАТИВНЫЙ

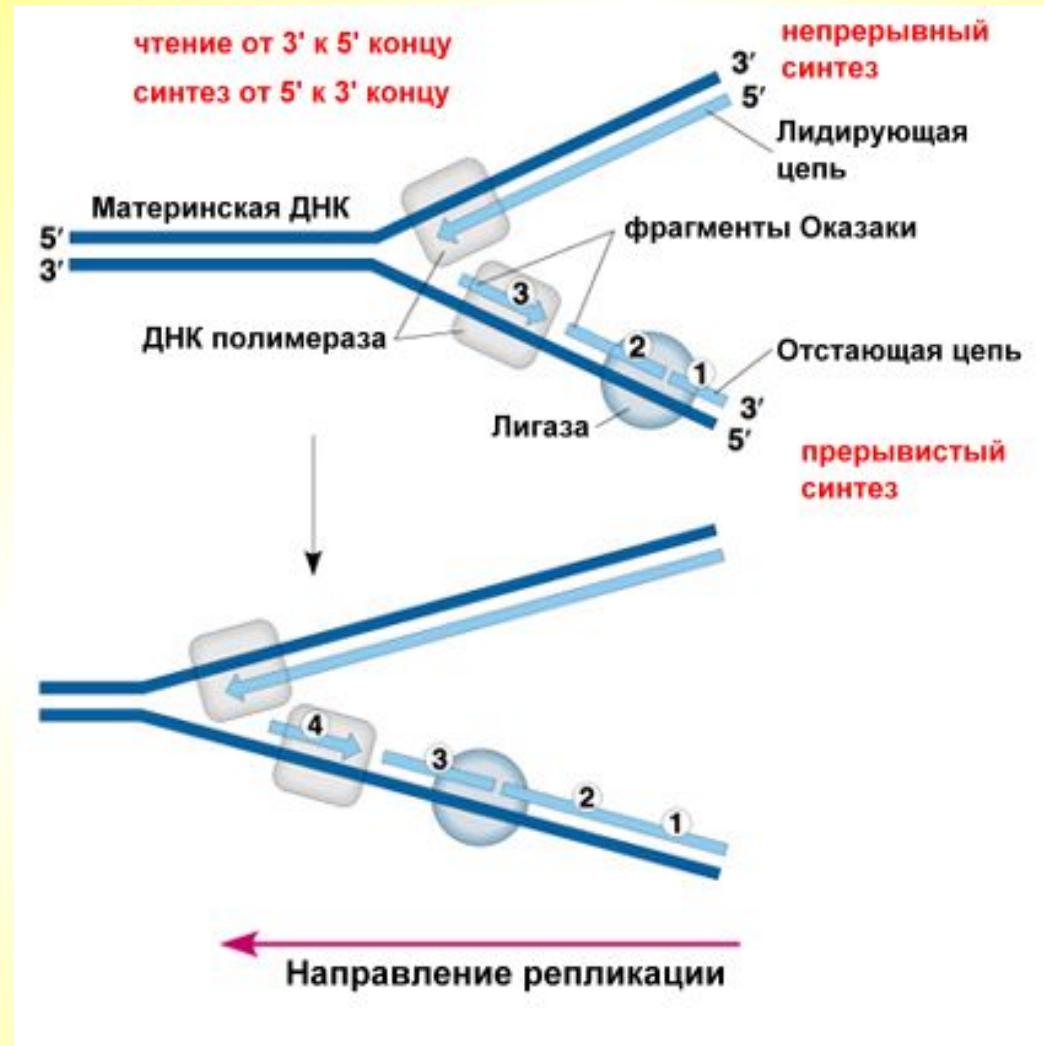


(б) Полуконсервативная модель:
В каждой дочерней ДНК одна цепь является материнской, а вторая — вновь синтезированной.

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.

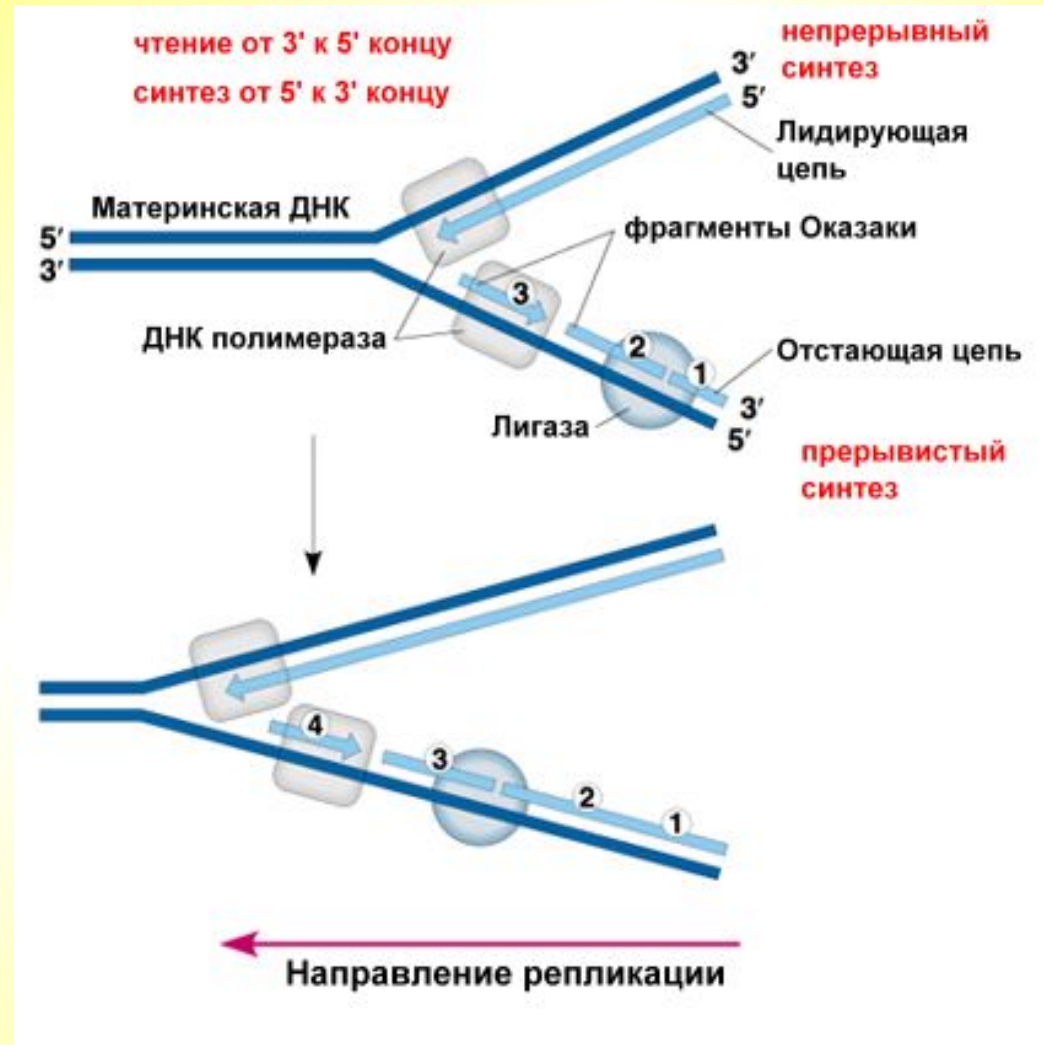
Поэтому ДНК-полимераза непрерывно передвигается в направлении 3'→5' по одной цепи, синтезируя дочернюю. Эта цепь называется лидирующей.



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.

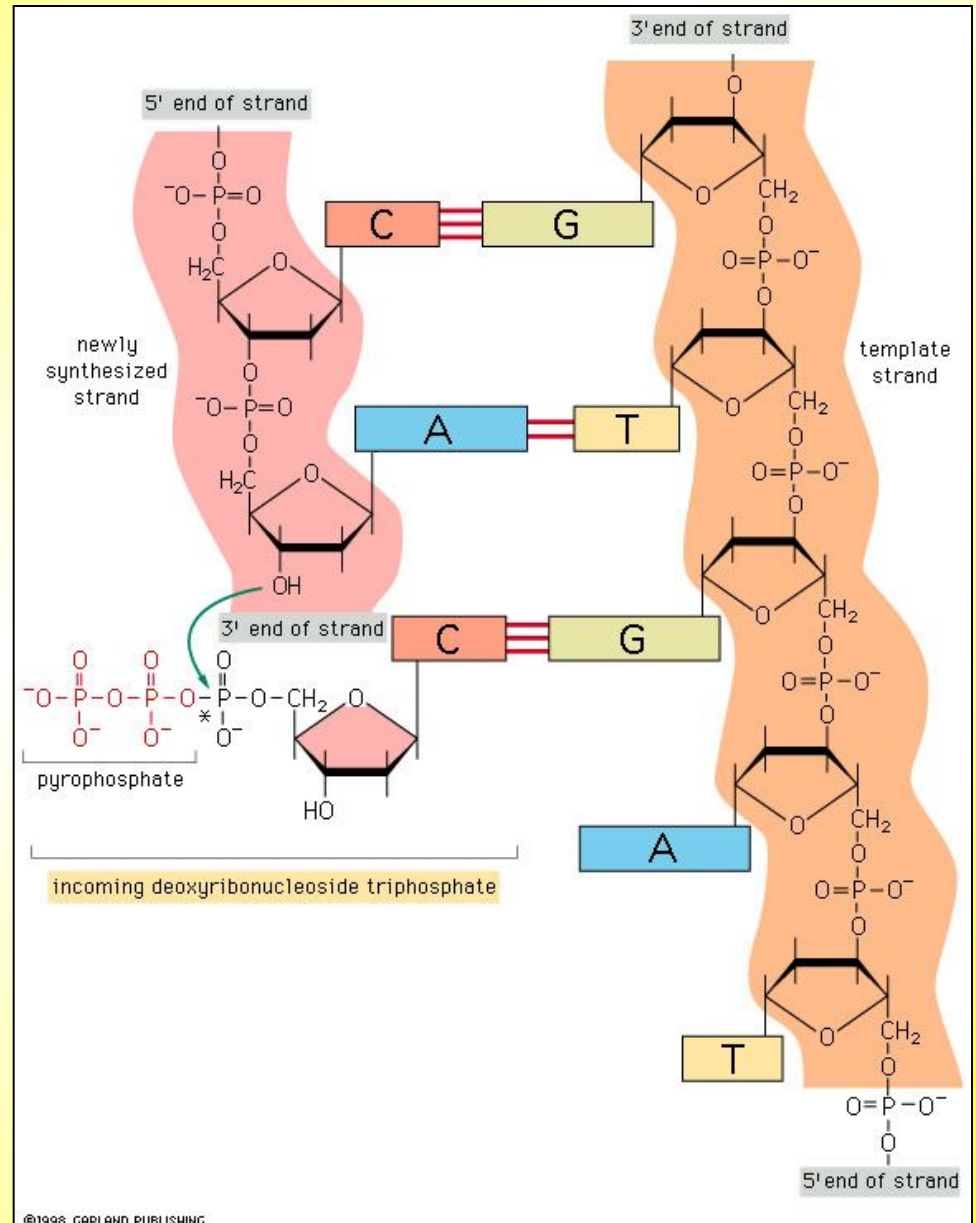
Таким образом, на цепи $3'-5'$ репликация идет непрерывно, а на цепи $5'-3'$ — прерывисто.



Репликация ДНК

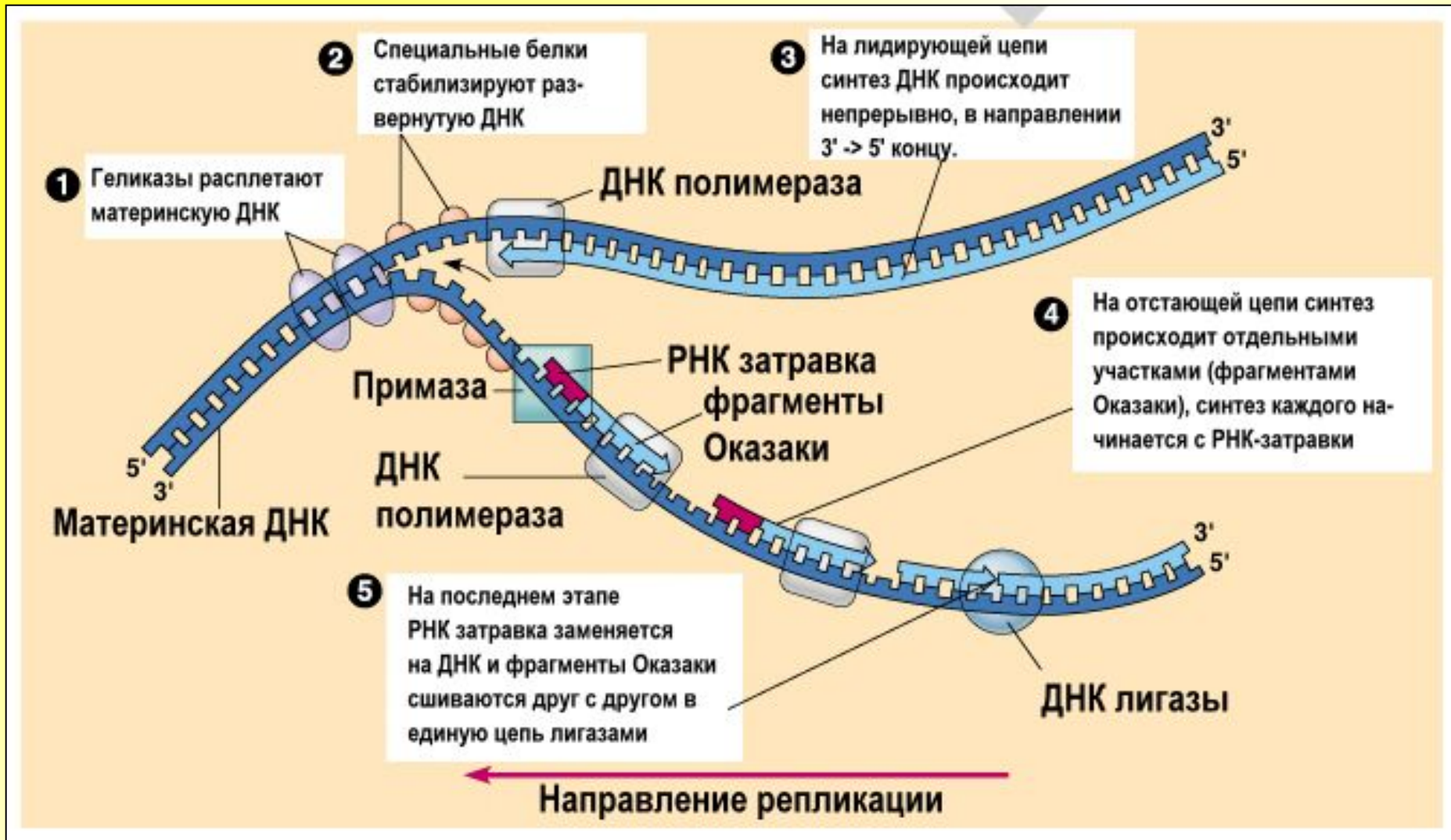
Во время репликации энергия молекул АТФ не расходуется, так как для синтеза дочерних цепей при репликации используются дезоксирибонуклеозидтрифосфаты (содержат три остатка фосфорной кислоты).

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



Репликация ДНК

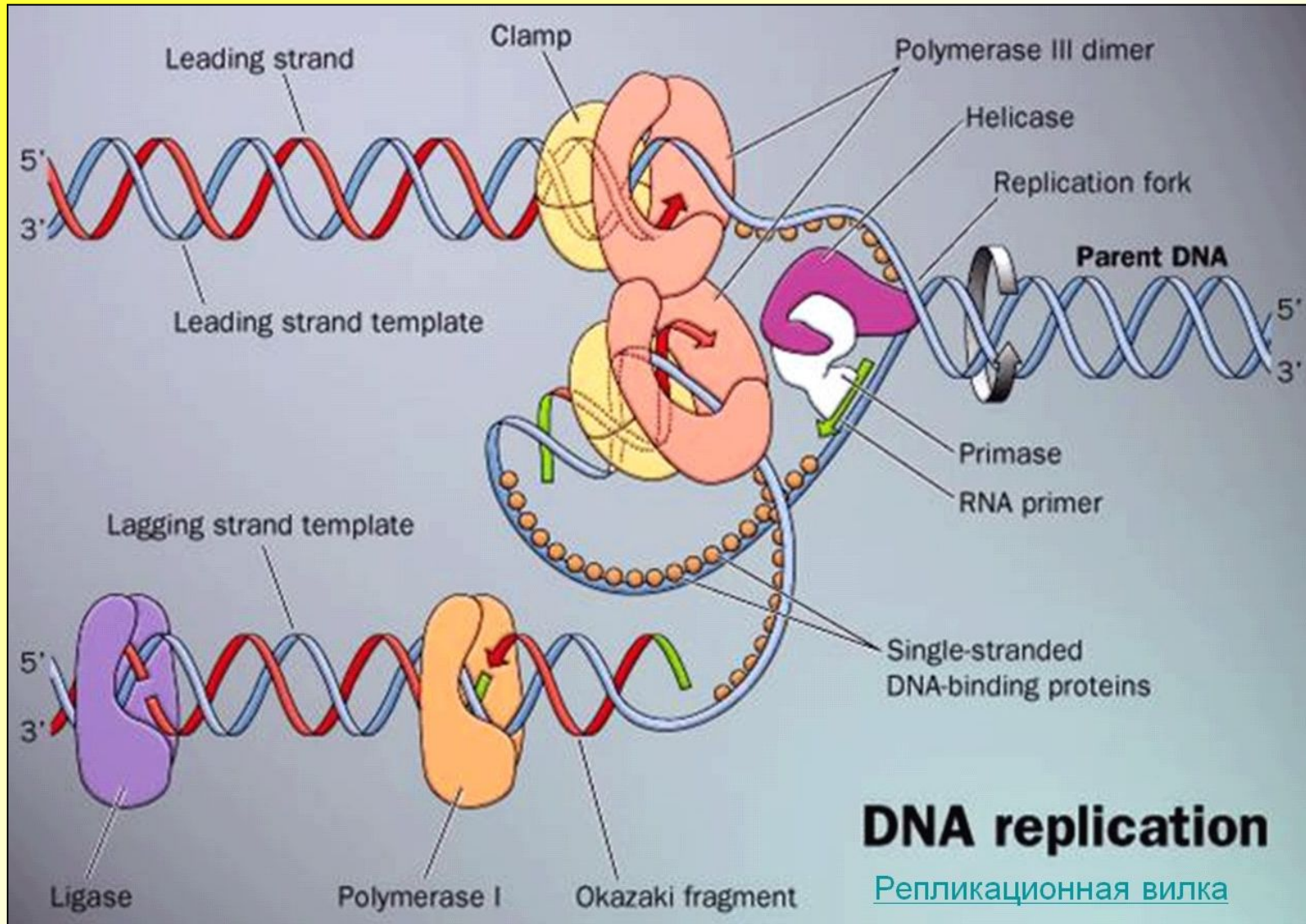
Олимпиадникам!



Что изображено на этом рисунке мы узнаем на следующем занятии

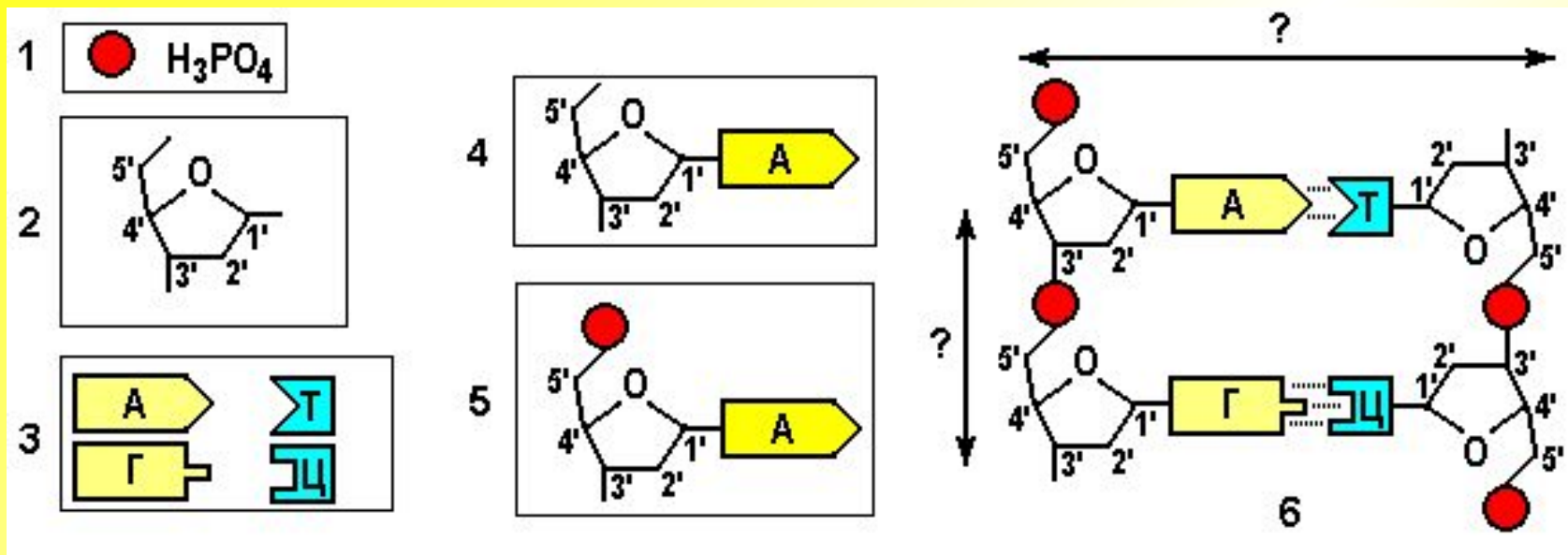
Репликация ДНК

Олимпиадникам!



Что изображено на этом рисунке мы узнаем на следующем занятии

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.