

# Репродукция клетки

# Клеточные популяции

По отношению к делению и по продолжительности существования различают

## три клеточные популяции

1. Стабильная (кардиомиоциты, нервные клетки)
2. Растущая (клетки паренхиматозных органов)
3. Обновляющаяся (клетки крови, кожного эпителия, слизистых оболочек)

# Клеточные популяции

## 1. Стабильная

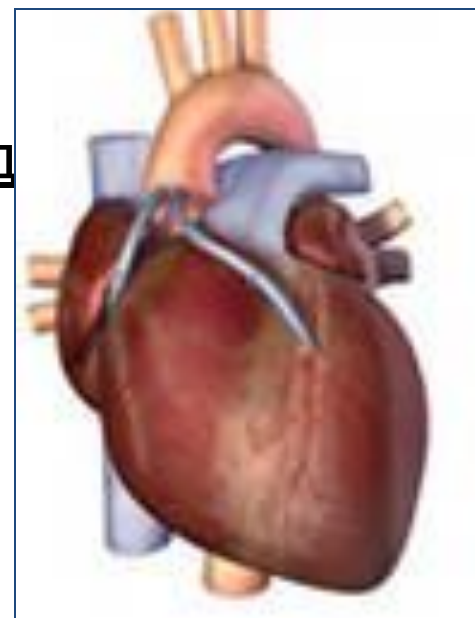
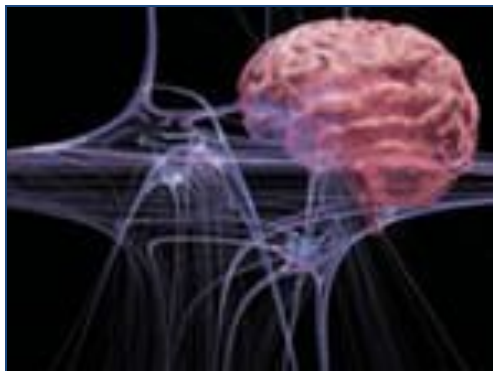
Клетки – высокодифференцированные

- большая продолжительность жизни

- практически не делятся

нервные клетки

клетки миокарда



# Клеточные популяции

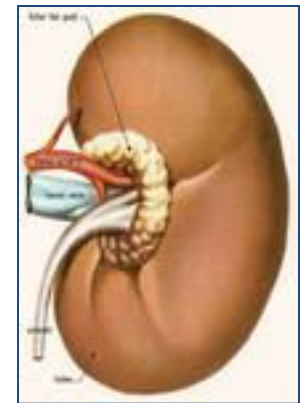
## 2. Растущая

Клетки – высокодифференцированные

- большая продолжительности

ЖИЗНИ

- способны делиться



# Клеточные популяции

## 3. Обновляющаяся

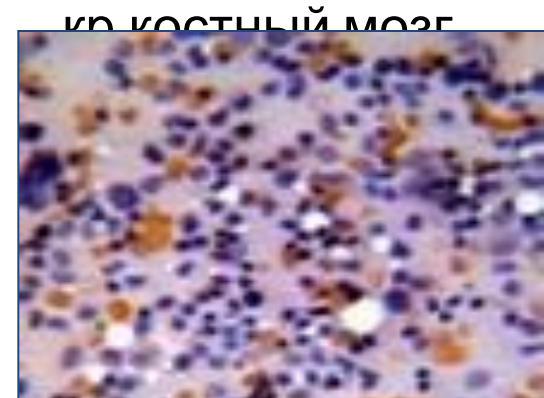
Два типа клеток: а.

высокодифференцированные

б. недифференцированные

(камбиальные, стволовые)

Примеры тканей:



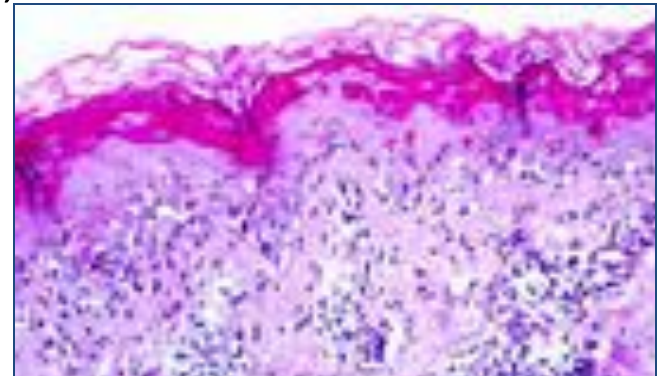
# Обновляющаяся популяция

## а. Дифференцированные клетки

- выполняют специфические функции;
- короткоживущие, быстро отмирают;
- неспособны делиться;

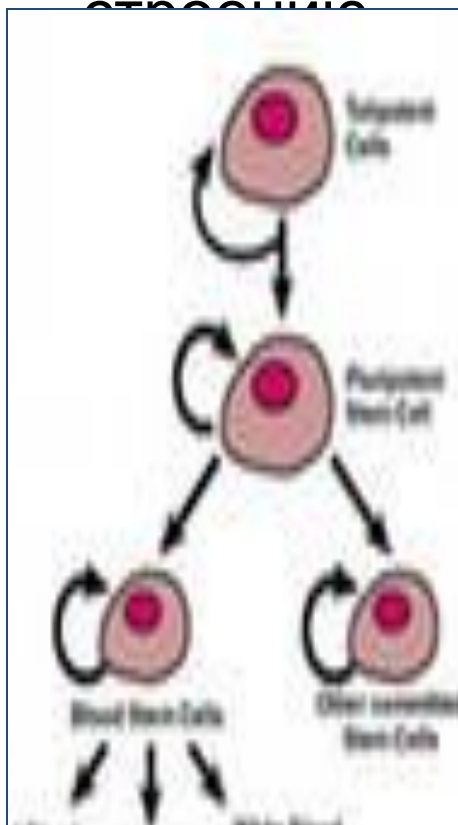
## Примеры скорости обновления тканей:

- Слизистая 12-п. кишки - в среднем 10 час.;
- Роговица глаза – около 3-х суток;
- Эпидермис – около 24 суток; ----->
- Лейкоциты – несколько суток;
- Эритроциты – 3-4 мес.;



# Стволовые клетки

## б. Недифференцированные клетки по

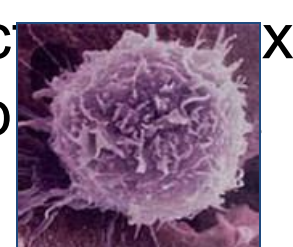
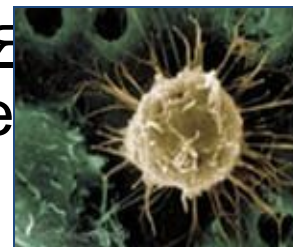
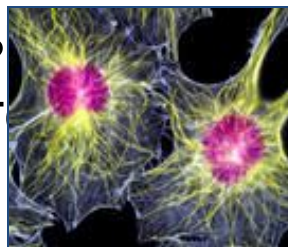


сходны с эмбриональными. После

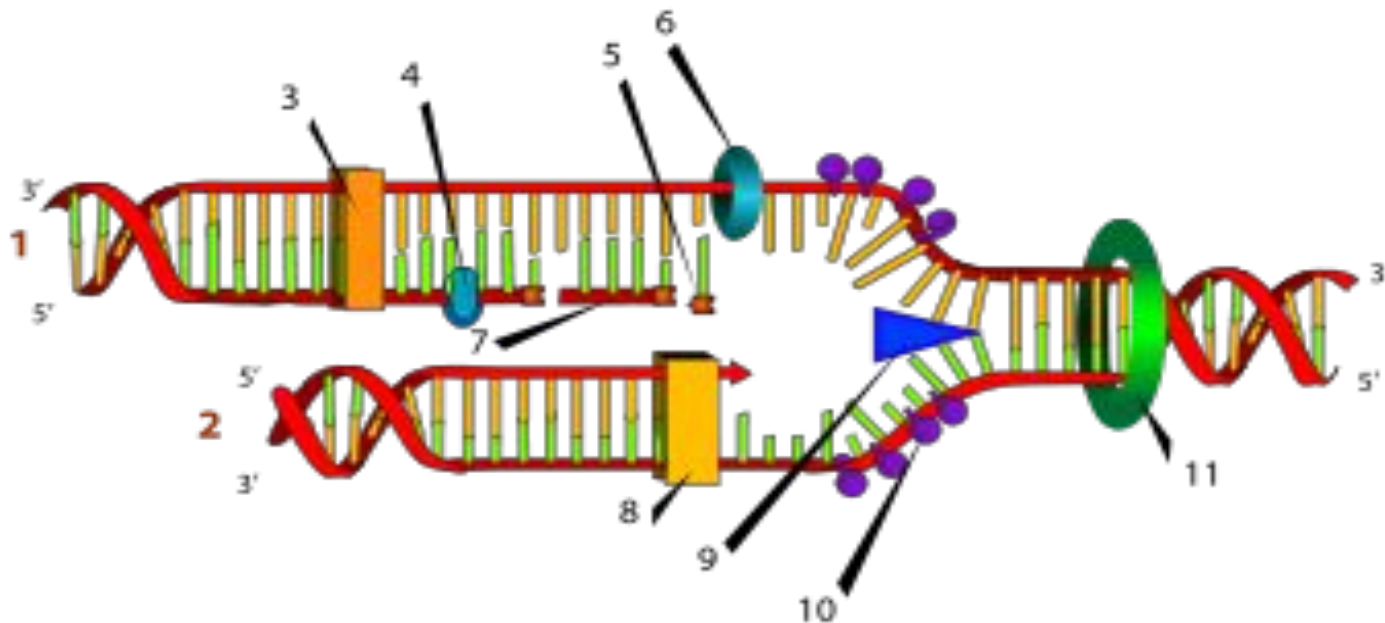
одна из дочерних клеток остаётся

а вторая - дифференцируется.

Такой механизм позволяет обновлять

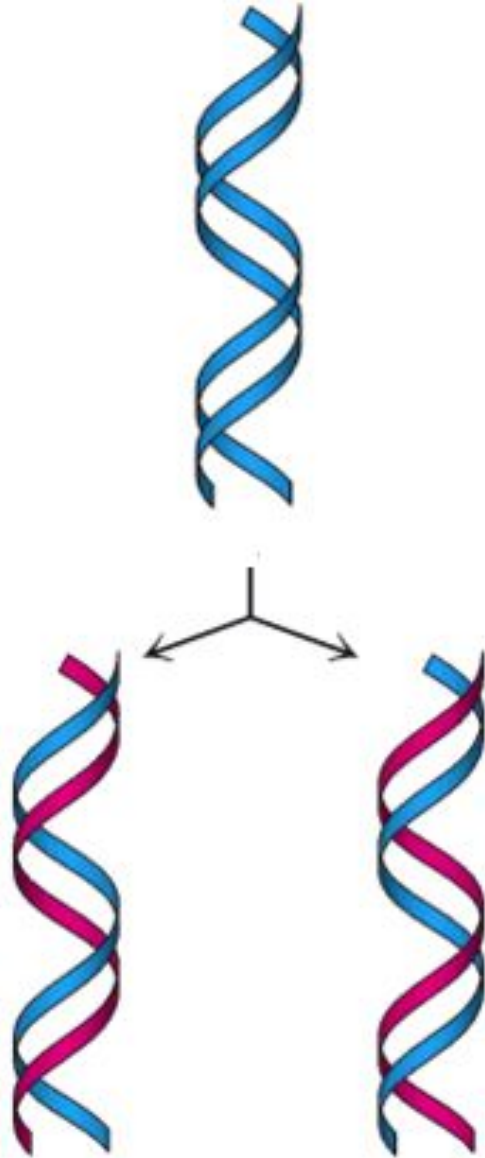


# Репликация ДНК





# Принципы репликации. Полуконсервативность



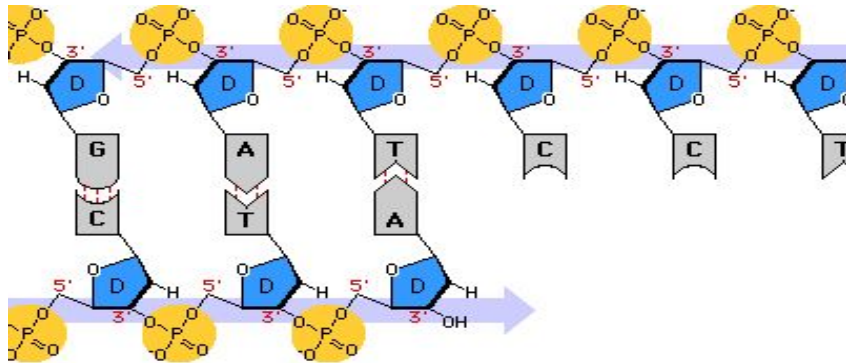
- В основе процесса репликации лежит принцип копирования материнской цепи ДНК с образованием 2-х одинаковых дочерних молекул ДНК
- Каждая дочерняя молекула ДНК содержит одну старую и одну новую полинуклеотидную цепь

# Принципы репликации.

## Антипараллельность

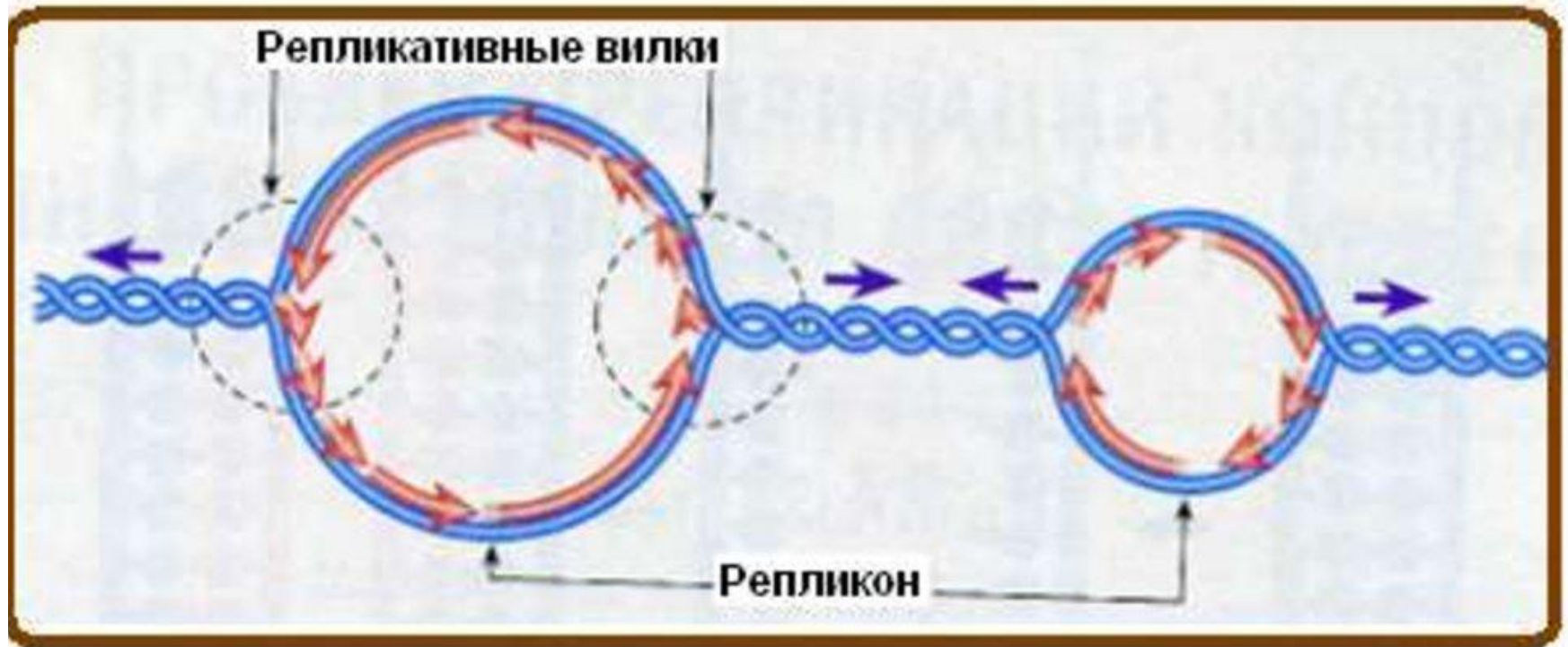
### Синтез новых цепей ДНК

катализируют ДНК-полимеразы



Синтез новой цепи ДНК происходит в направлении **от 5' - к 3'-концу**, матрица прочитывается **от 3'-конца, т.е. антипараллельно**. Матрица копируется точно на основе принципа **КОМПЛЕМЕНТАРНОСТИ**.

# Принципы репликации. Прерывистость



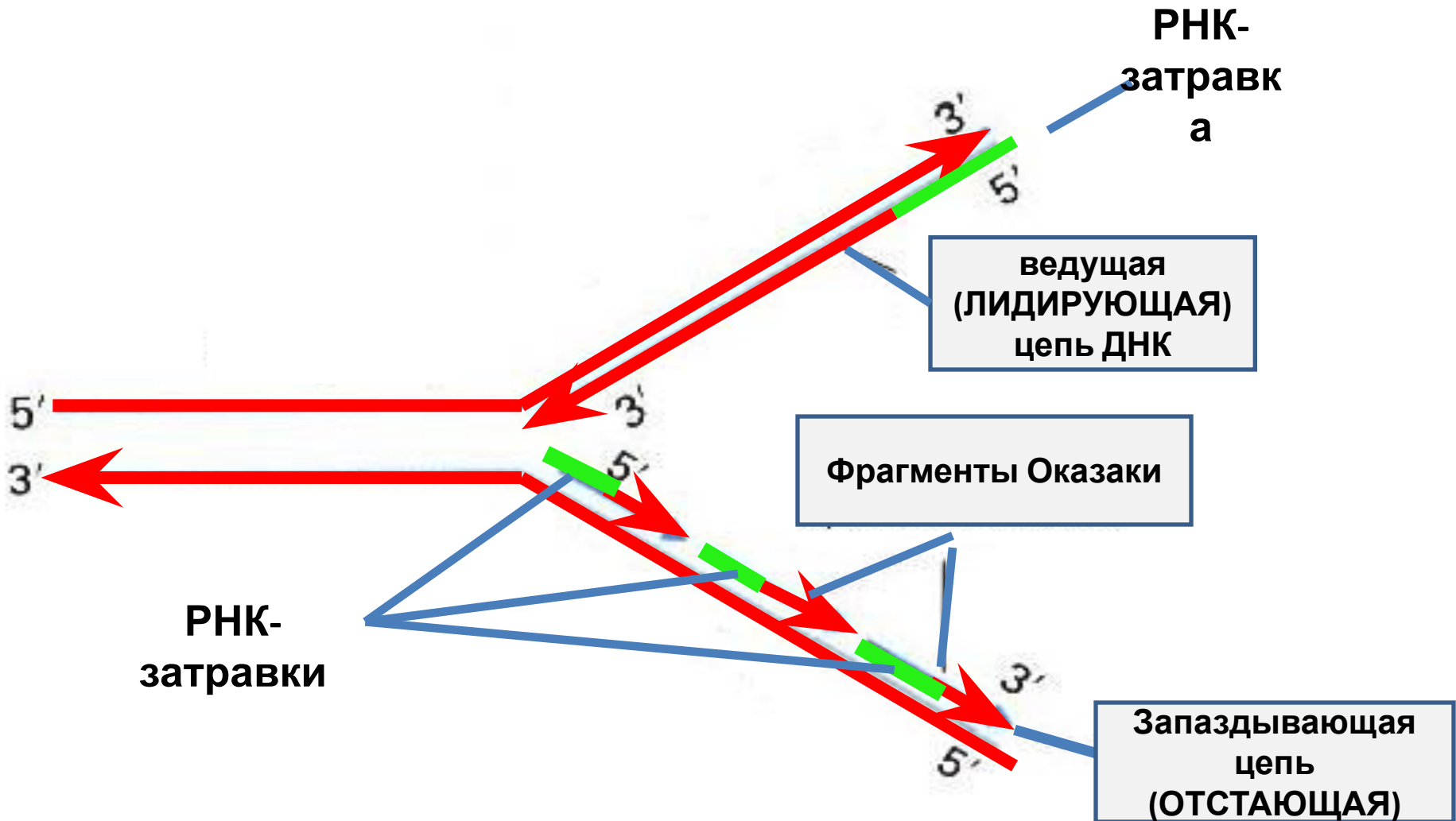
**РЕПЛИКАЦИОННАЯ ВИЛКА** — точка, в которой цепи родительской двухцепочечной молекулы ДНК расходятся, для того чтобы могла происходить репликация.

**Репликон** - это участок между двумя точками, в которых начинается синтез дочерних цепей. У эукариот – много репликонов, у прокариот – эукариот прокариот только один.

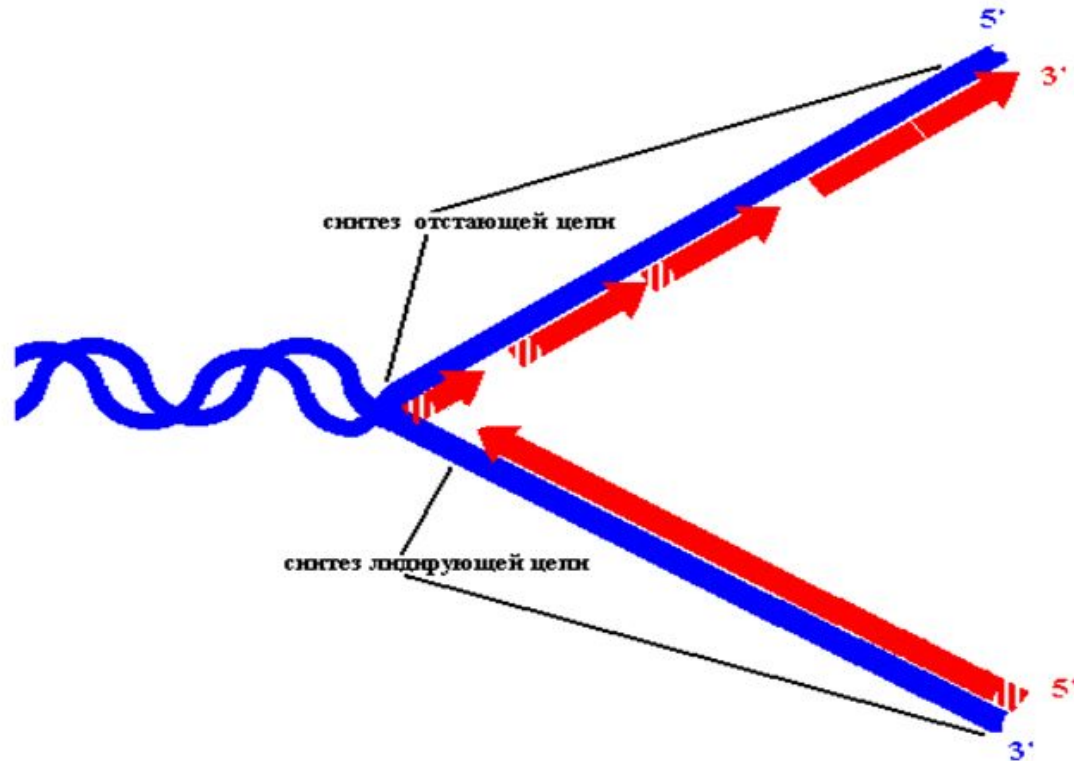
Место расплетения ДНК называется **репликативной вилкой**

# Принципы репликации. Прерывистость

Схема прерывистой репликации на запаздывающей цепи была доказана **Рейджи Оказаки** в 1968 г. Он провел эксперимент на бактериях *E.coli*



# Принципы репликации. Прерывистость



Биосинтез ДНК – матричный процесс. Каждая цепь ДНК служит матрицей для синтеза комплементарной дочерней цепи. Синтез **ведущей (лидирующей)** дочерней цепи ДНК идет **непрерывно** в направлении  $5' \rightarrow 3'$ , совпадающим с движением репликативной вилки. **Отстающая** дочерняя цепь ДНК – синтез прерывистый, в виде **фрагментов Оказаки**.

# ФРАГМЕНТЫ ОКАЗАКИ

1. Синтез запаздывающей цепи осуществляется с помощью отдельных фрагментов, которые называются **фрагментами Оказаки**.
2. Фрагменты Оказаки у бактерий имеют длину **1 000 – 2 000** нуклеотидов. У эукариотических организмов в 10 раз меньше – **100 – 200** нуклеотидов.
3. Каждый фрагмент Оказаки состоит из небольшого участка РНК (10-12 нуклеотидов), который называется РНК-праймером или **РНК-затравкой**, и участка **ДНК**. При дальнейшем «созревании» запаздывающей цепи РНК-праймеры удаляются и замещаются участком ДНК.
4. Фрагменты Оказаки между собой сшивает **ДНК-лигаза**.

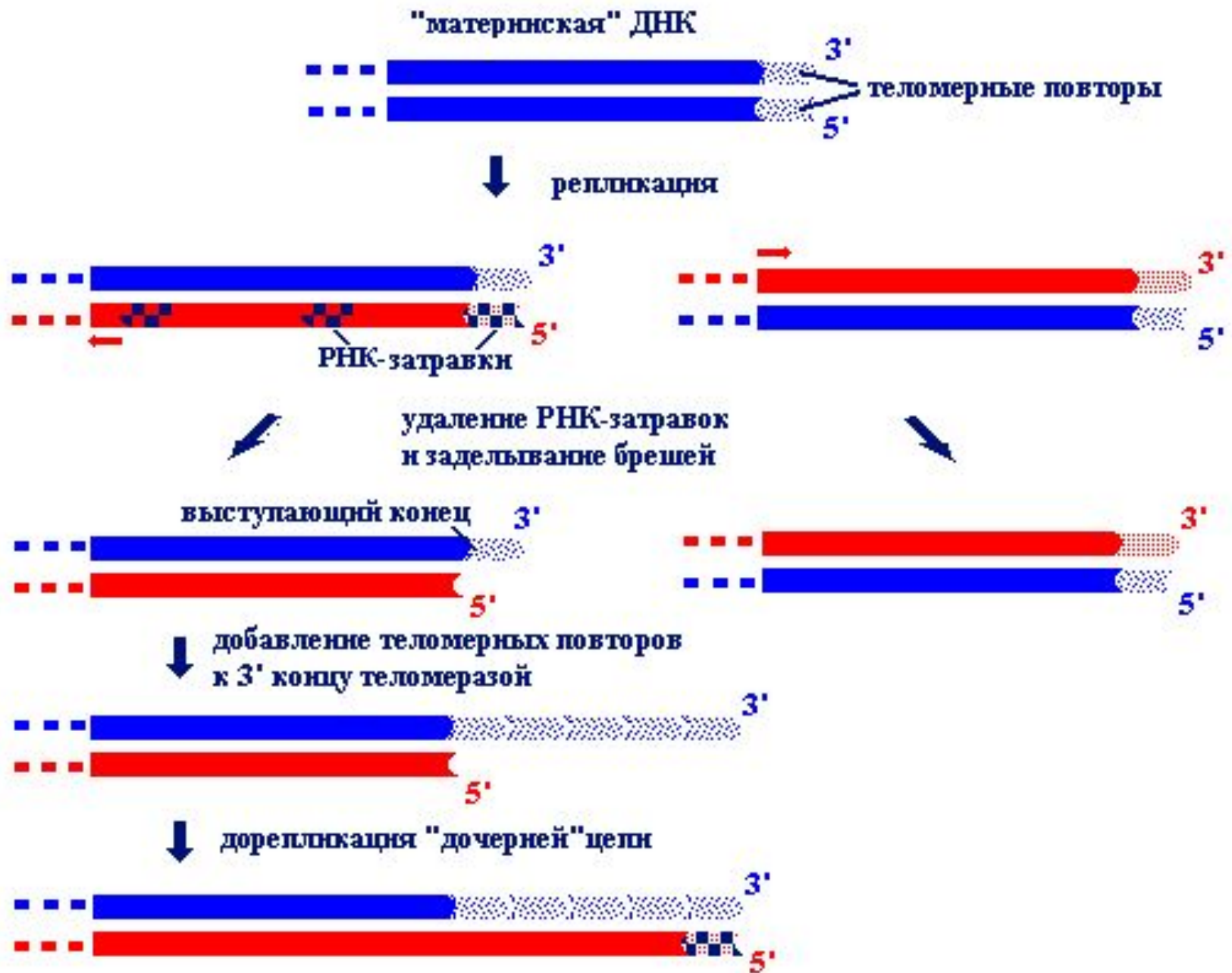
# Потребность в затравке

Особенностью ДНК-полимеразы является то, что она не способна начать синтез дочерней цепи (ни лидирующей, ни фрагментов Оказаки). Она может лишь наращивать цепь. Поэтому ДНК-полимераза может начинать свою работу только с «затравки» (праймера). Роль «затравок» выполняют короткие последовательности РНК, образуемые при участии фермента РНК-праймазы и спаренные с матричной ДНК.

РНК-затравки после окончания сборки полинуклеотидных цепочек удаляются.

**Артур Корнберг** впервые синтезировал ДНК *in vitro* (в пробирке).

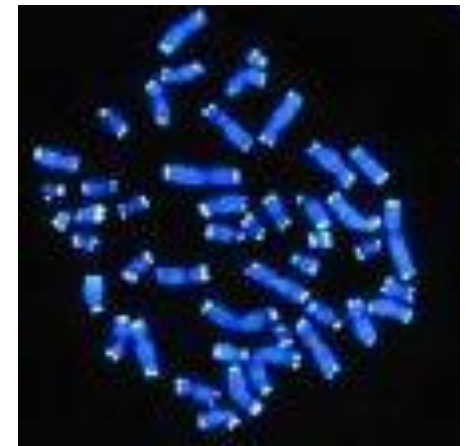
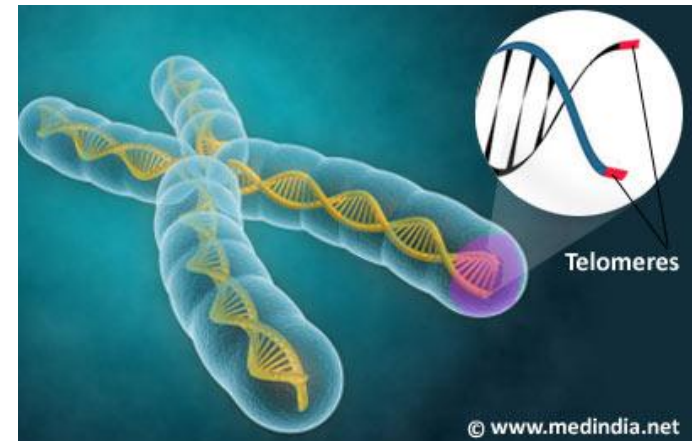
# Недорепликация концов линейных ДНК





# Теломеры и теломераза

- Проблема недорепликации концов линейных ДНК – А.М. Оловников, 1971
- **Новые** цепи укорочены с 5' концов – где выедается РНК-затравка, а достроить ДНК-полимераза не может без спаренного конца.
- При каждом делении хромосома теряет 50 н.п. на концах – теломерах.



# Теломераза

- фермент, надстраивающий концы хромосом.  
(ТТАГГГ)
- содержит РНК.
- удлинение происходит путем обратной транскрипции



**Элизабет Блэкберн (Elizabeth H. Blackburn) – получила Нобелевскую премию в 2009 году за открытие теломеразы**

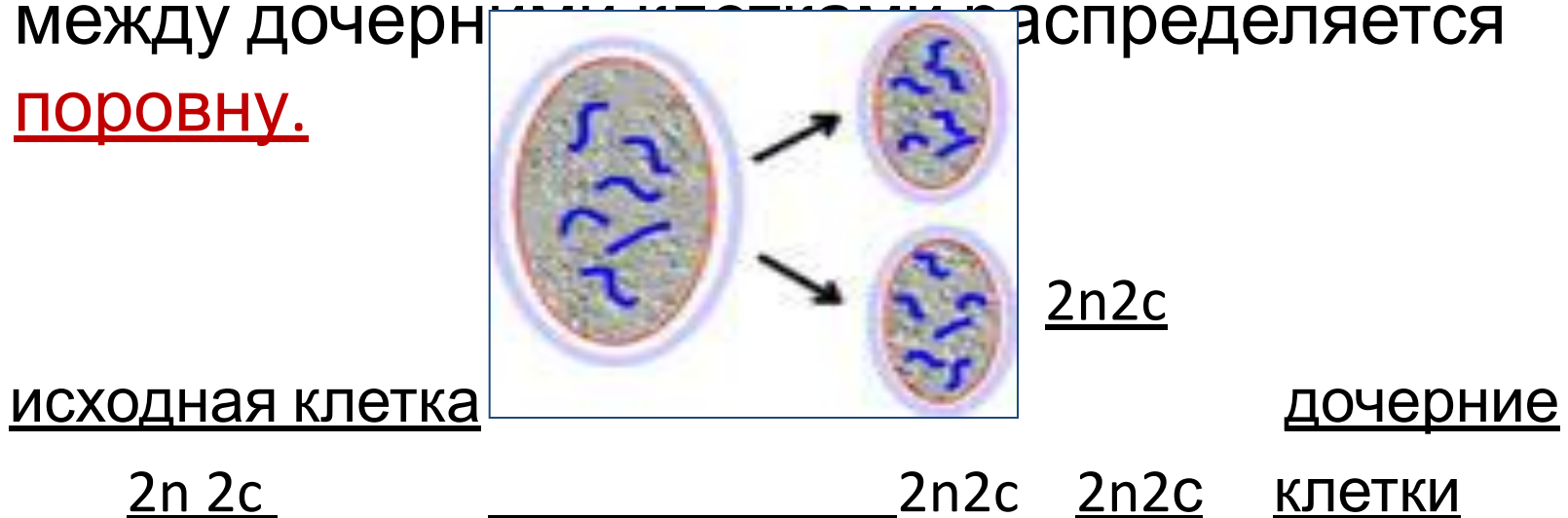
# Митотический цикл клетки

# МИТОЗ

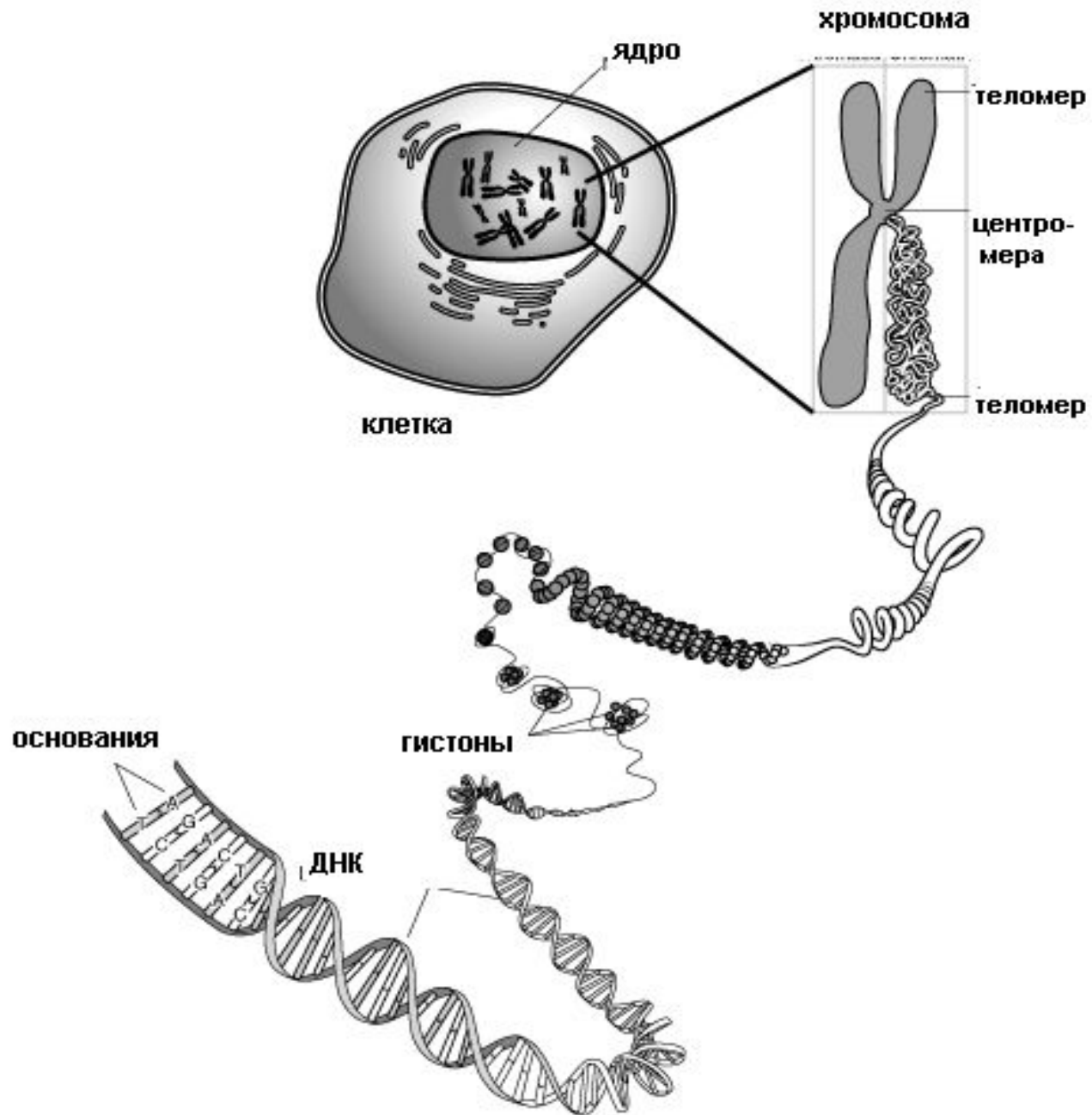
**Митоз** – деление соматических клеток, результатом которого является увеличение количества

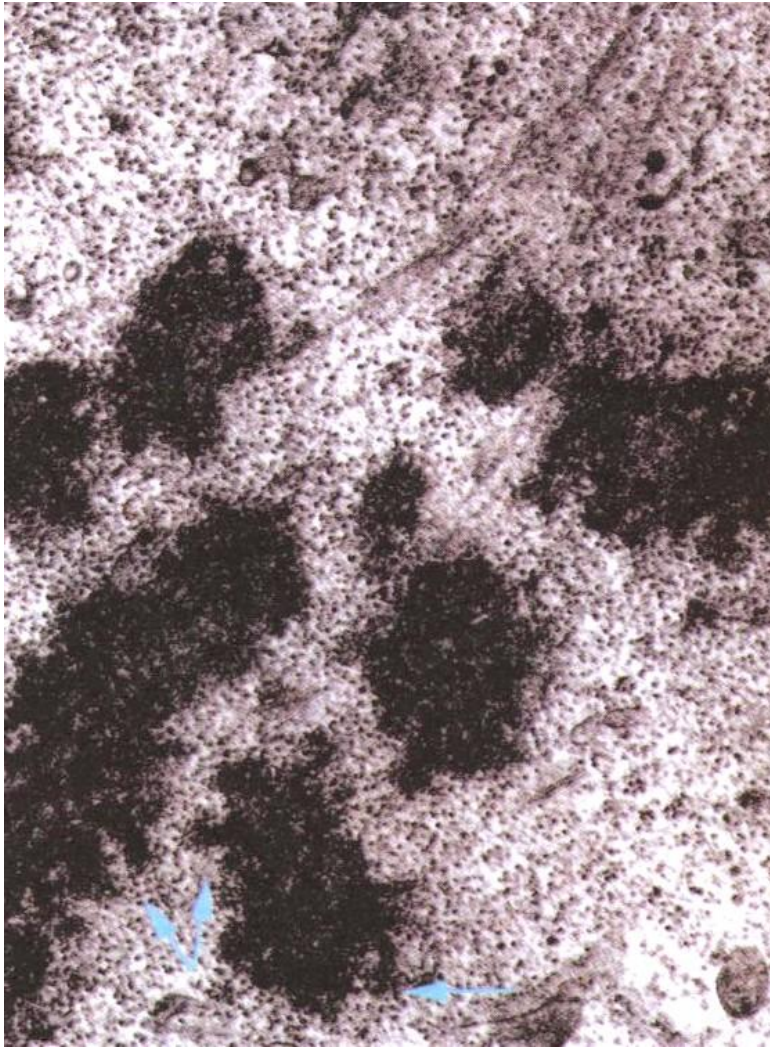
генетически идентичных клеток.

Митоз протекает в несколько фаз, которые определяют главное - генетический материал между дочерними клетками распределяется поровну.

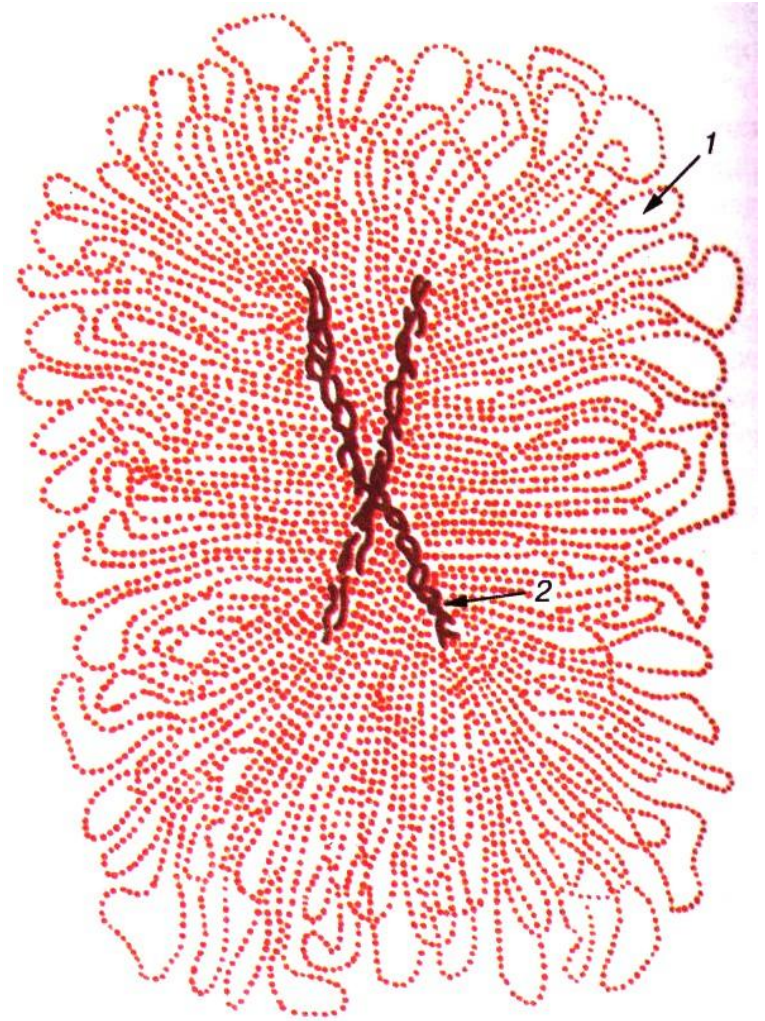


# Строение хромосом



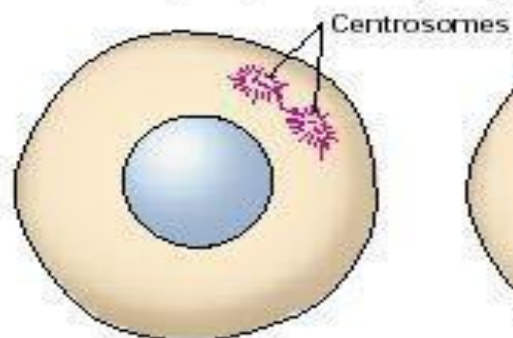


**Глыбки хроматина в интерфазном ядре**

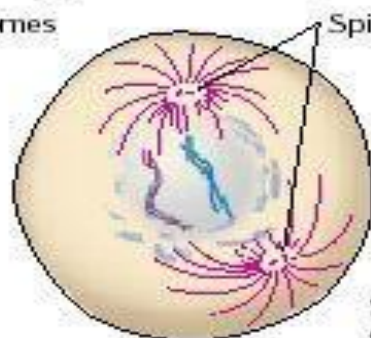


**1. Нить ДНК в виде хроматина.  
2. Она же в виде хромосомы при делении клетки**

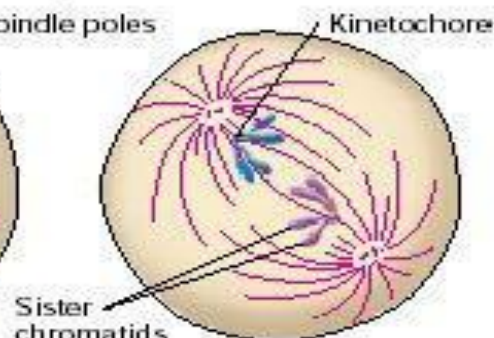
Интерфаза ( $G_2$ )



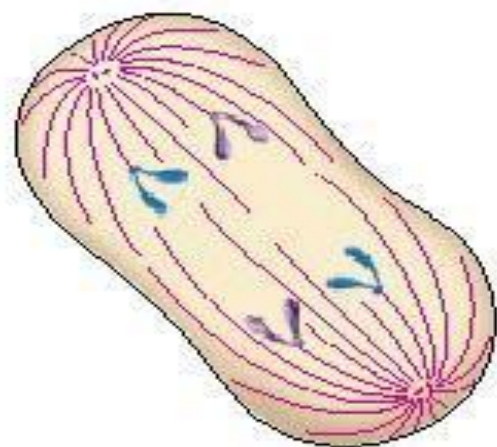
Профаза



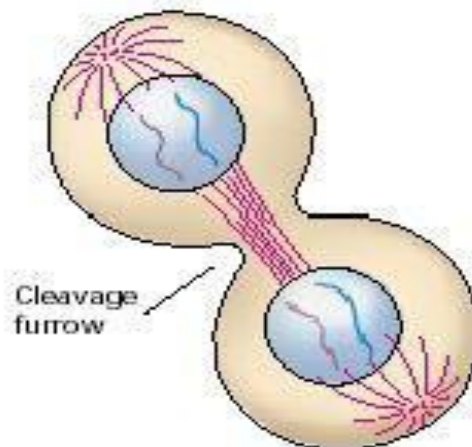
Метафаза



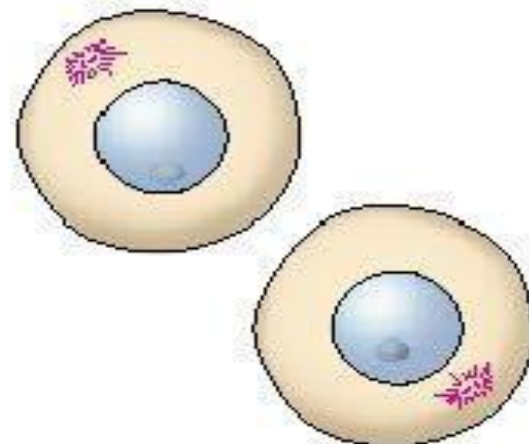
Анафаза



Телофаза



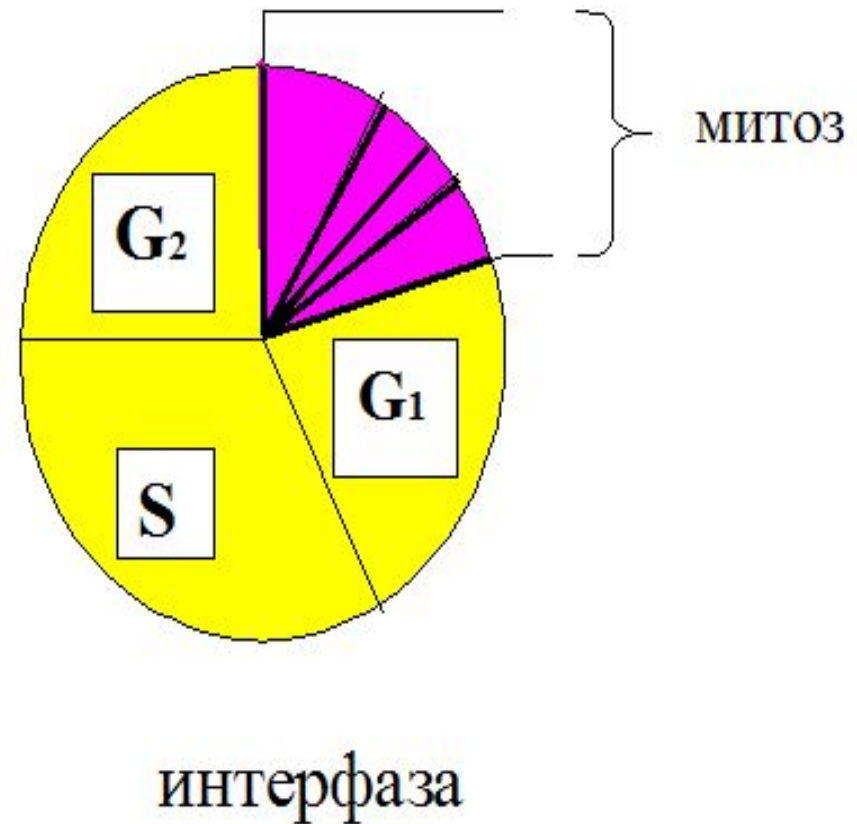
Интерфаза ( $G_2$ )



# Интерфаза

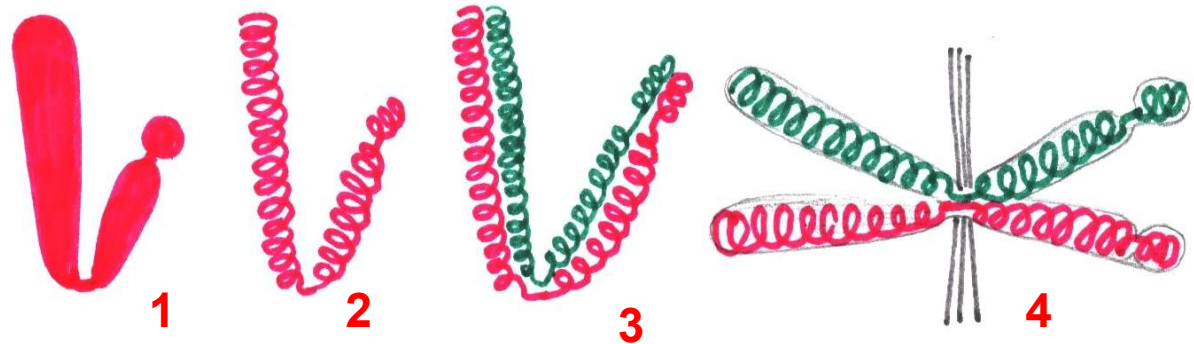
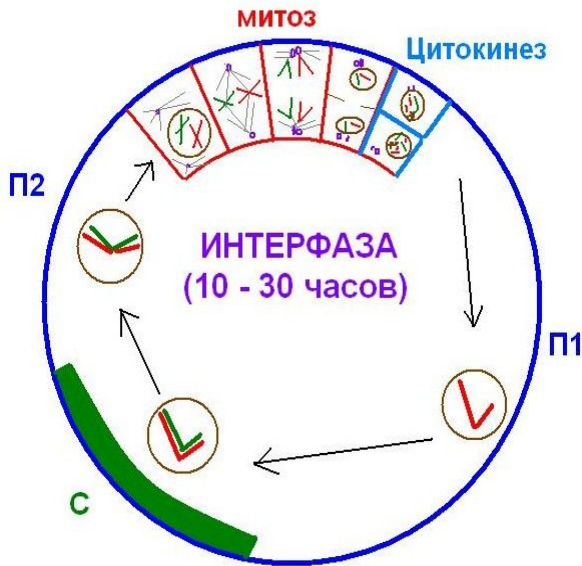
Включает в себя три периода:

- **Пресинтетический период (G1)** – синтез РНК и белков необходимых для редупликации ДНК
- **Синтетический период (S)** – редупликация ДНК
- **Постсинтетический период (G2)**– синтез РНК и белков необходимых для обеспечения процесса митоза. Подготовка к митозу





# Строение хромосом в разные периоды клеточного цикла



1,2 – предсинтетический период; 3 – синтетический и постсинтетический период; 4 – метафаза.

В синтетический период происходит *репликация ДНК* (удвоение). С этого момента каждая хромосома состоит из *двух хроматид*.

**ХРОМАТИДА** - структурный элемент хромосомы, формирующийся в интерфазе ядра клетки в результате удвоения хромосом. Наиболее хорошо различима во время метафазы митоза, когда хромосома состоит из двух хроматид; после деления центромеры хроматиды расходятся в дочерние ядра и становятся самостоятельными хромосомами.



# Фазы митоза

Профаза -спирализация хромосом,исчезновение ядрышка, фрагментация ядерной оболочки;



Метафаза-хромосомы -по экватору клетки; Построено веретено деления;



Анафаза - хроматиды каждой хромосомы расходятся к полюсам клетки;



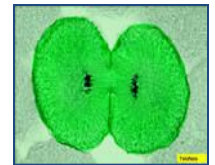
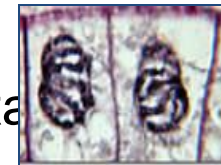
Телофаза - формируются ядра дочерних клеток, разделяется цитоплазма, образуются

a)

б)

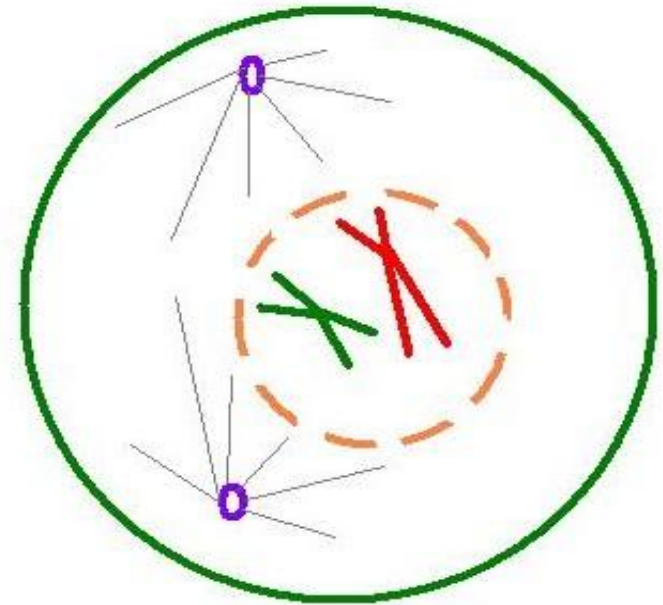
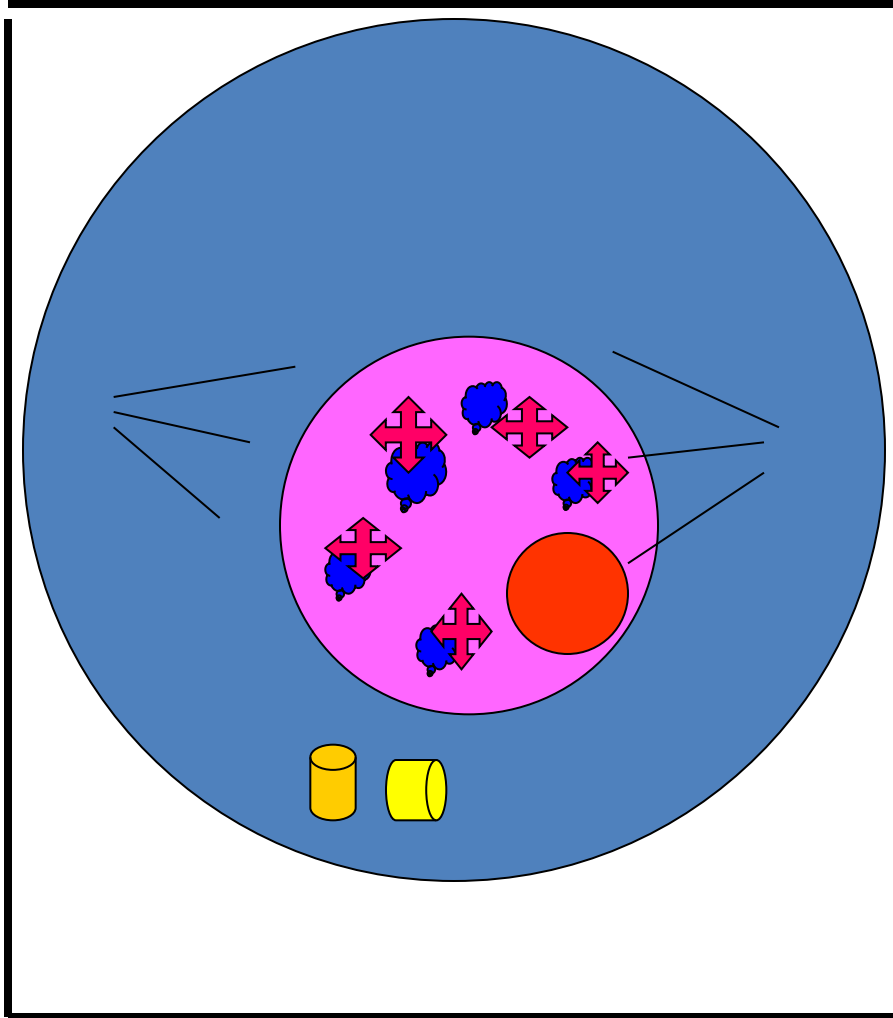
оболочки клеток

(а)-растительная клетка



(б)-животная клетка;

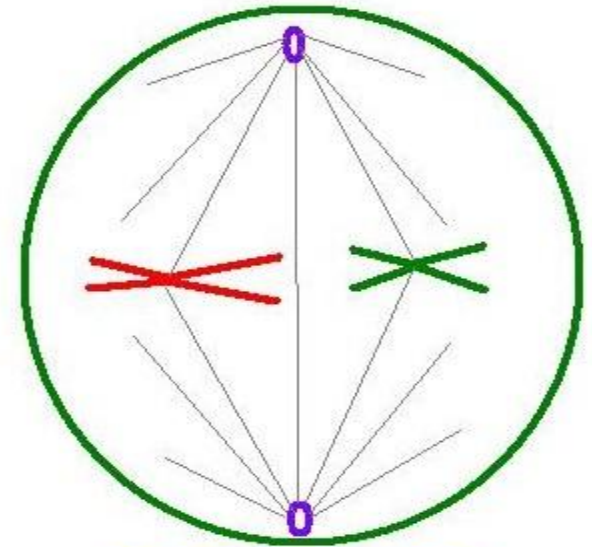
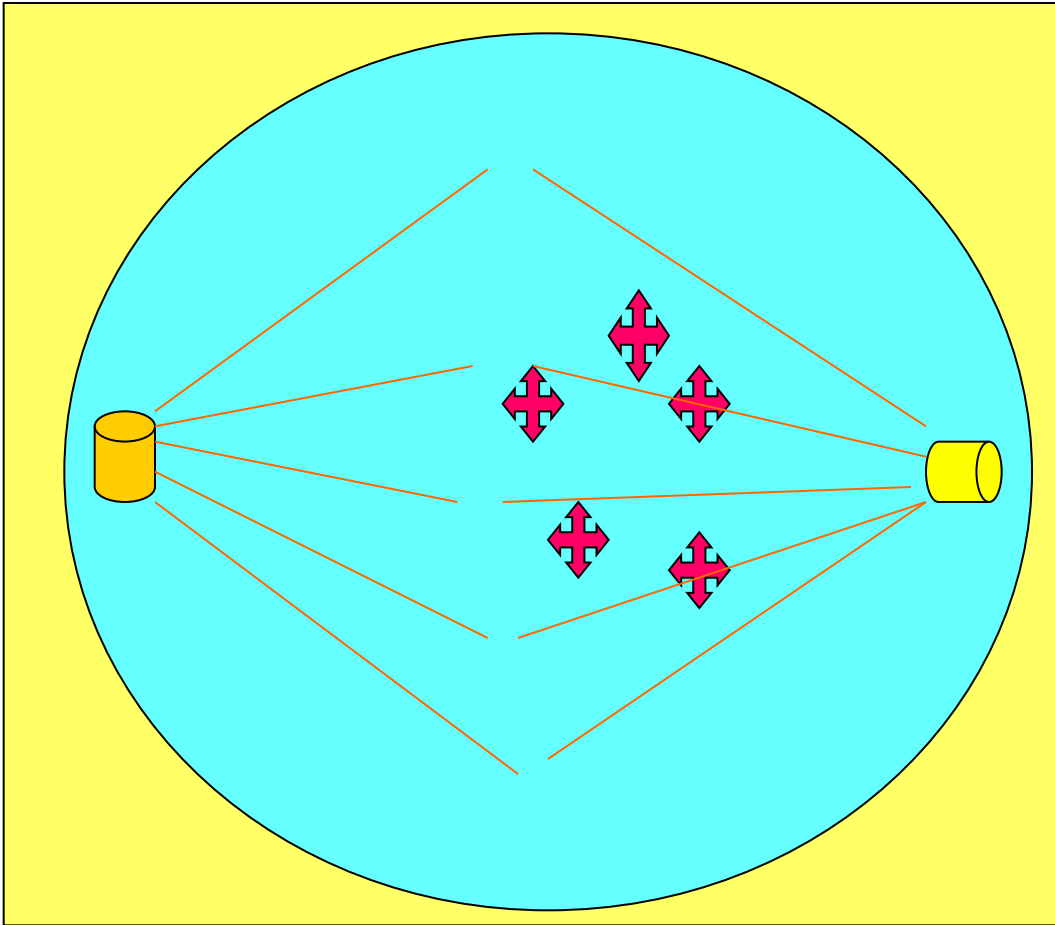
# ПРОФАЗА



## ПРОФАЗА

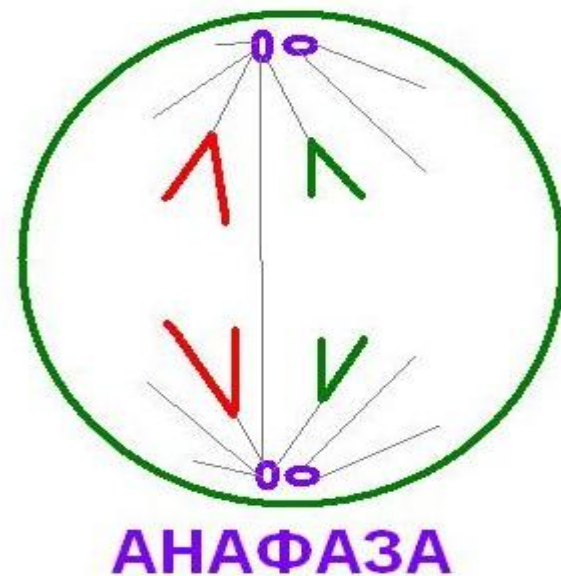
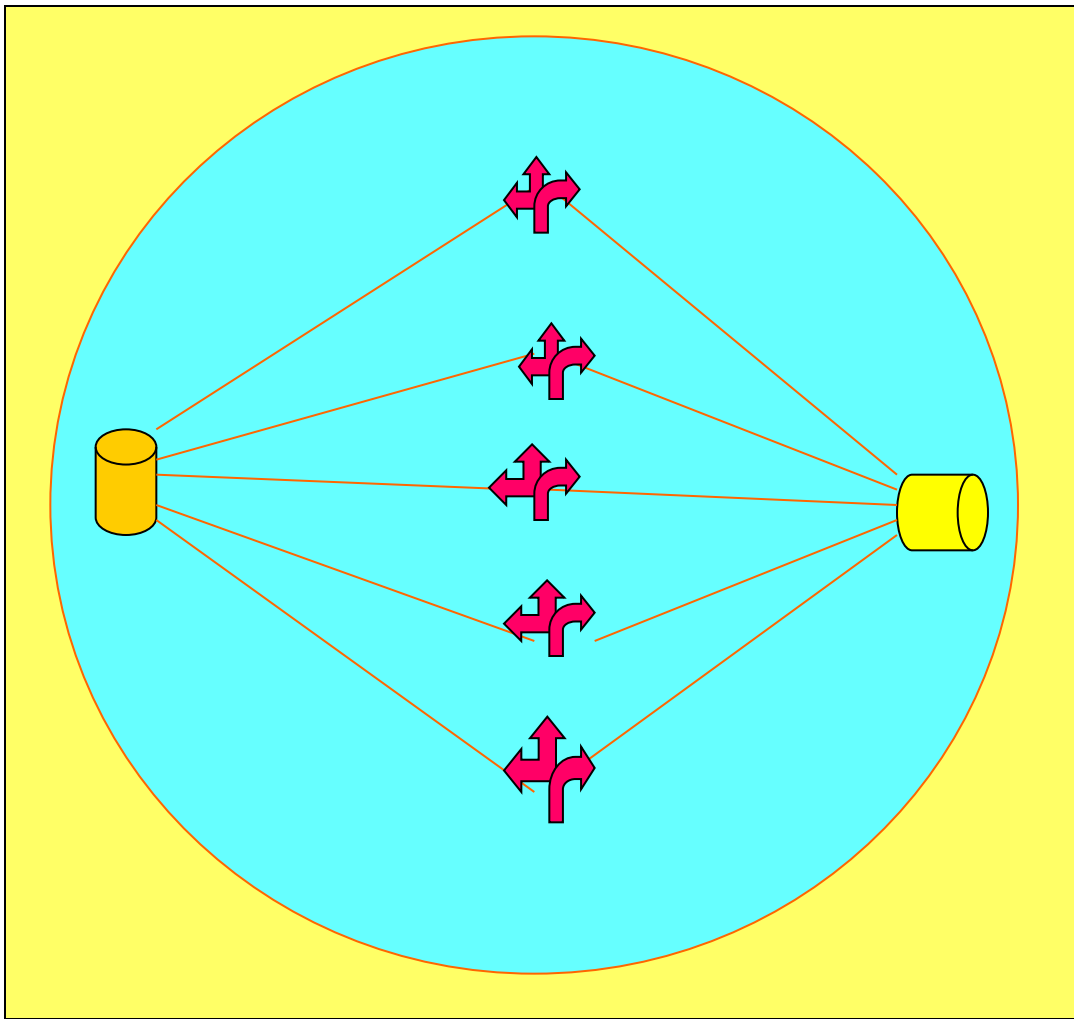
Хроматин спирализуется в двухроматидные хромосомы; ядерная оболочка фрагментируется и растворяется, ядрышко исчезает; centrioles расходятся к полюсам; ( $2n$   $4c$ ).

# МЕТАФАЗА



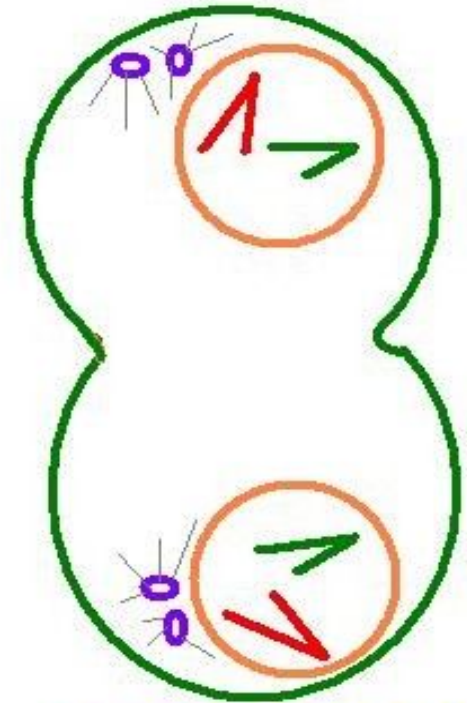
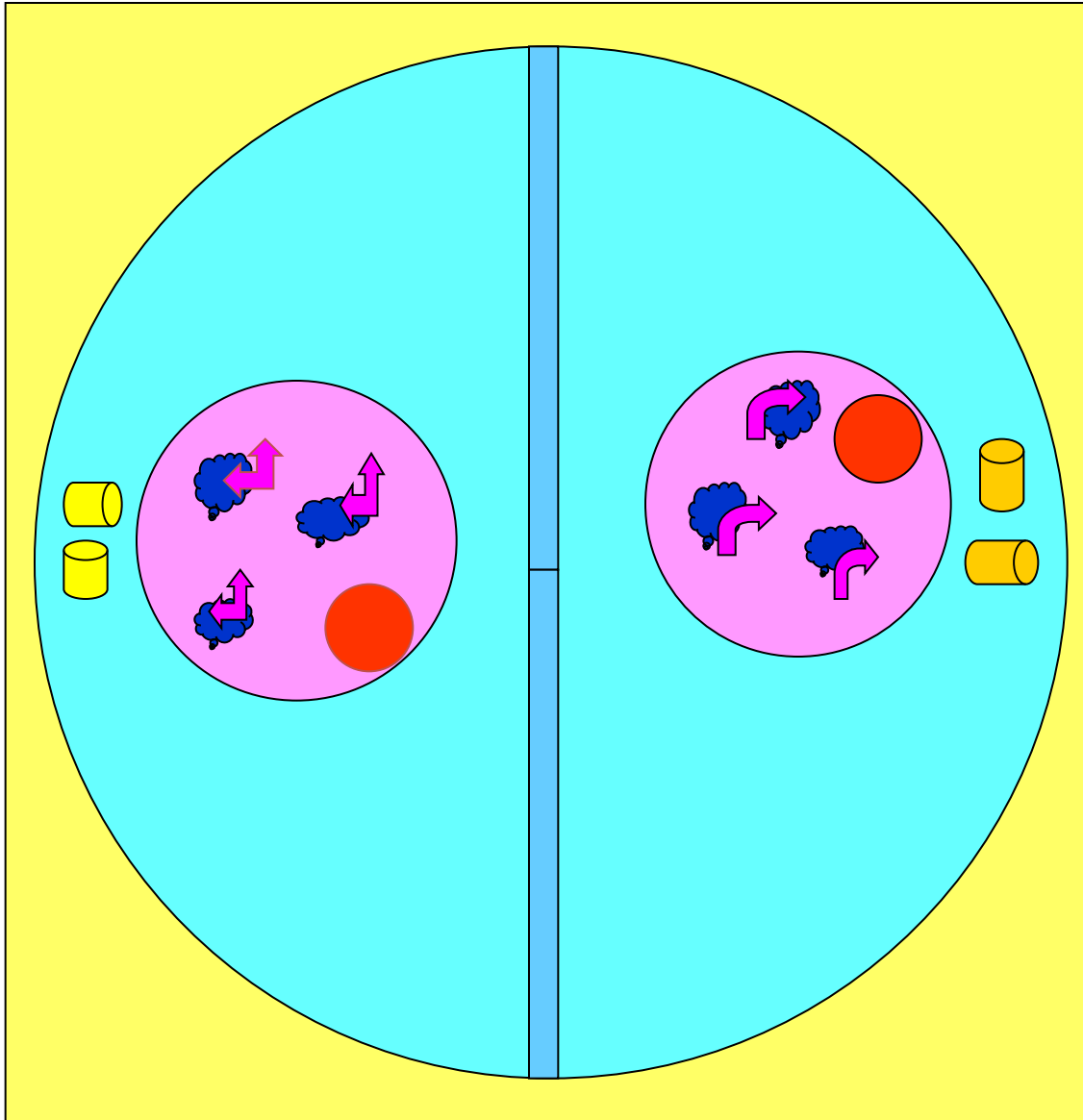
Двухроматидные хромосомы выстраиваются на экваторе клетки; центриоли образуют нити веретена, которые прикрепляются к центромерам хромосом; ( $2n$   $4c$ ).

# АНАФАЗА



При сокращении нитей веретена центромеры хромосом делятся и хроматиды каждой хромосомы расходятся к полюсам клетки; ( $4n$   $4c$ ).

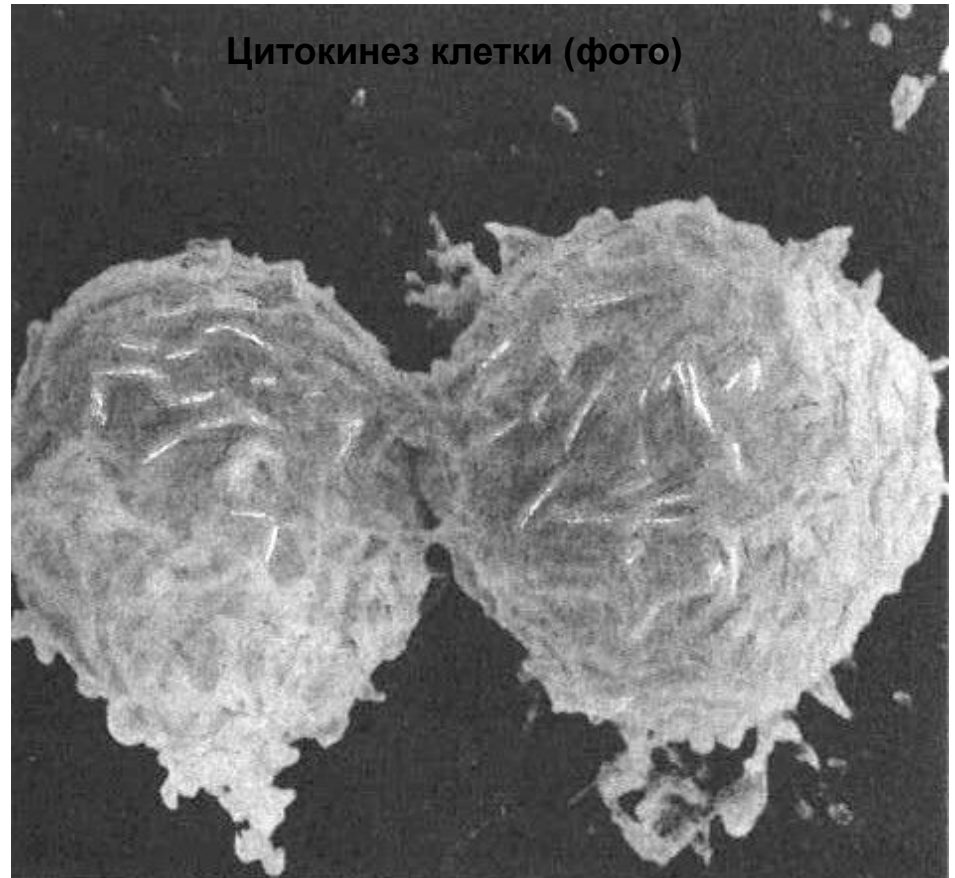
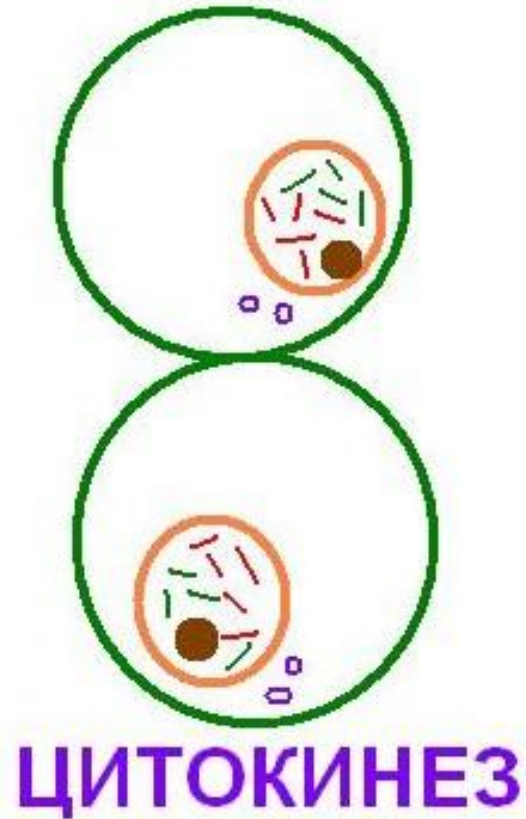
# ТЕЛОФАЗА



## ТЕЛОФАЗА

Однохроматидные (дочерние) хромосомы раскручиваются, формируется ядрышко и вокруг них образуется ядерная оболочка; на экваторе начинает формироваться перегородка; в ядрах  $2n2c$ .

# ЦИТОКИНЕЗ (деление цитоплазмы)



Образование двухмембранной перегородки по экватору клетки с последующим полным отделением дочерних клеток.  
У растений по экватору клетки формируется клеточная стенка.