ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

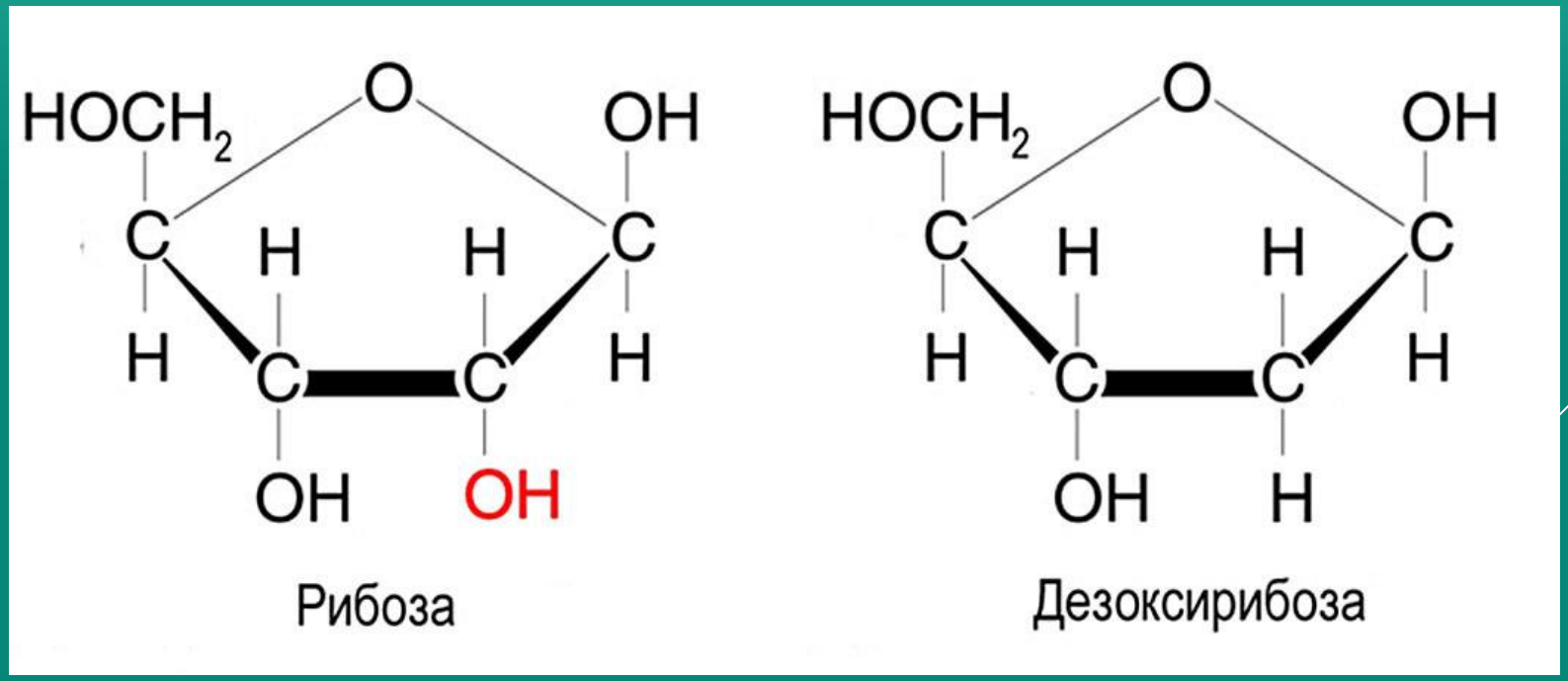
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
Кафедра фундаментальной медицины и биологии

Устройство генетического материала

Волгоград, 2025 год

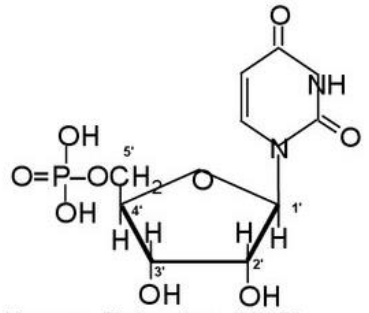
Строение нуклеиновых кислот

Нуклеиновые кислоты представляют собой биополимеры, мономерами которых являются нукеотиды. В природе существует 2 вида нуклеиновых кислот: дезоксирибонуклеиноые (ДНК) и рибонуклеиновые (РНК). Различие между ними состоит в том, что молекула ДНК содержит пятиуглеродный сахар – дезоксирибозу, а РНК – рибозу.

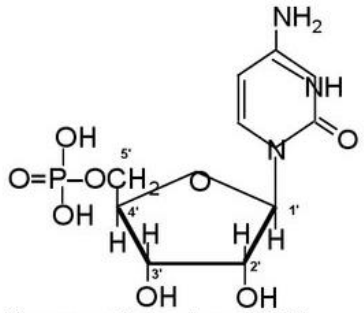


Строение нуклеиновых кислот

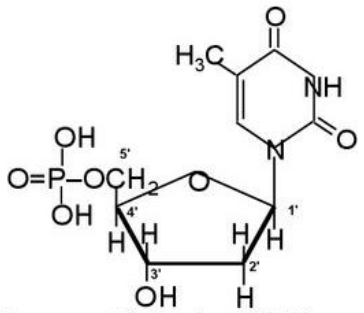
Нукеотиды – вещества, в состав которых входит азотистое основание, пятиуглеродный сахар (рибоза или дезоксирибоза) и остаток фосфорной кислоты.



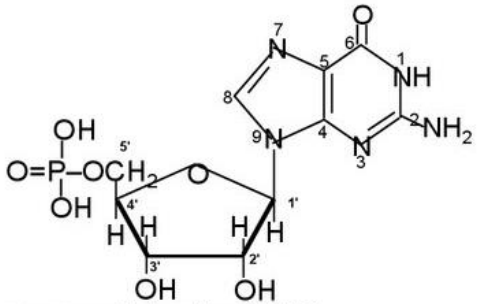
Уридин-5'-фосфат (UMP)
5'-Уридиловая кислота



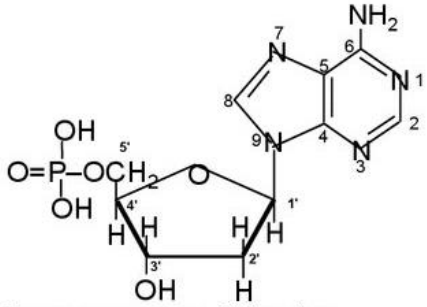
Цитозин-5'-фосфат (CMP)
5'-Цитидиловая кислота



Тимидин-5'-фосфат (TMP)
5'-Тимидиловая кислота



Гуанозин-5'-фосфат (GMP)
5'-Гуаниловая кислота

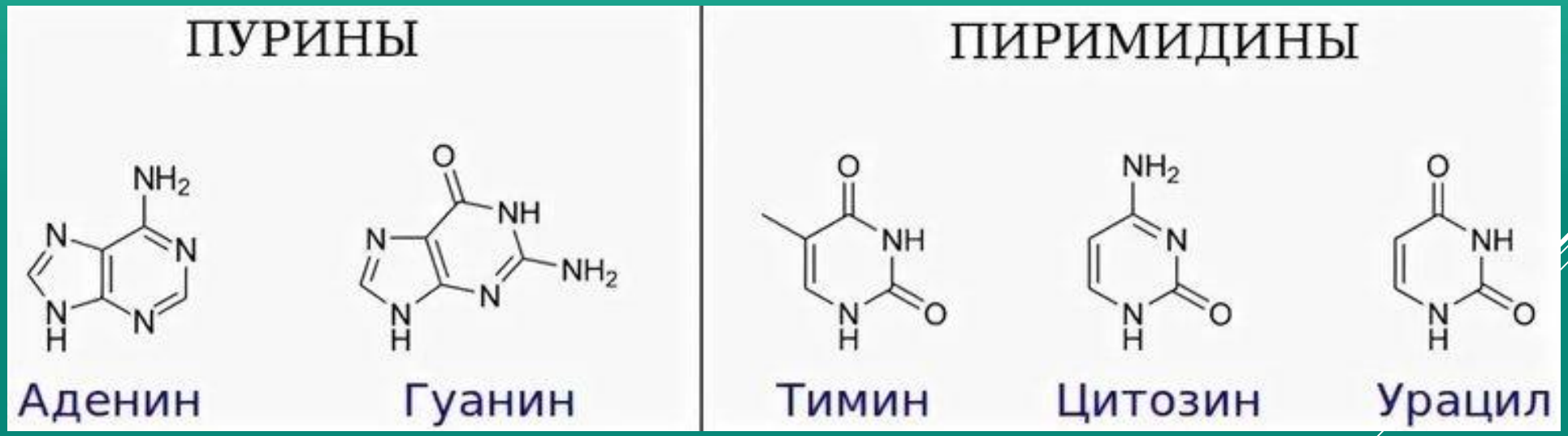


Дезоксиаденозин-5'-фосфат
(dAMP)
5'-Дезоксиадениловая кислота

Строение нуклеиновых кислот

Существует 2 вида азотистых оснований.

1. Пуриновые – аденин и гуанин.
2. Пиримидиновые – урацил, тимин и цитозин.



Строение нуклеиновых кислот

Дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК) и рибонуклеиновая кислота (РНК) представляют собой биополимер, мономером которого является нуклеотид.

В состав нуклеотидов молекулы ДНК входят 4 азотистых основания: аденин, гуанин, цитозин и тимин, при этом в РНК – тимин заменяется на урацил.

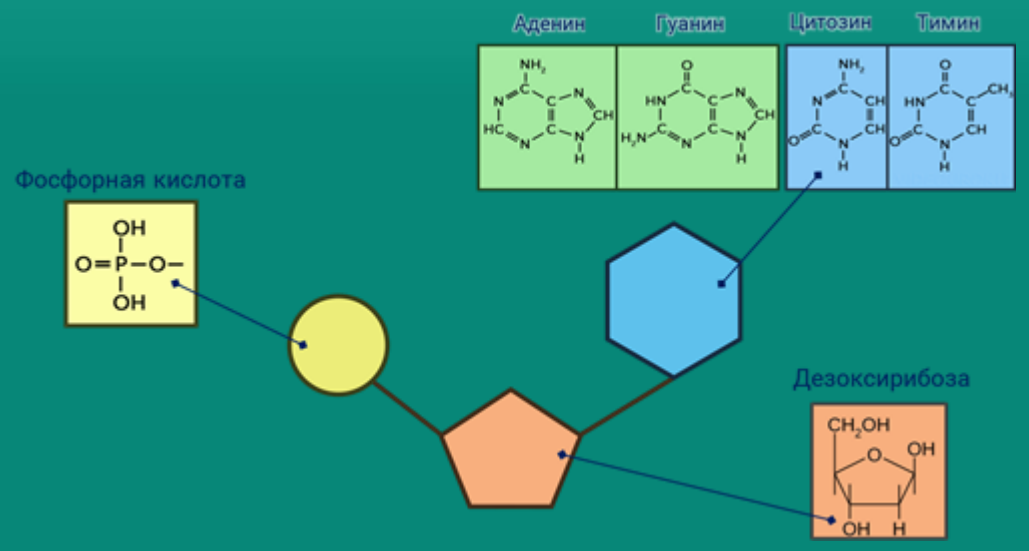
«Сравнительная характеристика ДНК и РНК»

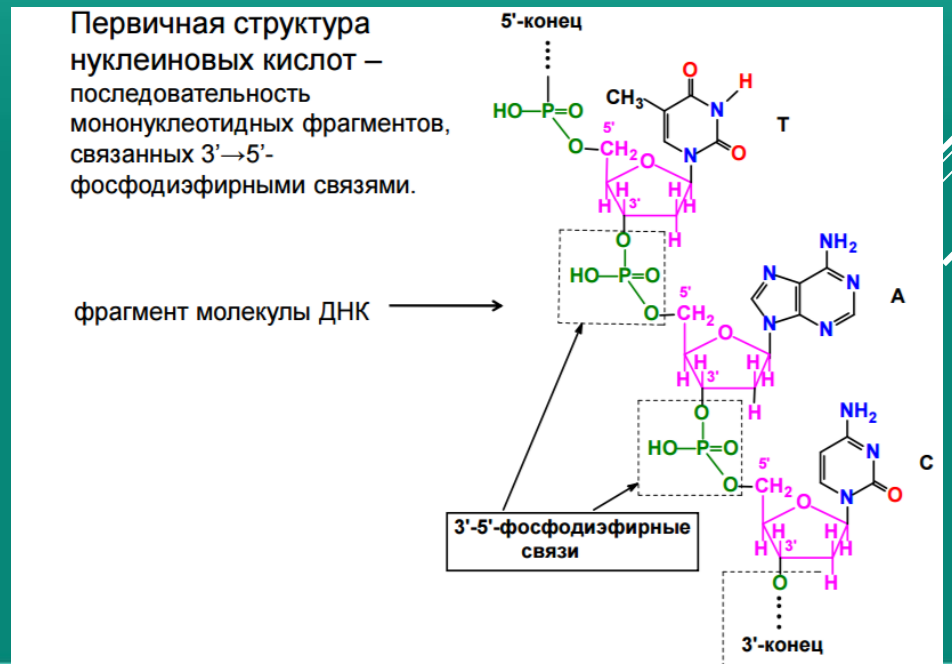
Признаки	ДНК	РНК
Местонахождение в клетке	Ядро, митохондрии, хлоропласты	Ядро, рибосомы, гиалоплазма, митохондрии, хлоропласты
Местонахождение в ядре	Хромосомы	Ядрышко
Строение макромолекулы	Двойная полинуклеотидная цепочка, свёрнутая в правозакрученную спираль	Одинарная полинуклеотидная цепочка
Мономеры	Дезоксирибонуклеотиды	Рибонуклеотиды

Первичная структура нуклеиновых кислот

В полинуклеотидной цепочке нуклеотиды связаны между собой ковалентными связями, которые образуются между фосфатной группой одного нуклеотида и гидроксильной группой пентозы другого. Такие связи называются фосфодиэфирными. Фосфатная группа образует мостик между 3’-углеродом одного пентозного цикла и 5’-углеродом следующего. За счет присутствия остатка фосфорной кислоты, все нуклеиновые кислоты **отрицательно заряжены.** Такое образование называется **первичной структурой нуклеиновых кислот.**

5'- и 3'-концы — обозначения асимметричных концов цепи нуклеиновых кислот. Цифры относятся к нумерации атомов углерода в дезоксирибозе/рибозе, образующим важную часть остова молекулы.

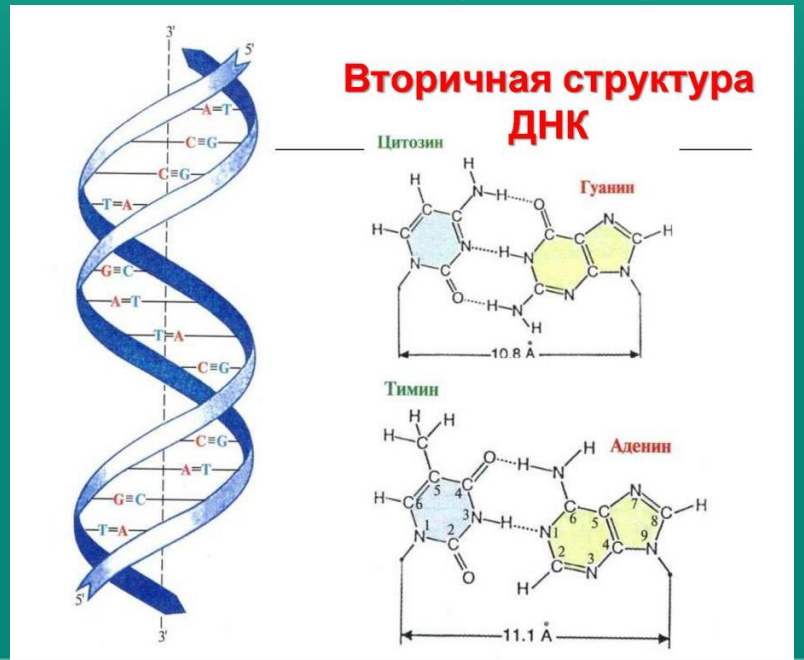




Вторичная структура нуклеиновых кислот

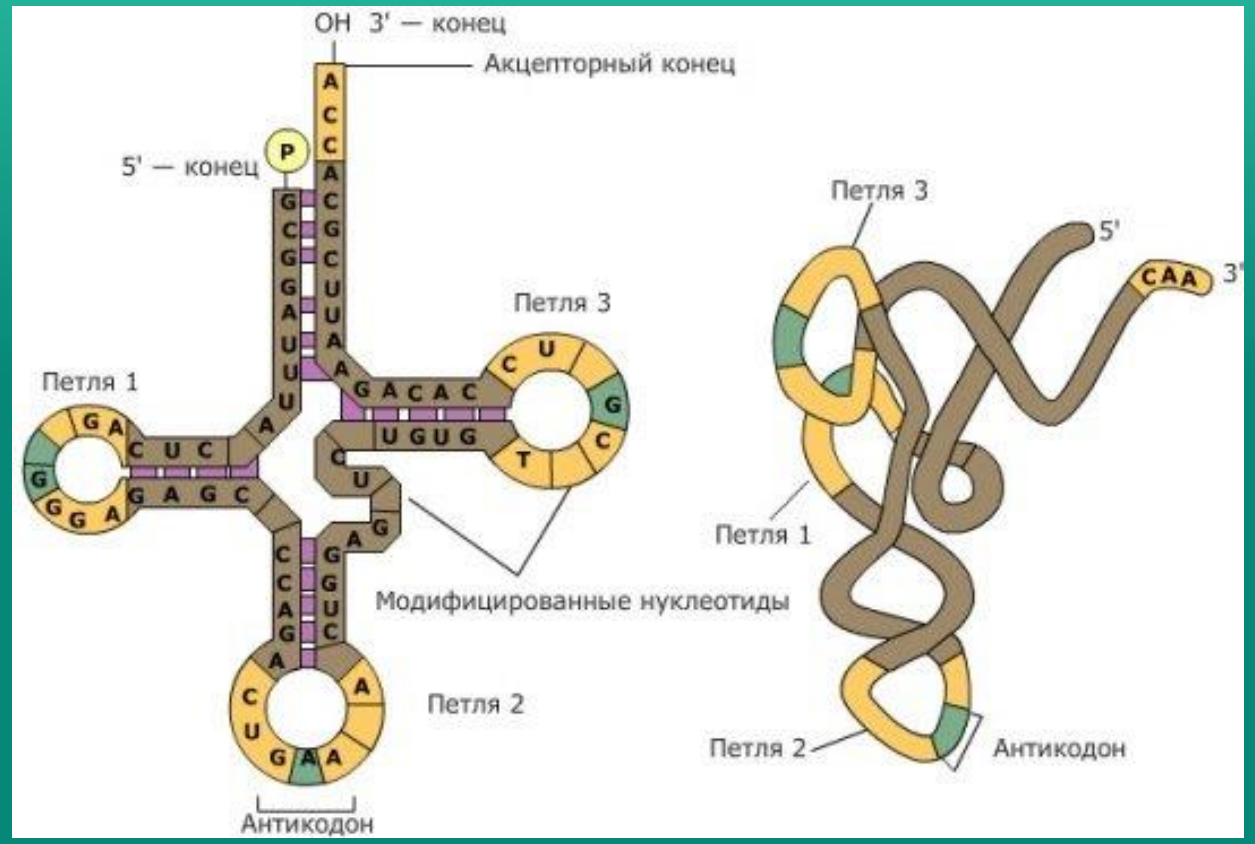
Вторичная структура **ДНК** представлена тем, что полинуклеотидная цепь закручена в 2 спирали, которые соединены между собой водородными связями, образующимися между аденином и тимином (2 связи) и гуанином и цитозином (3 связи). Нуклеотиды А и Т, Г и Ц называются комплементарными. От сюда следует, что число адениловых нуклеотидов равно числу тимидиловых, а число гуаниловых – числу цитидиновых. Правило Чаграффа.

Двойная цепь является правозакрученной и антипараллельной, т.к. одна нить закручена в направлении от 5’-конца к 3’-концу, а вторая - от 3’-конца к 5’-концу.



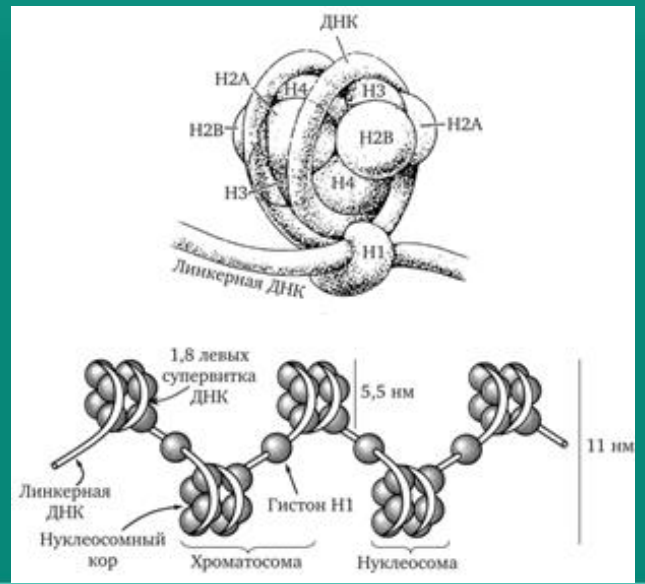
Вторичная структура нуклеиновых кислот

Вторичная структура **РНК** (транспортной) представлена тем, что полинуклеотидная цепь закручена в так называемый «клеверный лист».



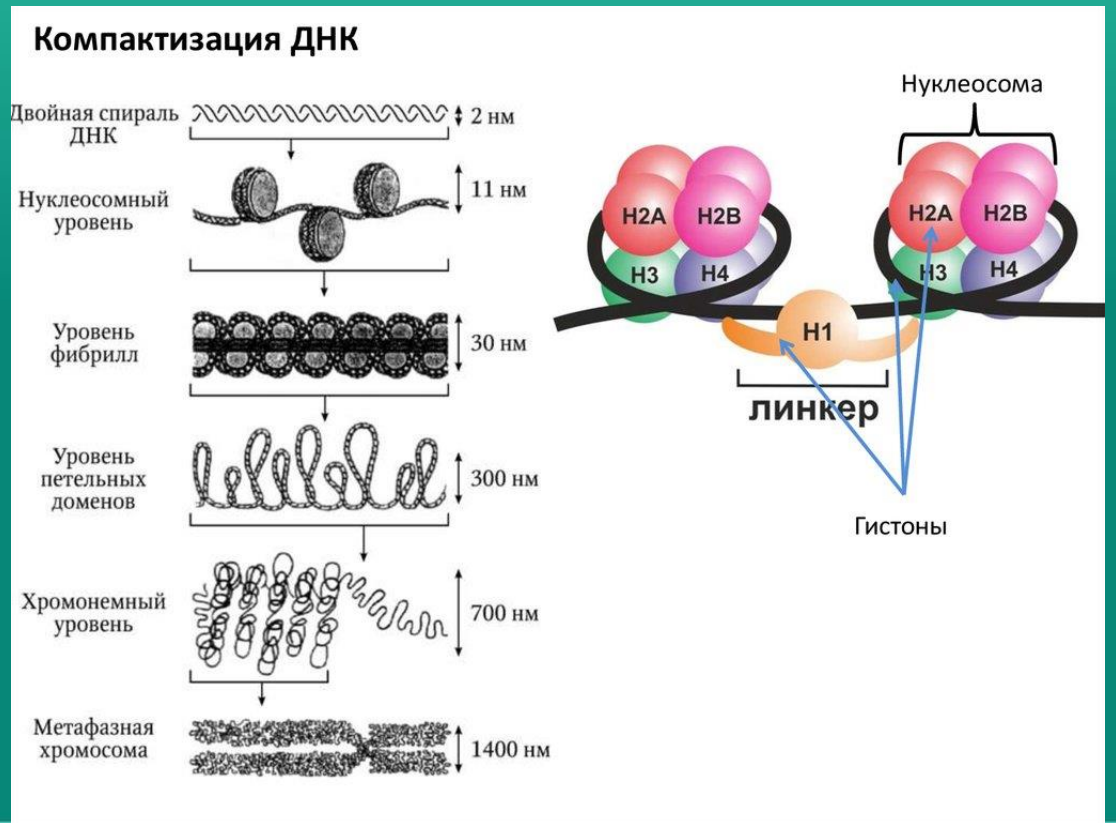
Третичная структура нуклеиновых кислот

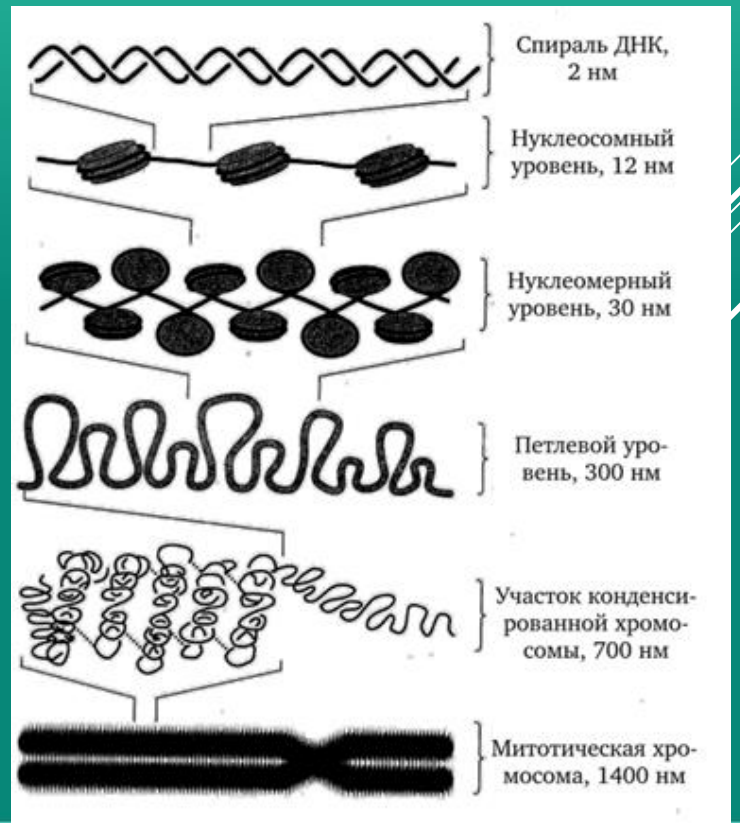
В третичной структуре ДНК «упаковывается» в хромосому. Происходит при помощи белков-гистонов (**заряжены положительно** за счет имеющихся в них остатков аргинина и лизина). Они бывают ненуклеосомными (H1) и нуклеосомными (H2A, H2B, H3 и H4). Нуклеосомные белки, укладываясь блоками, образуют гистоновый октамер, на который накручивается ДНК, образуя элементарную единицу хроматина – нуклеосому. Далее присоединяются ненуклеосомные белки и «стягивают» нуклеосомы, образуя **соленоидный** уровень компактизации.



Третичная структура нуклеиновых кислот

Далее комплекс ДНК с гистоновыми белками образует изгибы и петли, формируя компактные тела – **хромомеры**. Хромомеры сближаются и образуют толстые нити – **хромонемы**, которые формируются в **хроматиду.**





Репликация ДНК

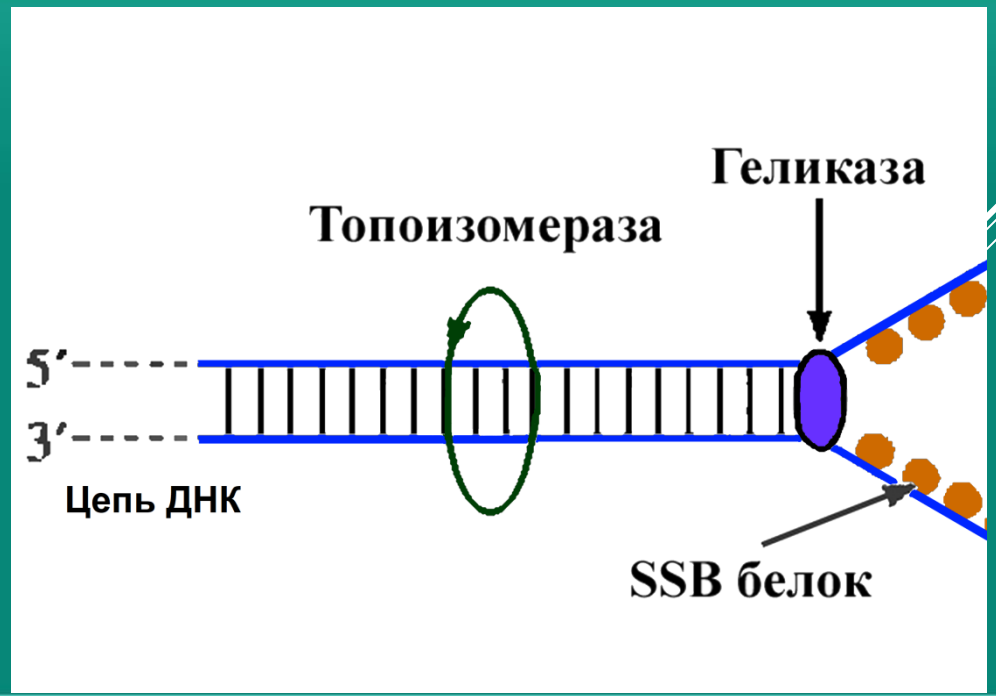
Репликация ДНК – это процесс, при котором информация, закодированная в последовательности оснований родительской ДНК, передается с максимальной точностью дочерней ДНК.

Любой матричный процесс (репликация, транскрипция, трансляция) проходит в 3 стадии: инициация, элонгация и терминация.

Репликация ДНК

Инициацию регулируют сигнальные белковые молекулы – факторы роста, которые связываются с клеточными рецепторами и передают сигнал о начале деления клетки.

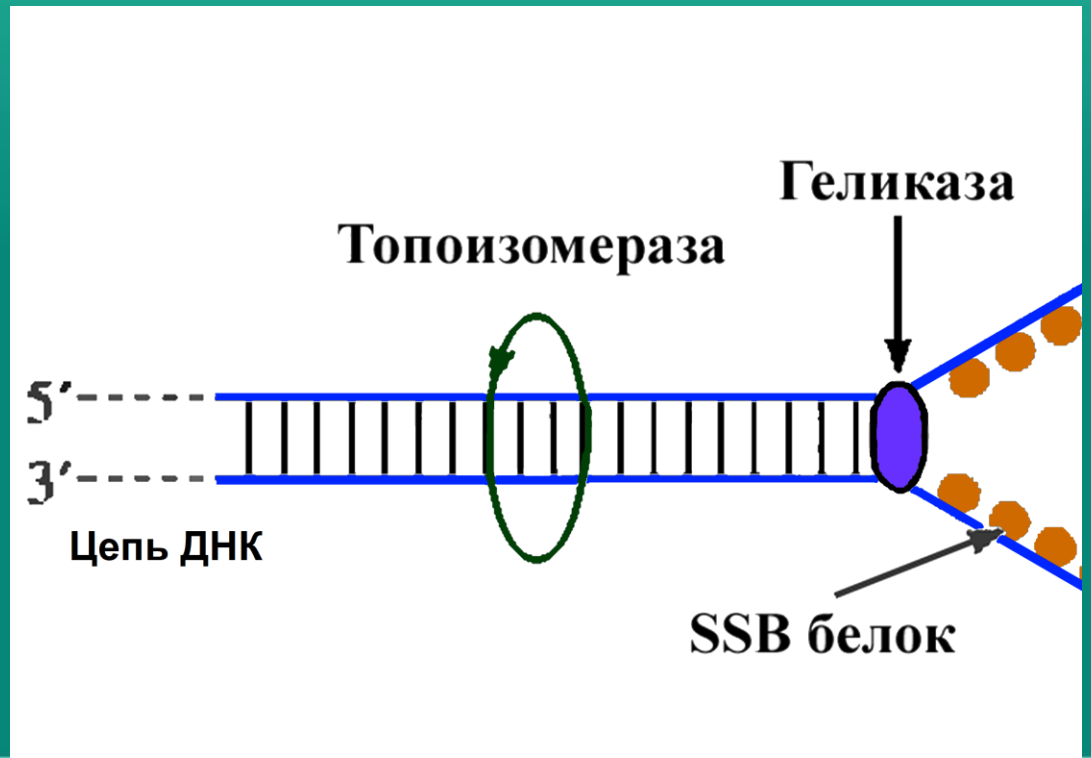
На определенной участок ДНК (точка начала репликации / точка инициации) присоединяется белок **топоизомераза,** который разрывает **фосфодиэфирную связь**. Далее присоединяется другой фермент **ДНК-геликаза**, который разрывает **водородные связи** и тем самым способствует раскручиванию цепей ДНК и образования репликативной вилки.



Репликация ДНК

Чтобы при образовании репликативной вилки, цепи ДНК не образовали петель между собой, на обе цепи присоединяются **SSB-белки (белки Альбертса, стабилизирующие белки).**

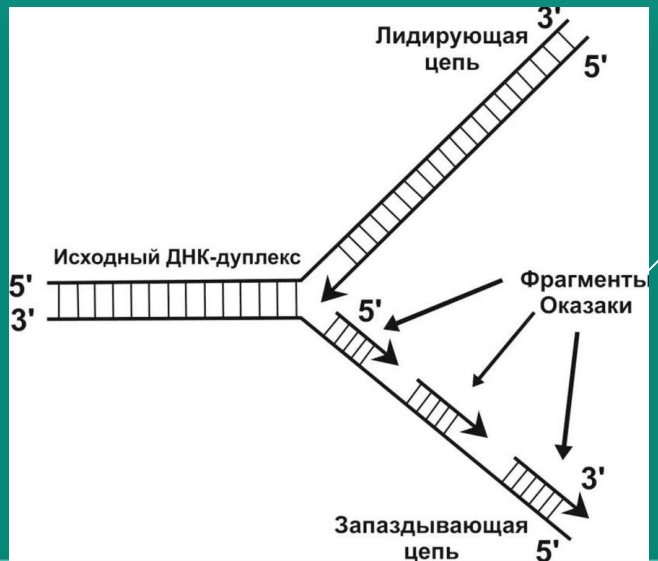
Далее образуются лидирующая и отстающая цепи.



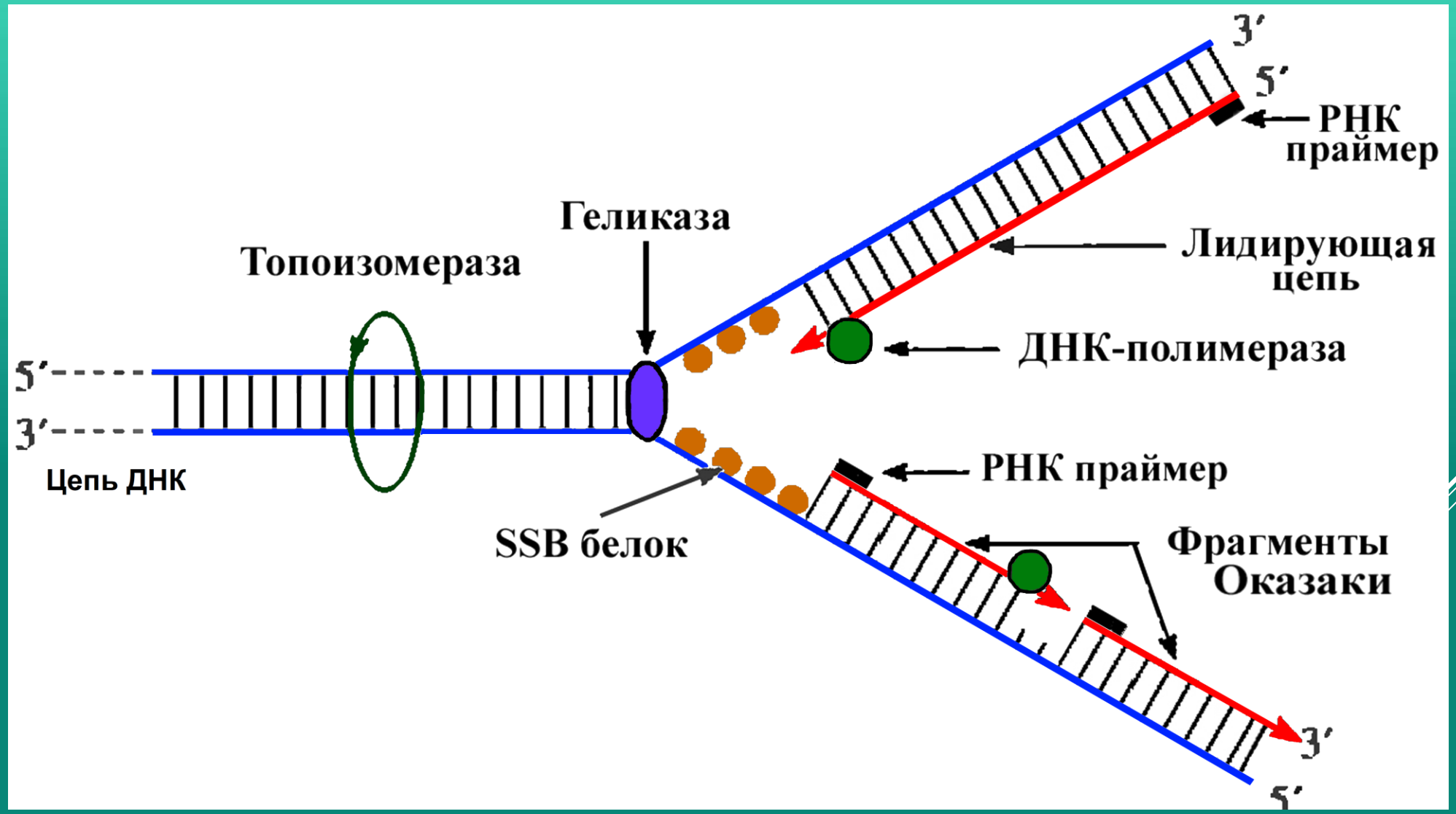
Репликация ДНК

Элонгация. На каждой из цепей присоединяется фермент РНК-полимераза (праймаза), которая формируют затравки – РНК-праймеры (для присоединений ДНК-полимеразы). **ДНК-полимераза** – основной фермент репликации, синтезирующий дочернюю цепь. На лидирующей цепи синтез проходит непрерывно по движению репликативной вилки.

На отстающей цепи синтез проходит против движения репликативной вилки и короткими фрагментами **(фрагментами Оказаки).** Фрагменты дочерней цепи сшиваются ферментами **ДНК-лигазами.**

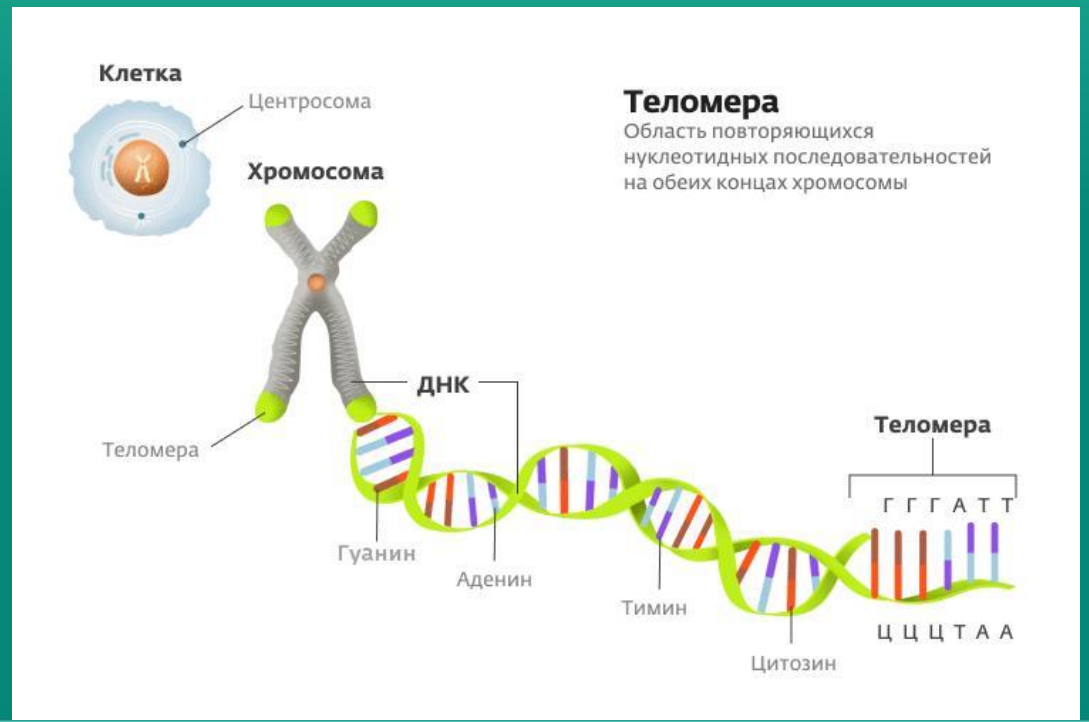


Репликация ДНК



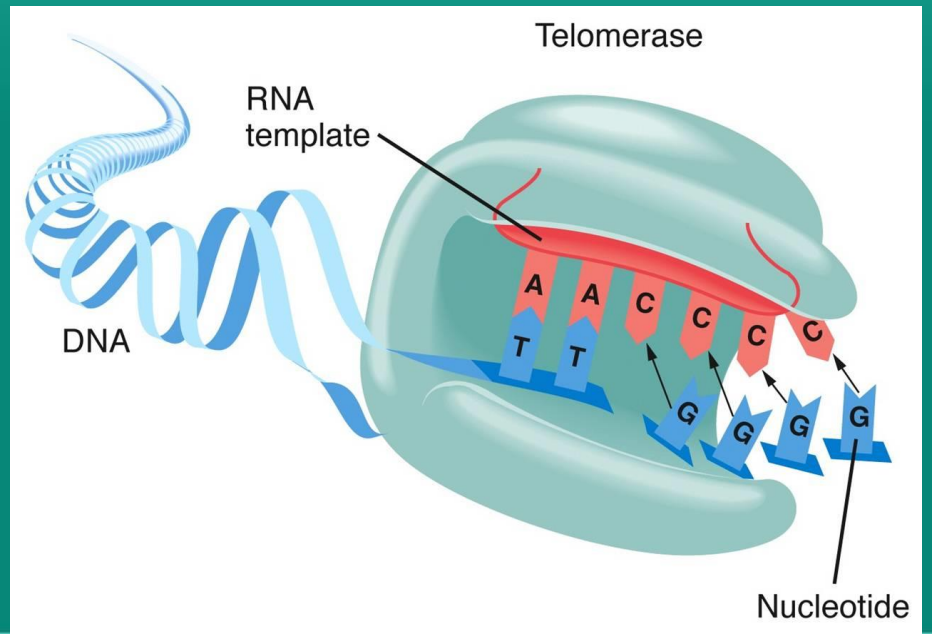
Репликация ДНК

Терминация. На каждом участке хромосомы присутствует специфическая последовательность, так называемая **теломерная последовательность**. ДНК-полимераза, столкнувшись в этой последовательностью не может вести дальнейший синтез ДНК и цепь укорачивается. За счет присутствия таких последовательностей, клетка может поделиться всего 2 раза **(предел Хейфлика).**



Репликация ДНК

Теломераза представляет собой фермент рибонуклеопротеин, который состоит из белкового компонента, образующего комплекс с РНК-компонентом. Располагается на концах хромосом эукариот. Она необходима для удлинения и поддержания теломер. Добавляя последовательности теломерных повторов к концам хромосомной ДНК, теломераза тем самым компенсирует потери, которые происходят с каждым циклом репликации ДНК.



Спасибо за внимание!