

**ЯДРО  
ХРОМОСОМЫ**

**ЖИЗНЕННЫЙ**

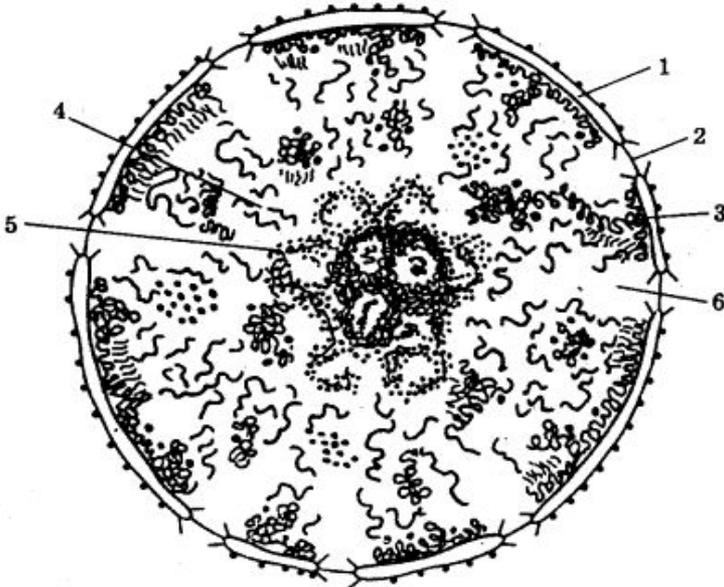
**ЦИКЛ**

**КЛЕТОК**

**ДЕЛЕНИЕ**

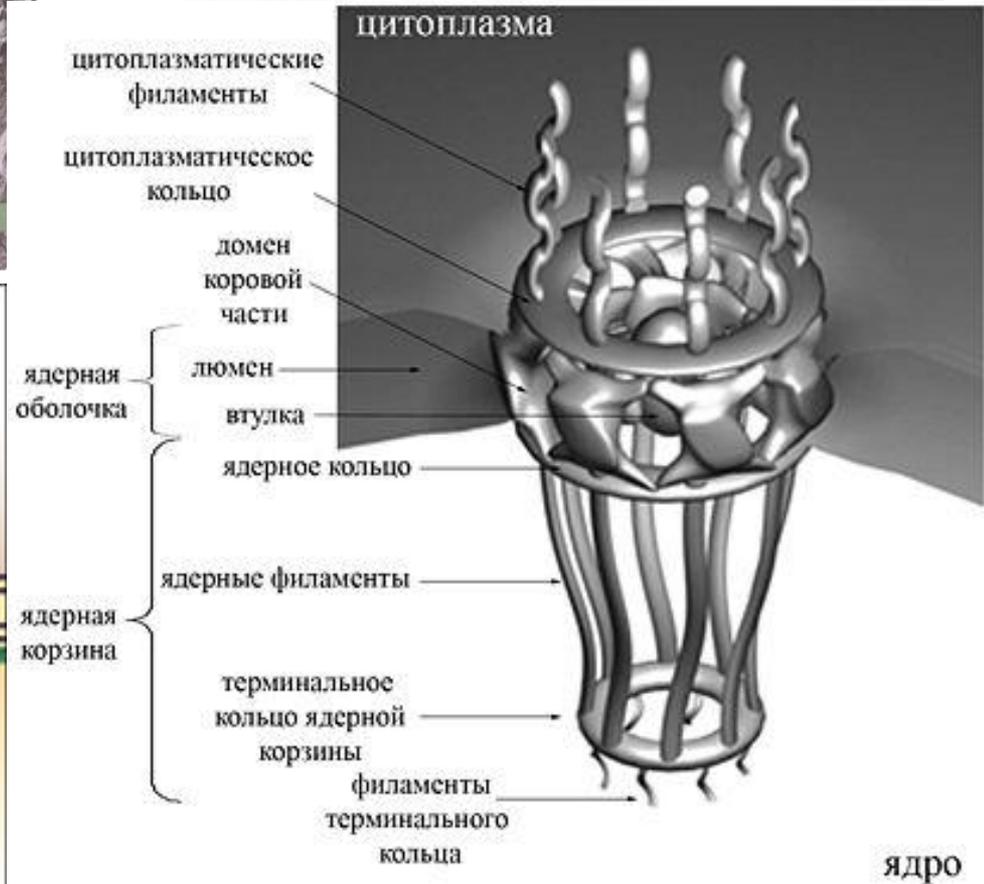
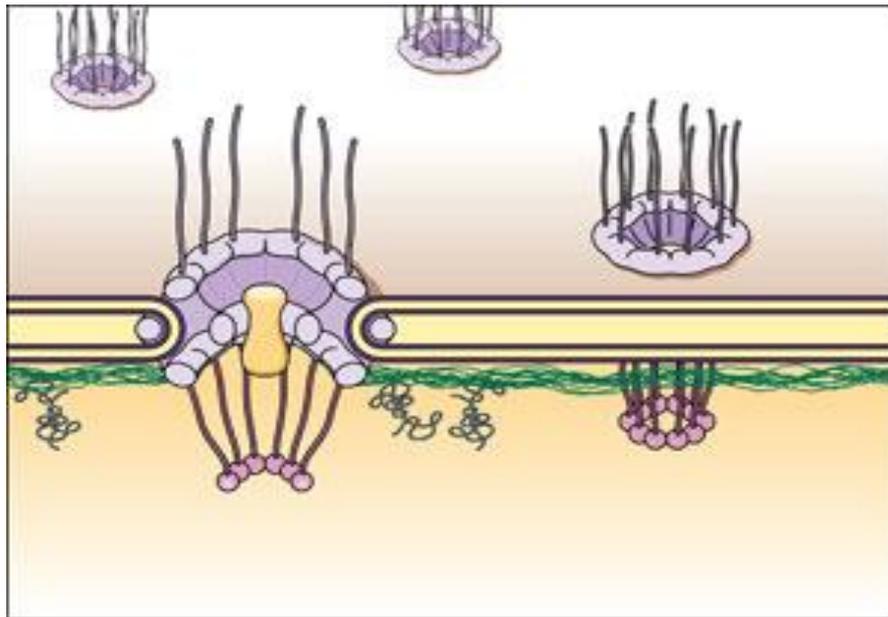
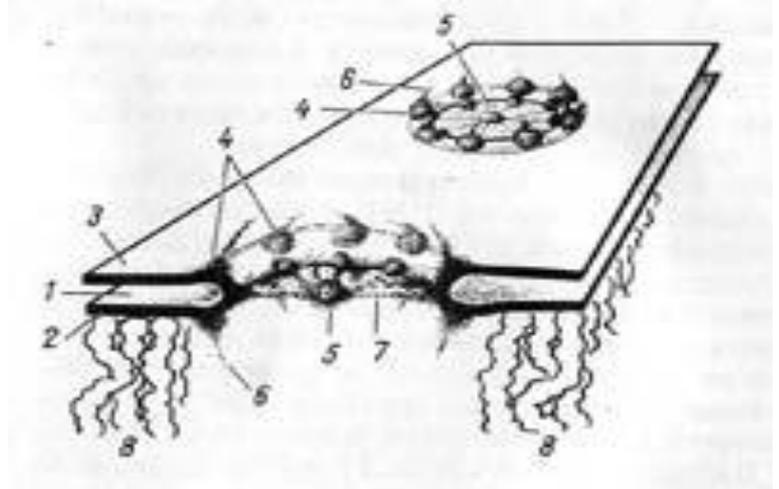
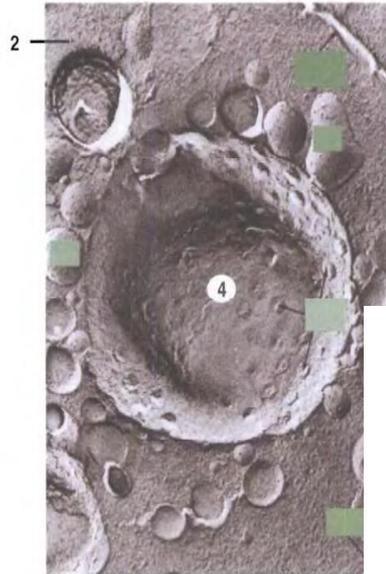
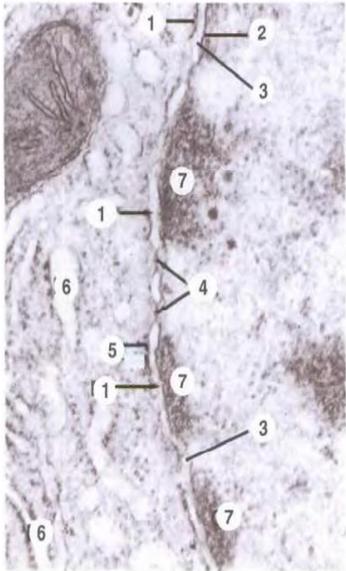
**КЛЕТОК**

# Строение ядра

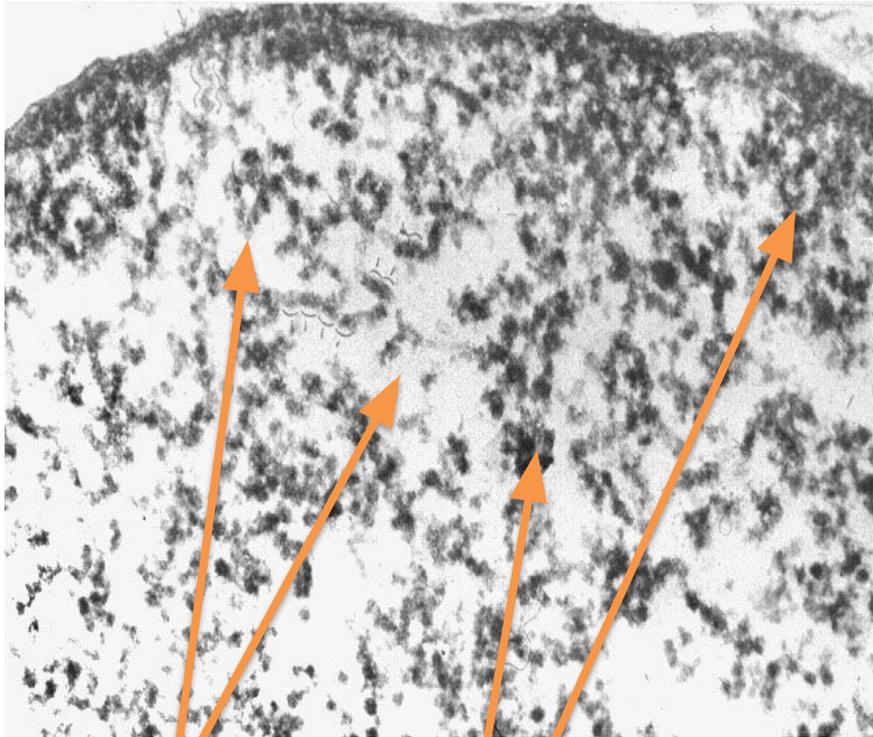


- 1 - ядерная оболочка (две мембраны, внутренняя и внешняя, и перинуклеарное пространство);
- 2 - ядерная пора;
- 3 - конденсированный хроматин;
- 4 - диффузный хроматин;
- 5 - ядрышко (гранулярный и фибриллярный компоненты, в центральных светлых зонах находится рДНК);
- 6 - кариоплазма, ядерный сок.

# Ядерные поры

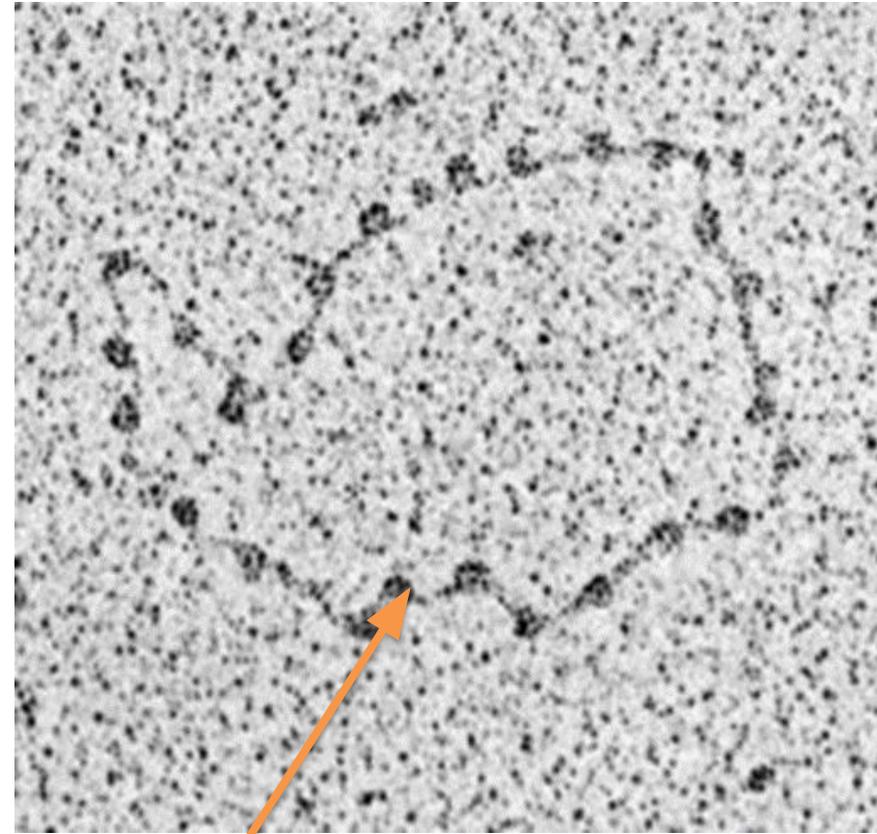


# Структура хроматина – срез



**Эухроматин**

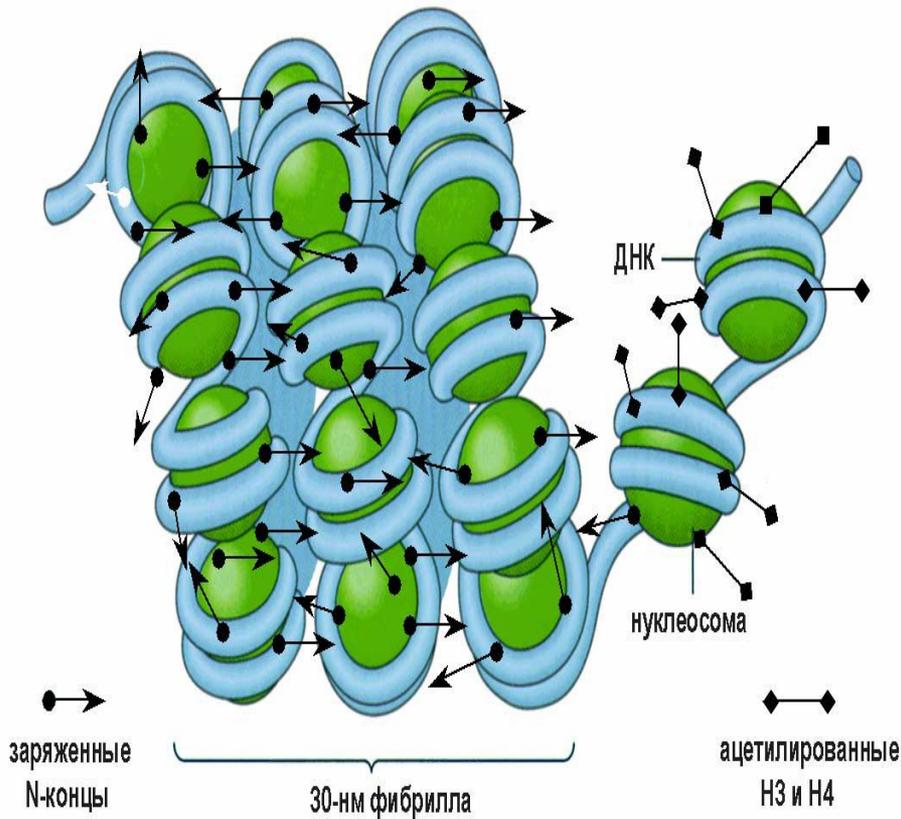
**Гетерохроматин**



**Нуклеосомная фибрилла –  
первый уровень  
компактизации  
хроматина**

# Соленоидная модель. Нуклеомерная модель.

## Второй уровень упаковки хроматина

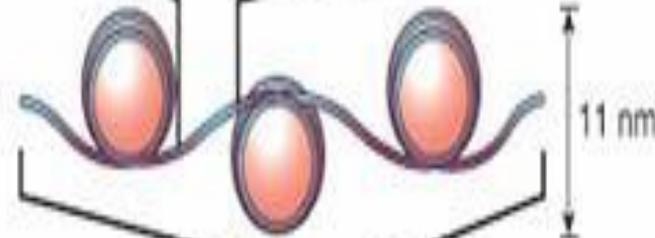


Short region of  
DNA double helix



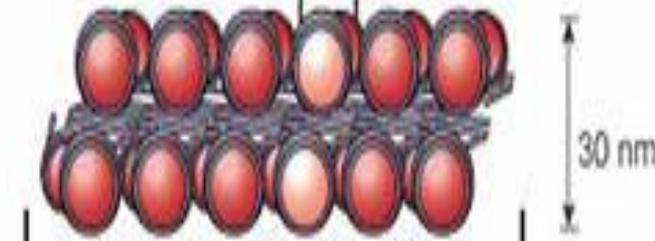
2 nm

"Beads on a string"  
form of chromatin



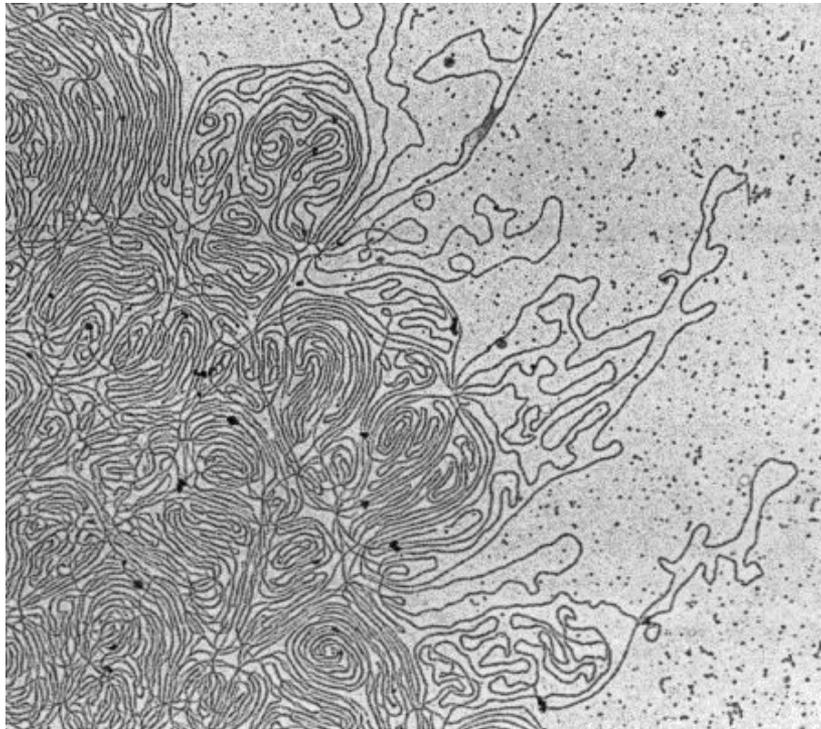
11 nm

30-nm chromatin  
fibre of packed  
nucleosomes



30 nm

# В митотической хромосоме ДНК упакована в 10000 раз



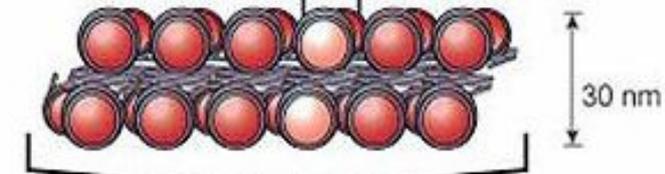
двойная спираль  
ДНК



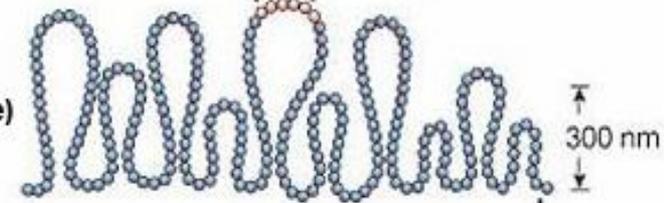
„Нитки бус” - цепь  
нуклеосом



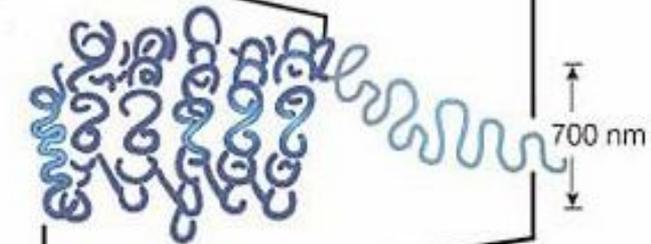
30-нм фибрилла  
хроматина



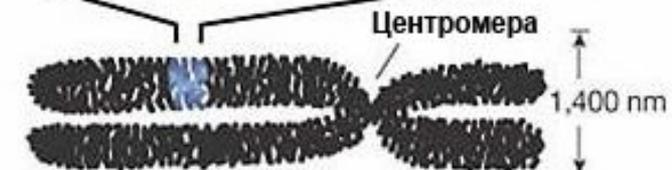
Плечо хромосомы  
(деконденсированное)



Конденсированный  
участок хромосомы

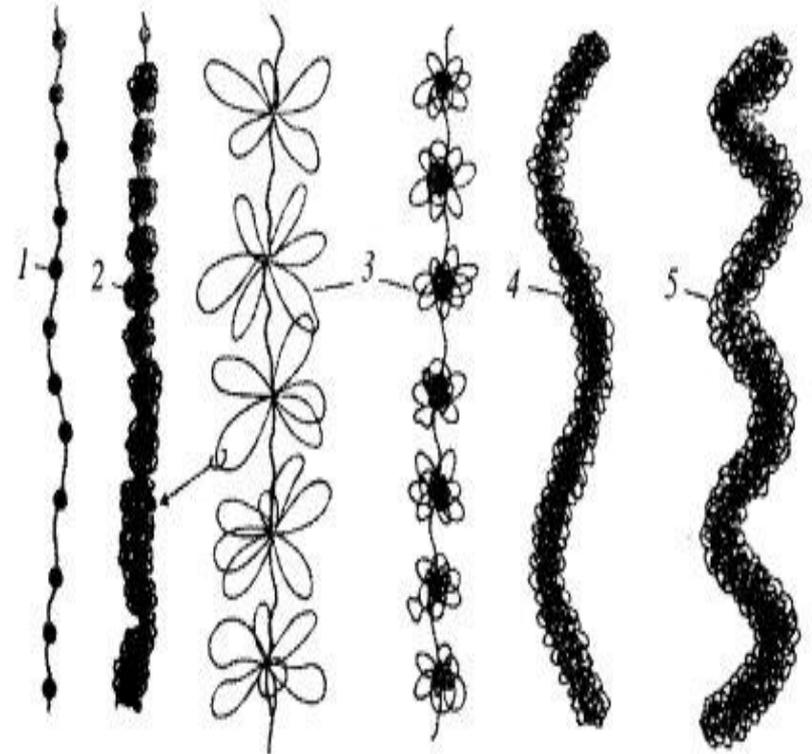


Целая митотическая  
хромосома

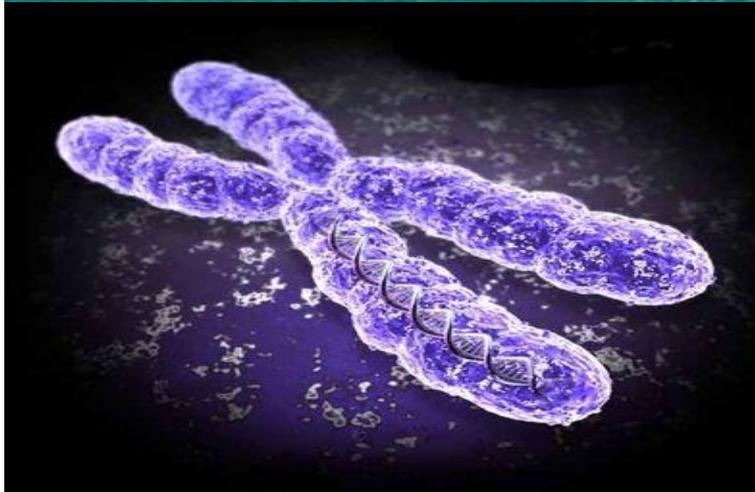


# Схема различных уровней компактизации хроматина

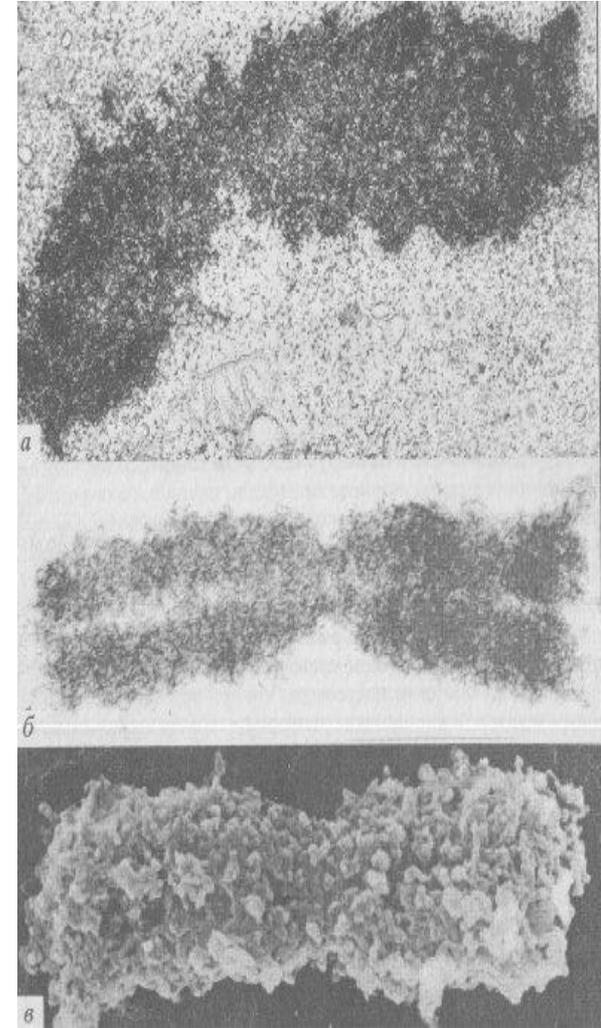
1 — нуклеосома; 2 — нуклеомер, «сверхбусина»; 3 — хромомер, петлевой домен; 4 — хромонема; 5 — хроматида. Стрелка показывает, что петля домена (3) представлена фибриллой толщиной 30 нм



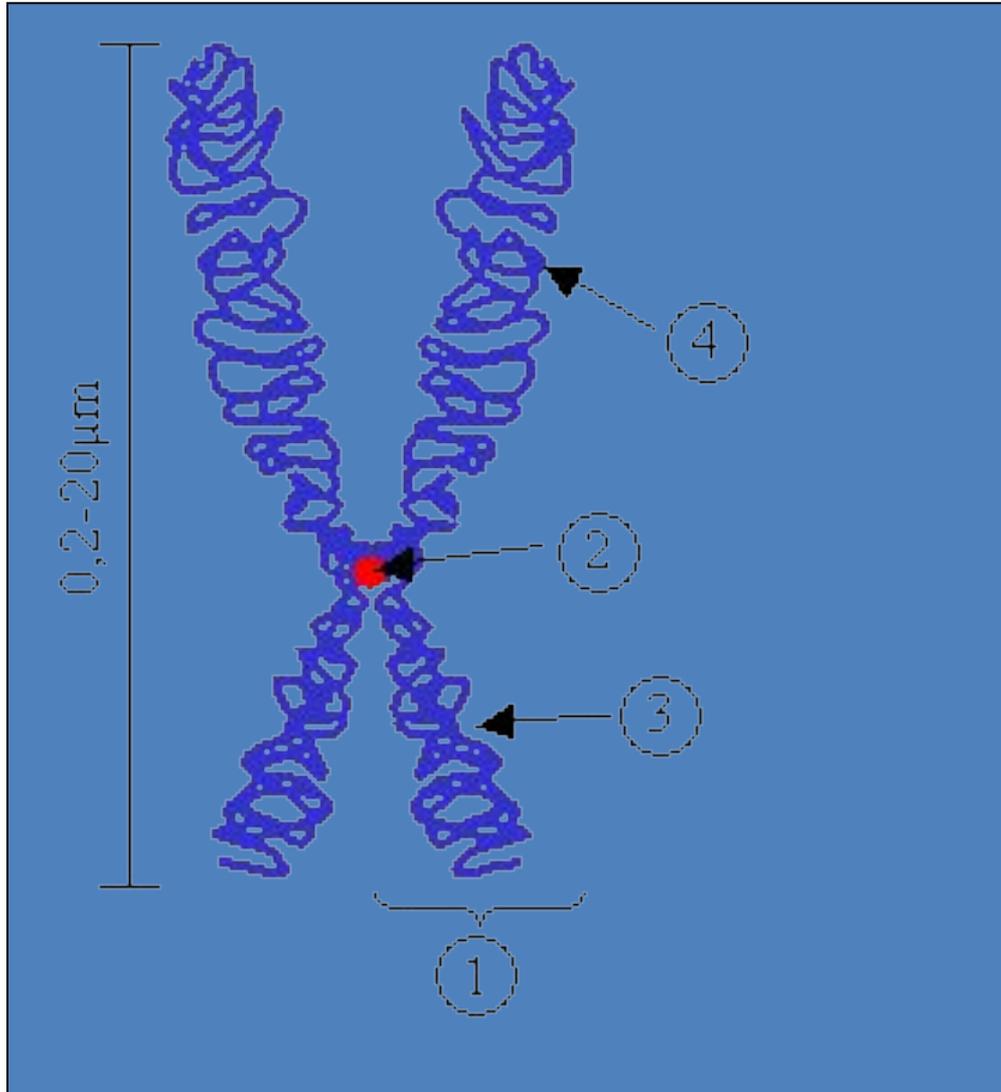
# ХРОМОСОМА



(от греч.  
chroma —  
цвет, краска +  
soma — тело)  
— КОМПЛЕКС  
ОДНОЙ  
МОЛЕКУЛЫ  
ДНК с  
белками.



# СТРОЕНИЕ ХРОМОСОМ



- Схема строения хромосомы в поздней профазе — метафазе митоза:

1—хроматида;

2—центромера;

3—короткое плечо;

4—длинное плечо

**ЦЕНТРОМЕРА** (от центр + греч. meros — часть) — специализированный участок ДНК, в районе которого в стадии профазы и метафазы деления клетки соединяются две хроматиды, образовавшиеся в результате дупликации хромосомы.



# МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ТИПЫ ХРОМОСОМ

- *телоцентрические* (палочковидные хромосомы с центромерой, расположенной на проксимальном конце);
- *акроцентрические* (палочковидные хромосомы с очень коротким, почти незаметным вторым плечом);
- *субметацентрические* (с плечами неравной длины, напоминающие по форме букву L);
- *метацентрические* (V-образные хромосомы, обладающие плечами равной длины).

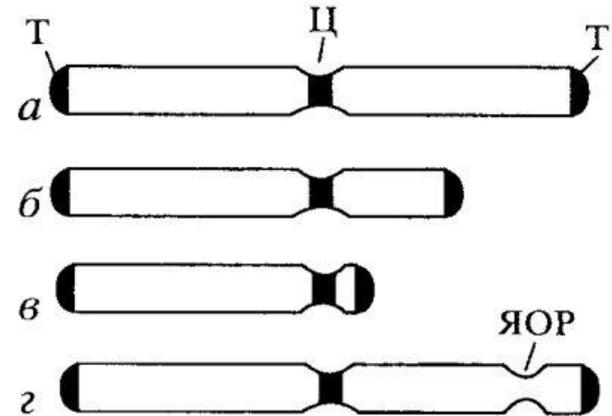
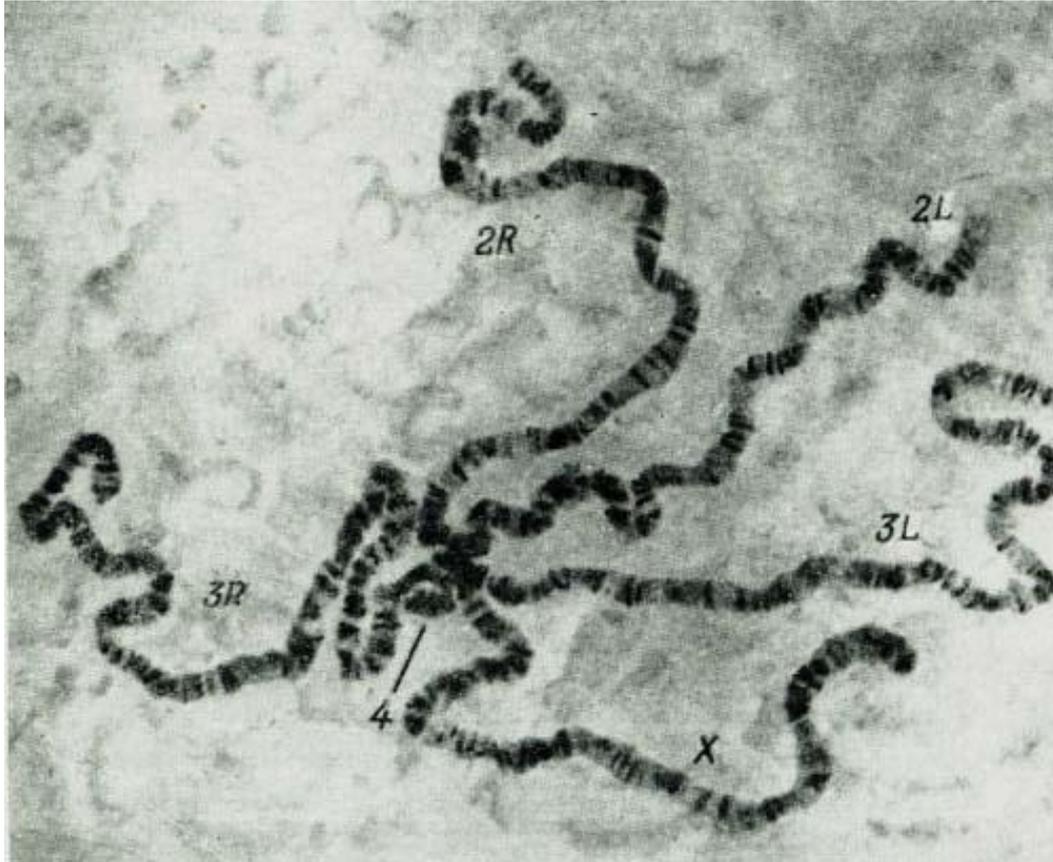


Схема морфологии метацентрических (а), субметацентрических (б), акроцентрических (телоцентрических) (в) и спутничных (ядрышковых) (г) хромосом

# ВИДЫ ХРОМОСОМ: ГИГАНТСКИЕ ХРОМОСОМЫ

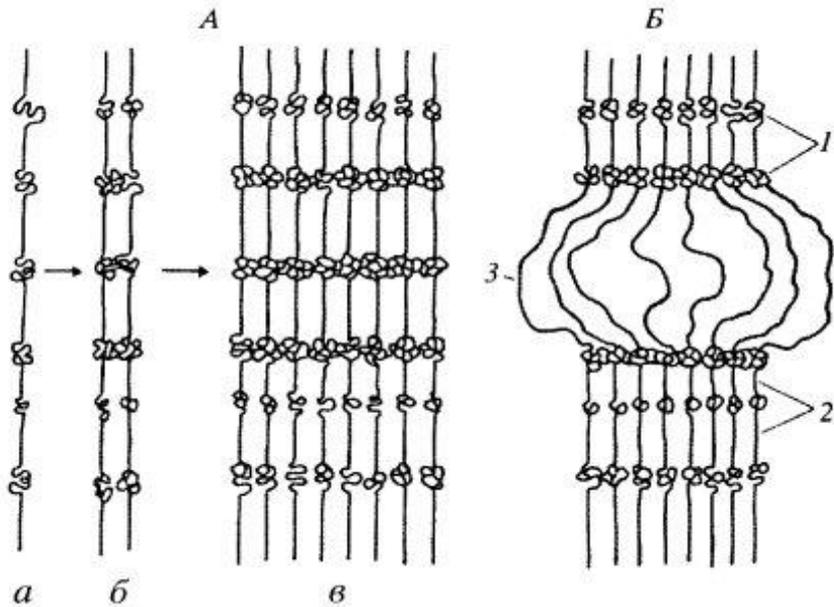
- Видны в некоторых клетках на определенных стадиях клеточного цикла.
- Например, в клетках некоторых тканей личинок двукрылых насекомых (**политенные хромосомы**) и в ооцитах различных позвоночных и беспозвоночных (**хромосомы типа ламповых щеток**).
- Именно на препаратах гигантских хромосом удалось выявить признаки активности генов.

# ВИДЫ ХРОМОСОМ: ПОЛИТЕННЫЕ ХРОМОСОМЫ



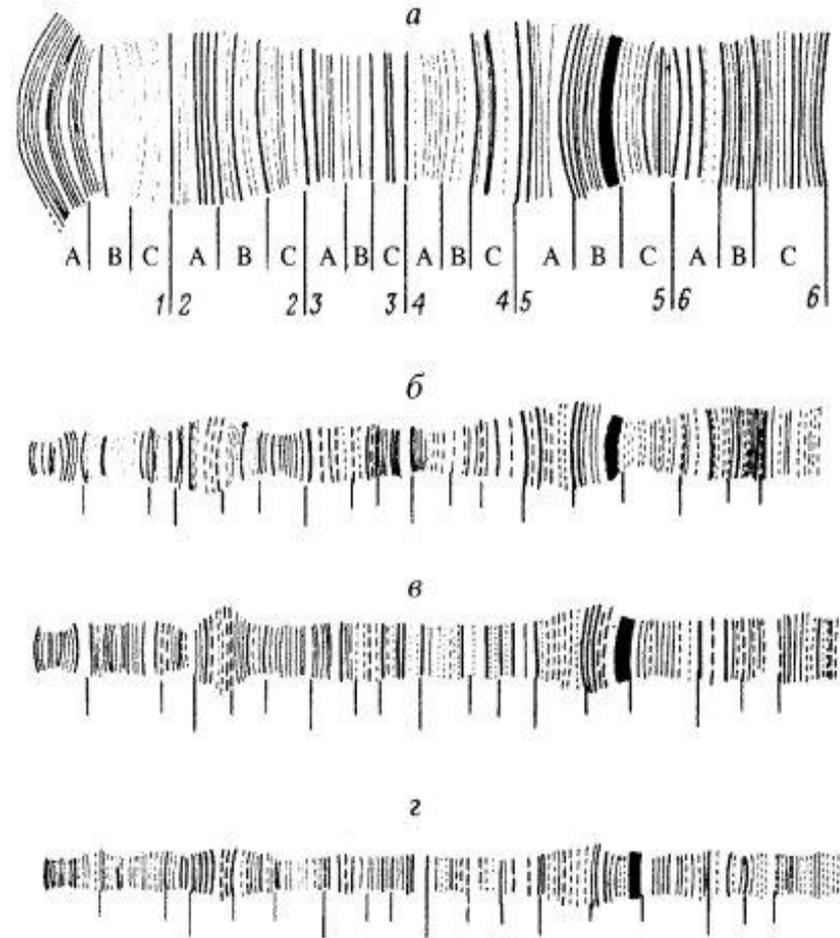
Впервые обнаружены Е.Г. Бальбиани в 1881г, однако их цитогенетическая роль была выявлена Костовым, Пайнтером, Гейтцем и Бауером. Содержатся в клетках слюнных желез, кишечника, трахей, жирового тела и мальпигиевых сосудов личинок двукрылых.

# Схема строения политенных хромосом



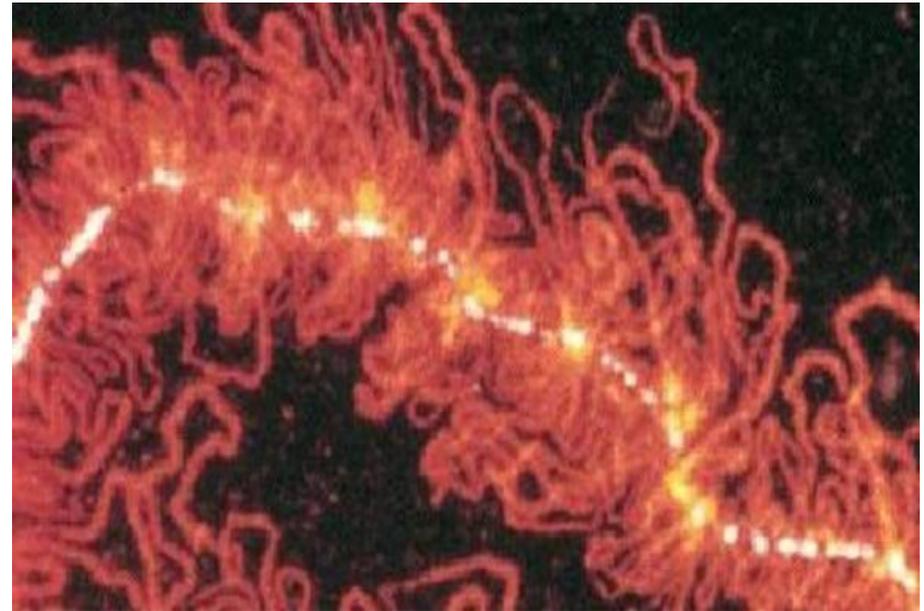
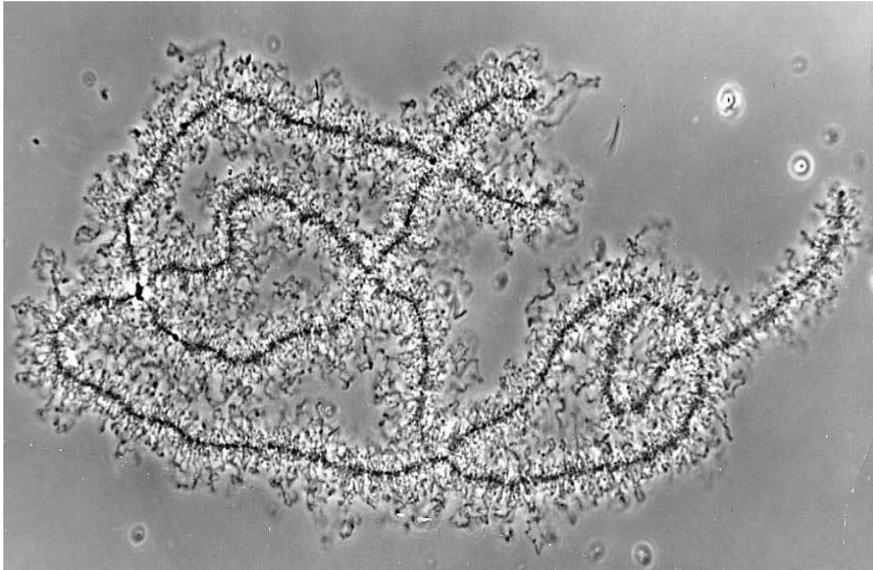
а — нить интерфазной хромосомы; б — две нити после редупликации; в — восемь сближенных нитей в результате трехкратной редупликации хромосом;

1 — диски; 2 — междисковые участки; 3 — пuffed, образовавшийся за счет деконденсации хроматина диска



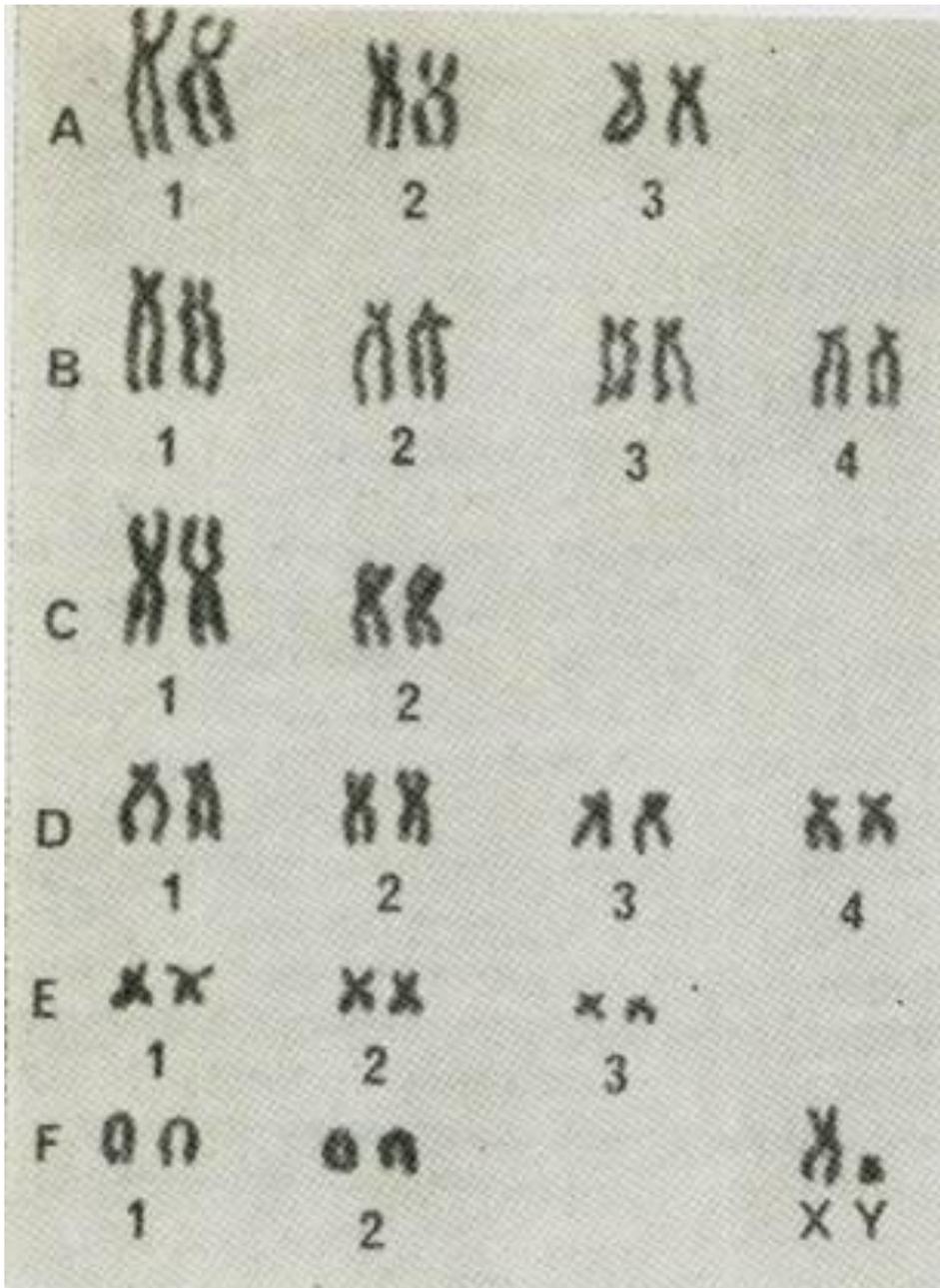
# ХРОМОСОМЫ ТИПА ЛАМПОВЫХ ЩЕТОК

- Обнаружены Рюккертом в 1892 году.
- По длине превышают политенные хромосомы, наблюдаются в ооцитах на стадии первого деления мейоза, во время которой процессы синтеза, приводящие к образованию желтка, наиболее интенсивны.

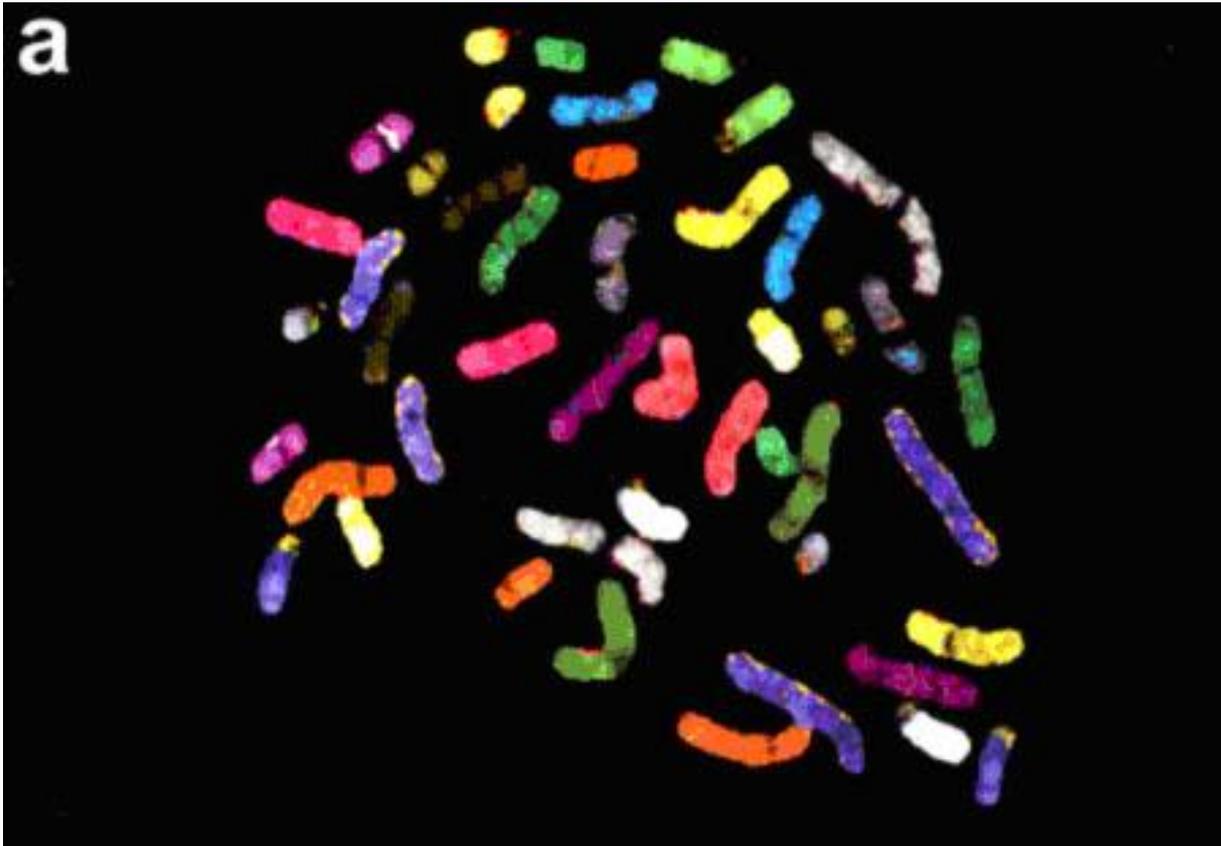


# КАРИОТИП

Это совокупность  
числа, величины и  
морфологии  
митотических  
хромосом



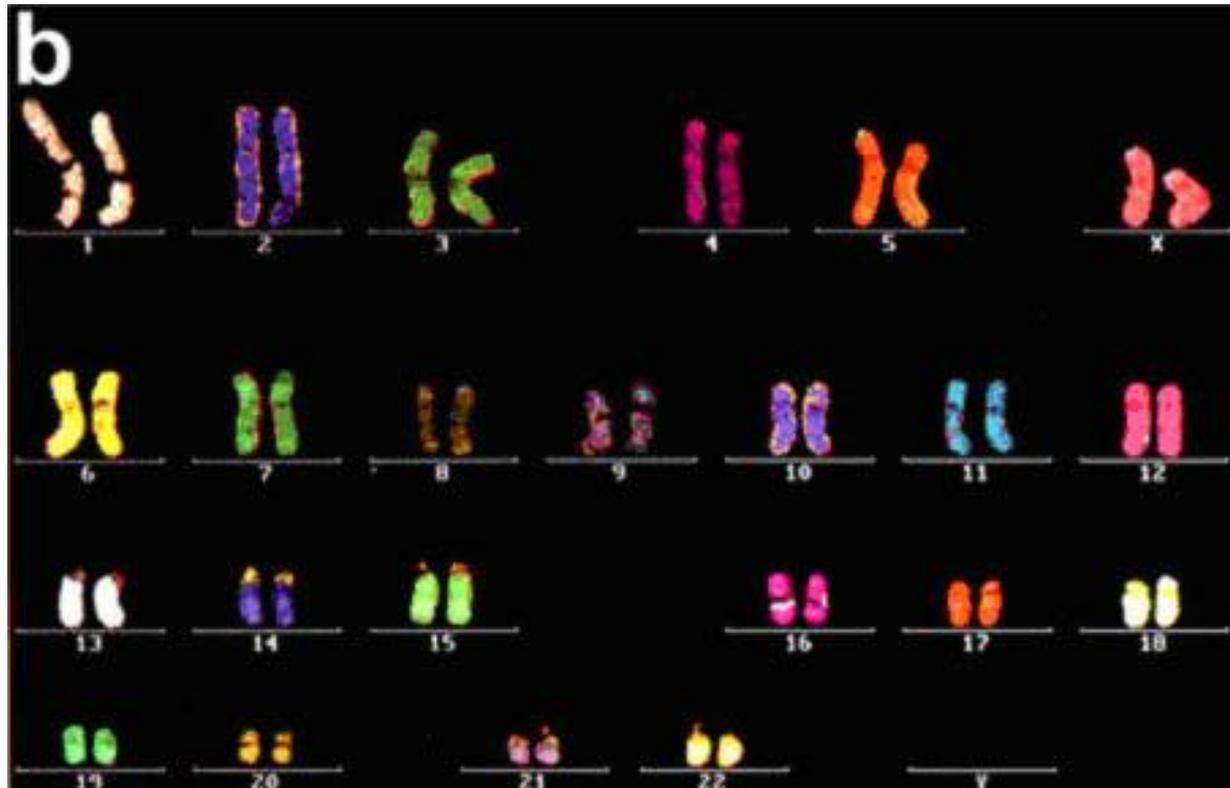
Кариотип домашней  
кошки *Felis catus*  
(Брайен С. и др.  
Генетика кошки, 1993).



24-цветная FISH хромосом человека:

а - метафазная пластинка

(Рубцов Н. Б., Карамышева Т. В. Вестн. ВОГиС, 2000).

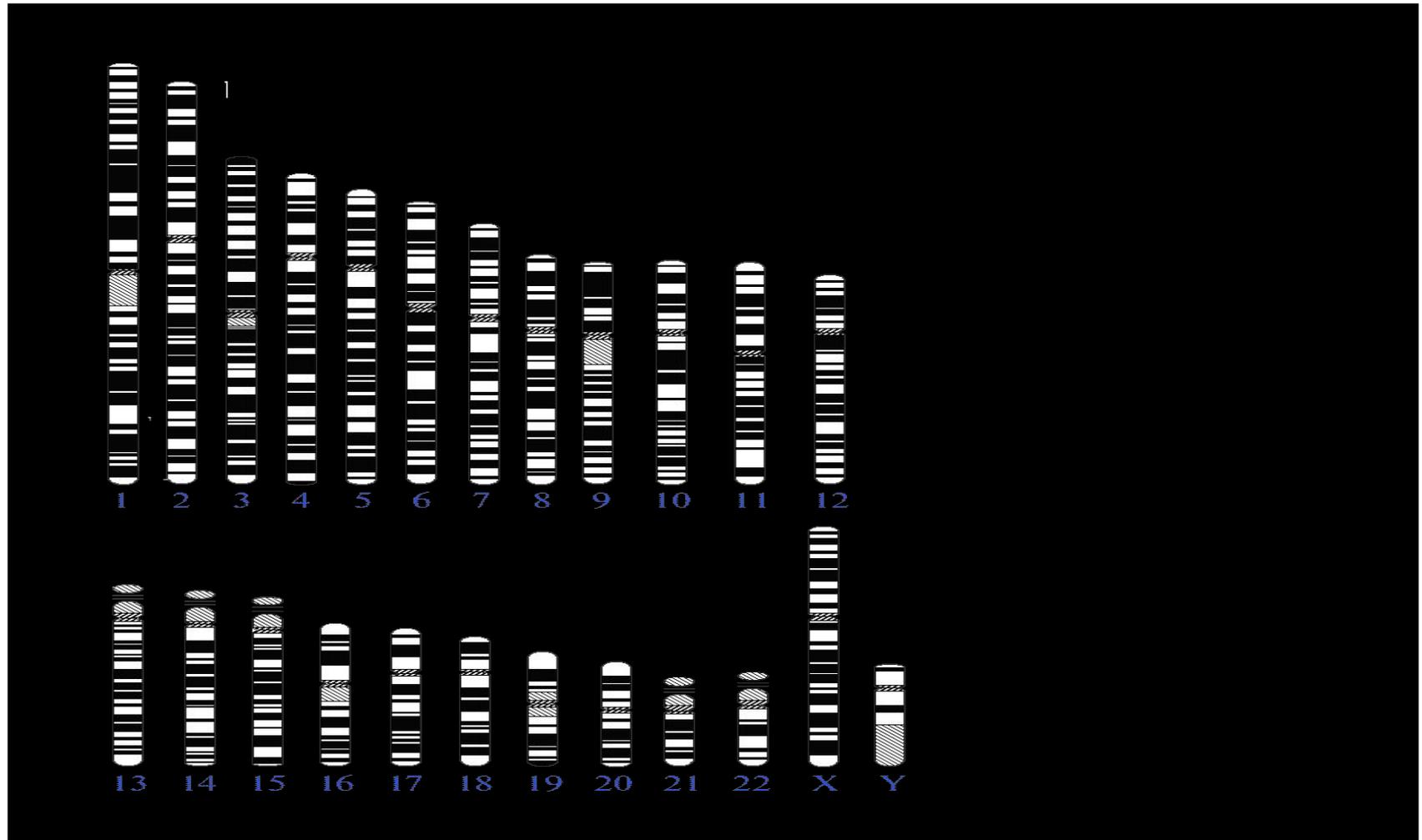


24-цветная FISH хромосом человека:

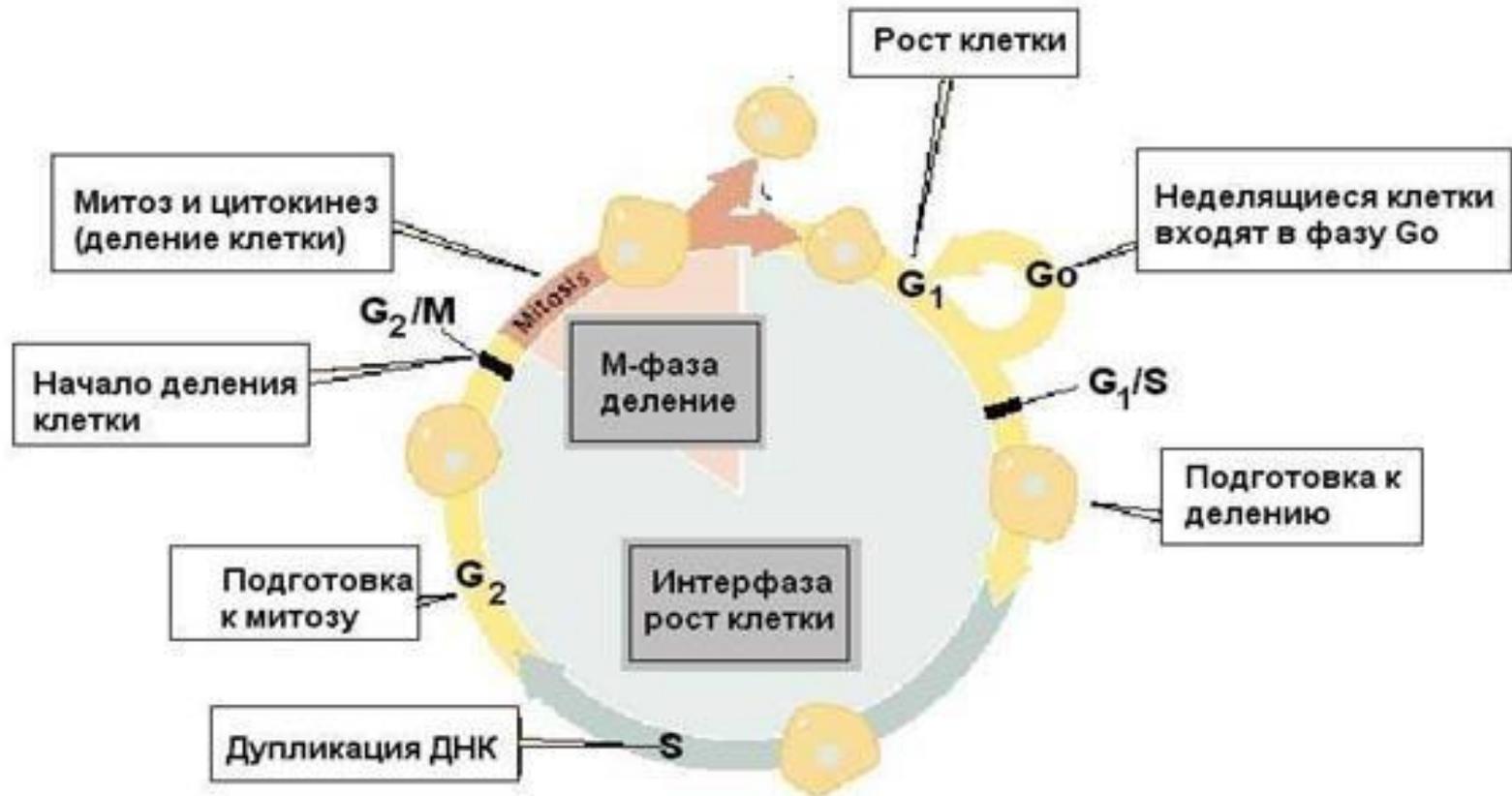
b - раскладка хромосом.

(Рубцов Н. Б., Карамышева Т. В. Вестн. ВОГиС, 2000).

# ВСЕ ХРОМОСОМЫ ЧЕЛОВЕКА



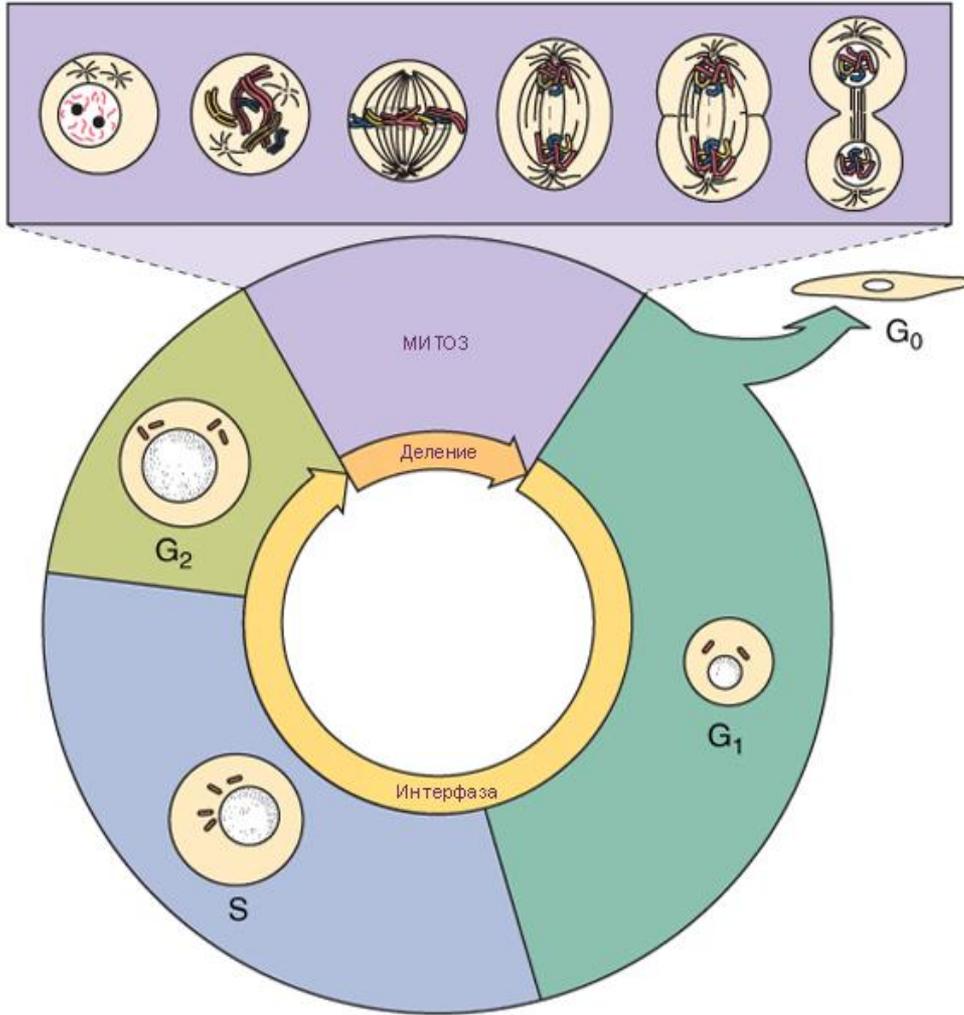
# Жизненный цикл клеток



## Клеточный цикл

Жизненный цикл — это время существования клетки от момента ее образования путем деления материнской клетки до собственного деления или естественной гибели.

# Интерфаза



**Пресинтетический  
(G<sub>1</sub>)**

**Синтетический (S)**

**Постсинтетический  
(G<sub>2</sub>)**

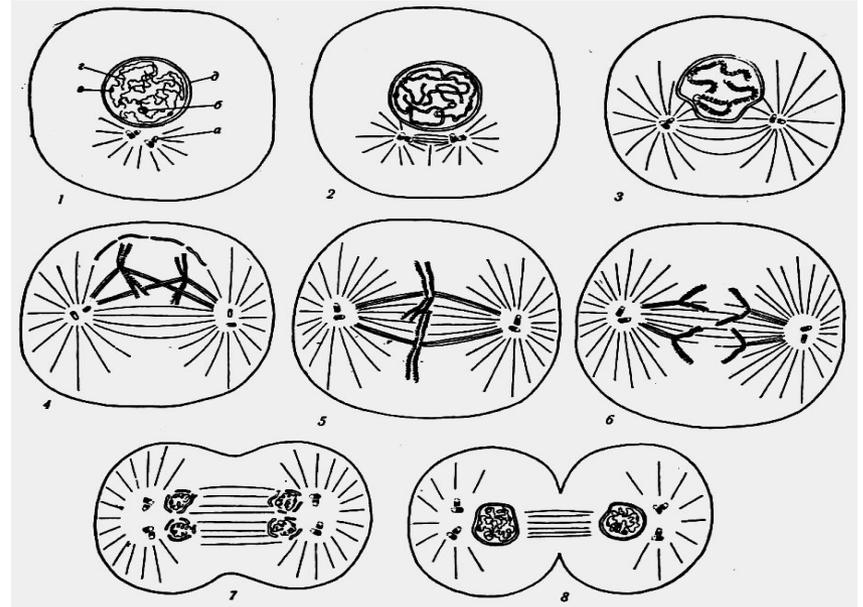
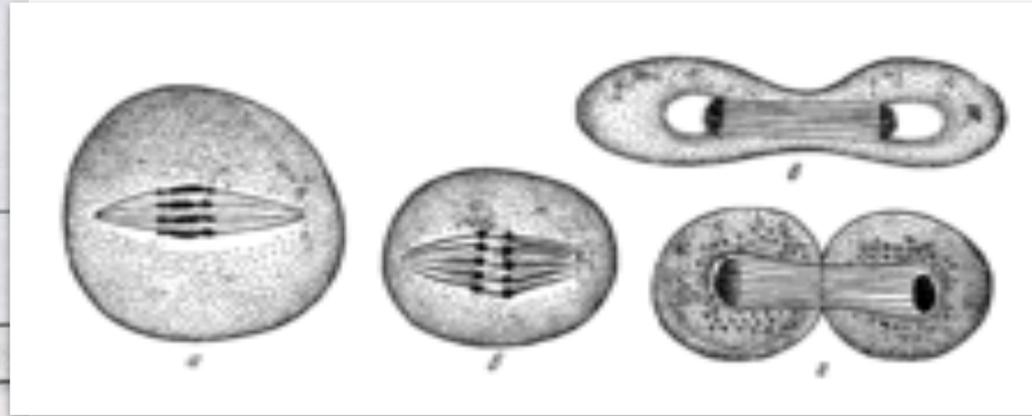
# Периоды Клеточного цикла

**Пресинтетический (G1).** Синтеза ДНК еще не происходит. Интенсивные процессы биосинтеза белка. Образование органоидов. На деспирализованных молекулах ДНК синтезируются и-РНК. Клетка активно растет в размерах, запасает вещества, необходимые для деления.

**Синтетический (S).** Происходит удвоение генетического материала путем репликации ДНК. Количество наследственного материала удваивается. Получаются Двухроматидные хромосомы.

**Постсинтетический (G2).** ДНК уже не синтезируется, но происходит исправление недочетов, допущенных при синтезе ее в S период (репарация). Также накапливаются энергия и питательные вещества, продолжается синтез РНК и белков.

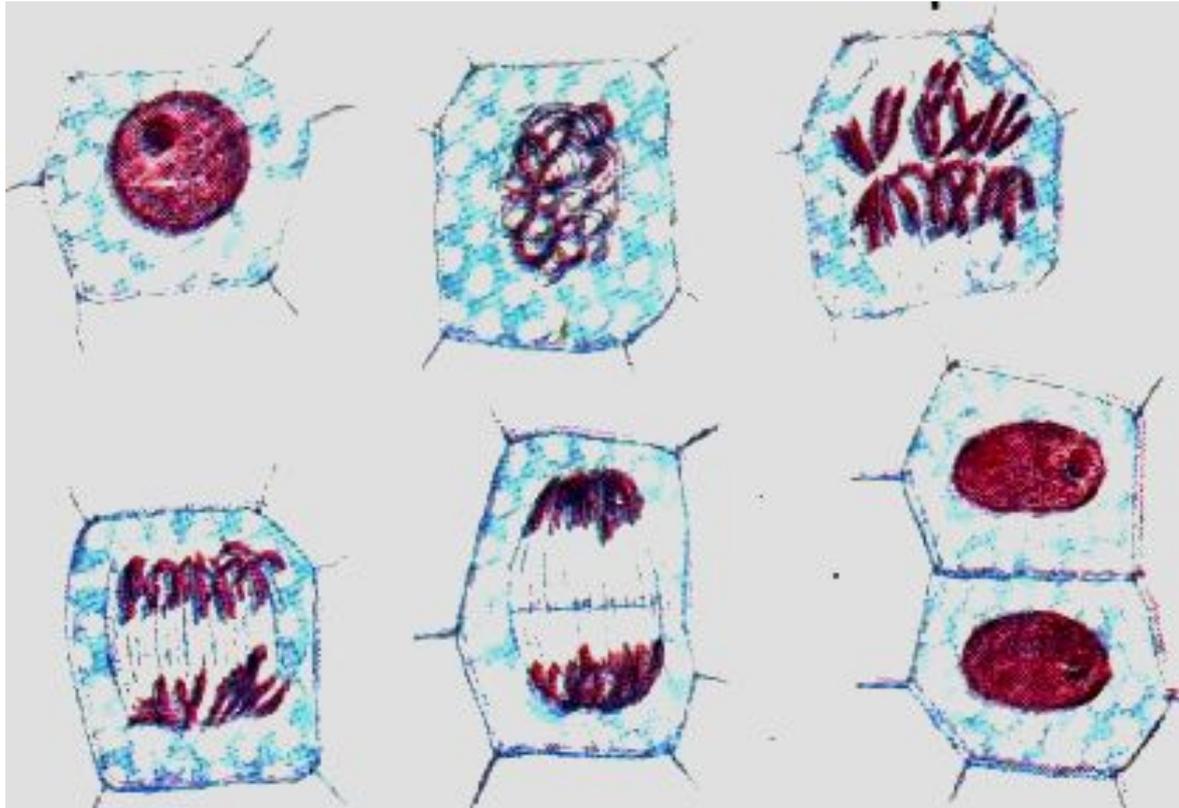
# МИТОЗ, ИЛИ НЕПРЯМОЕ ДЕЛЕНИЕ КЛЕТКИ



# **МИТОЗ (лат. Mitos – нить) –**

**деление клеточного ядра, при котором образуется два дочерних ядра с набором хромосом, идентичных родительской клетки.**

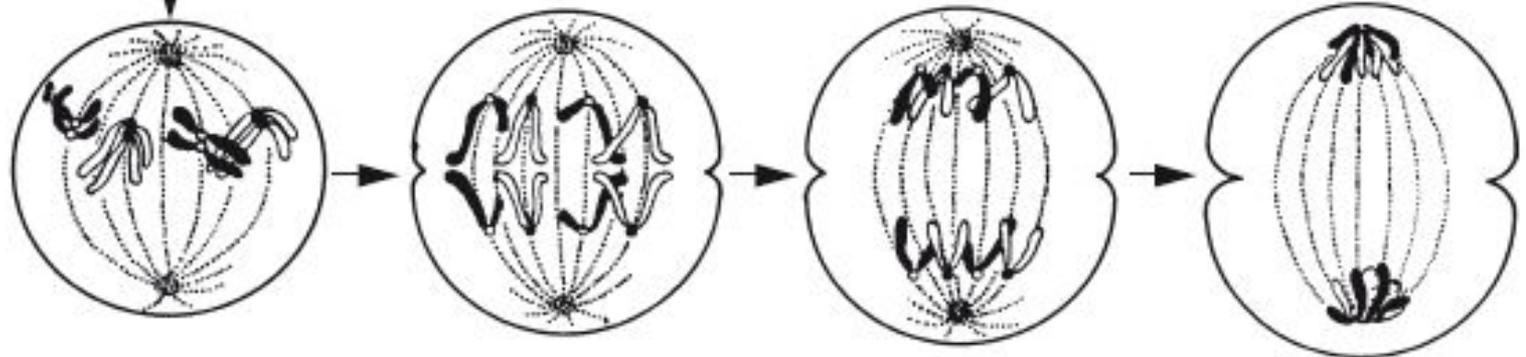
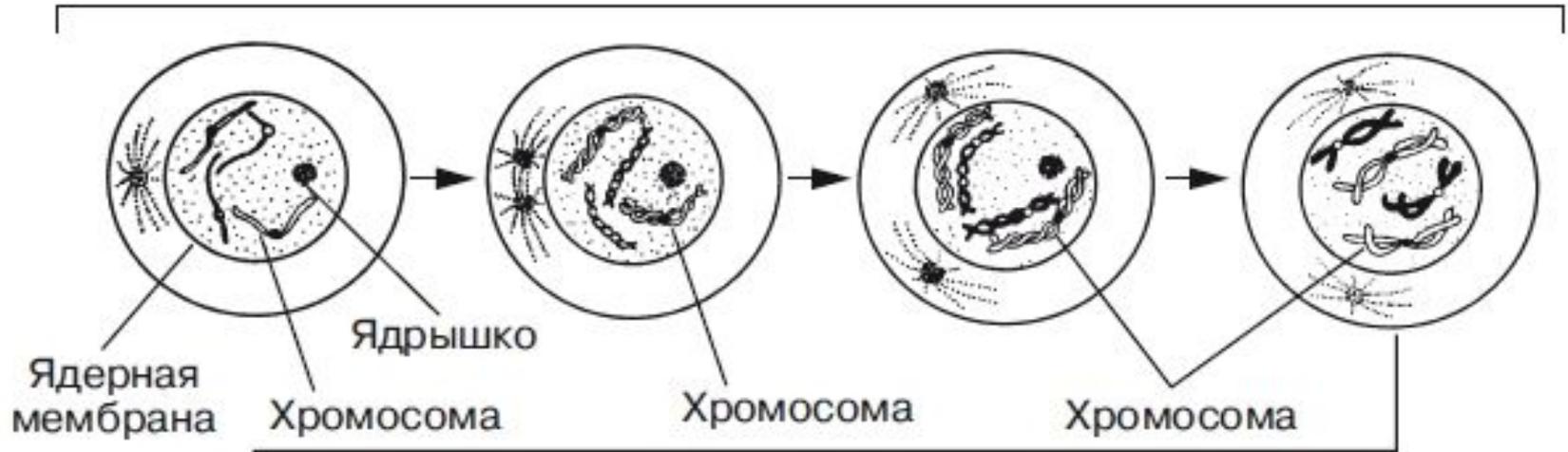
***Митоз = деление ядра + деление цитоплазмы***



**Впервые митоз у растений наблюдал И.Д. Чистяков в 1874 г., а детально процесс был описан нем. ботаником Э. Страсбургером (1877) и нем. зоологом В.**

# Общая схема митоза

Профаза



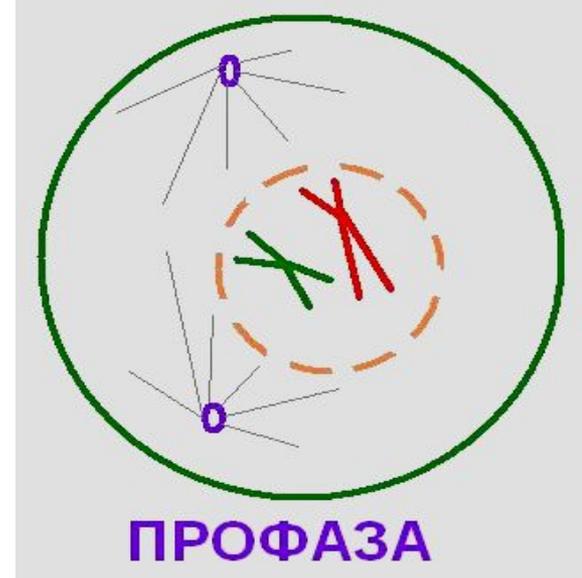
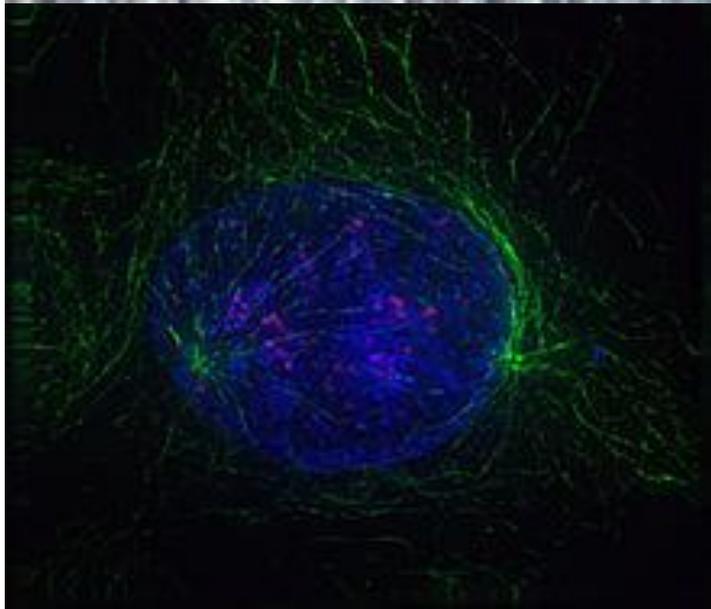
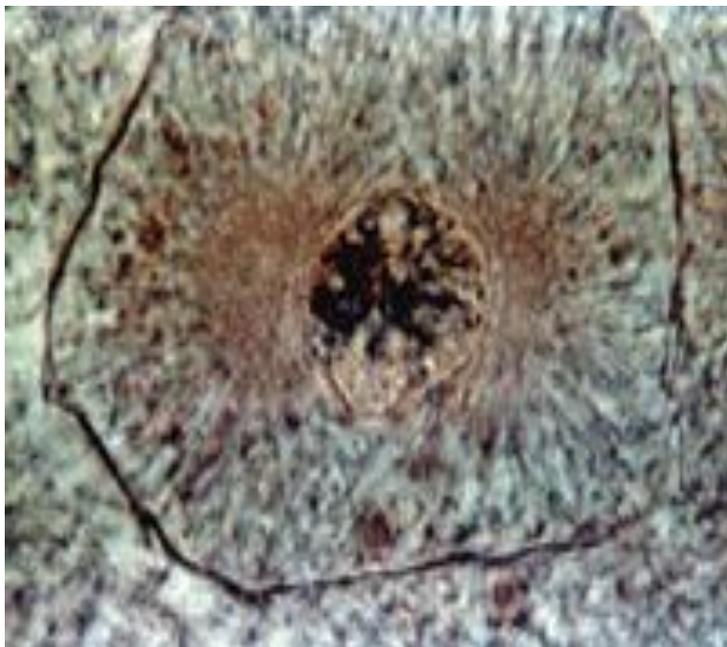
Метафаза

Ранняя анафаза

Поздняя анафаза

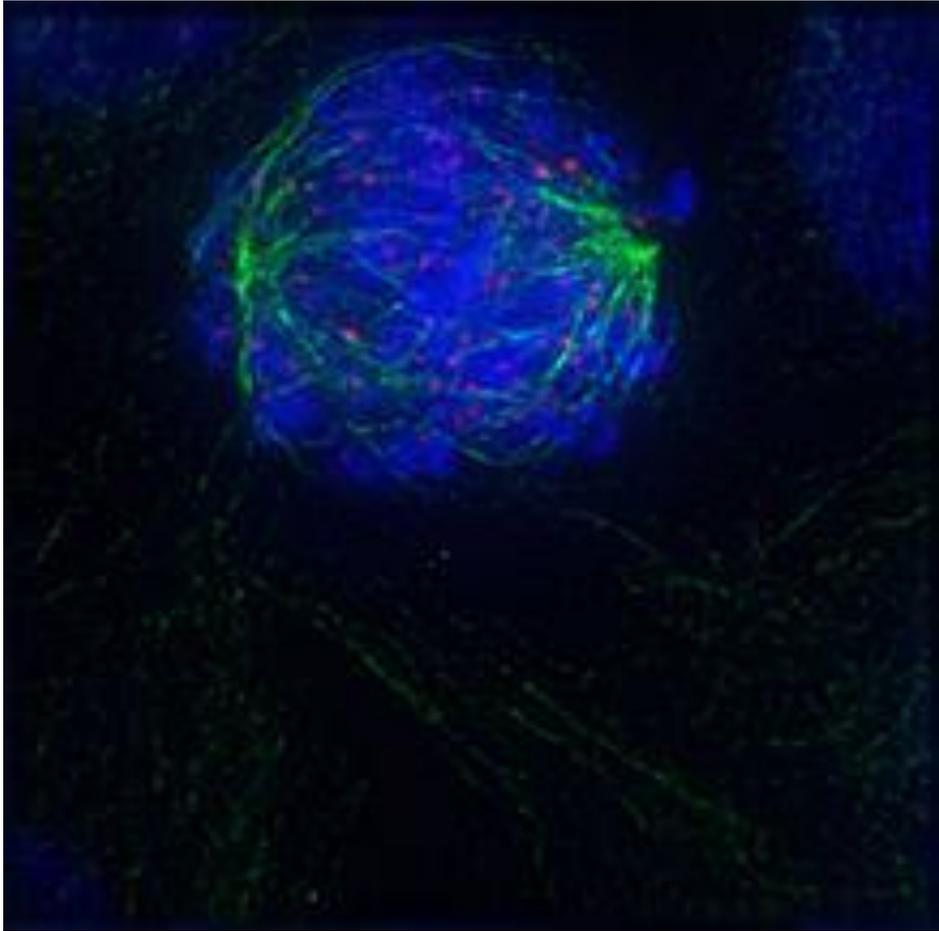
Ранняя телофаза

# ПРОФАЗА



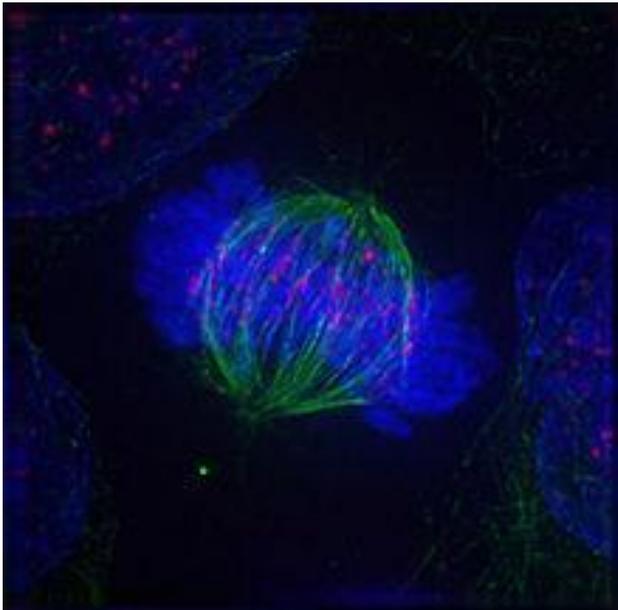
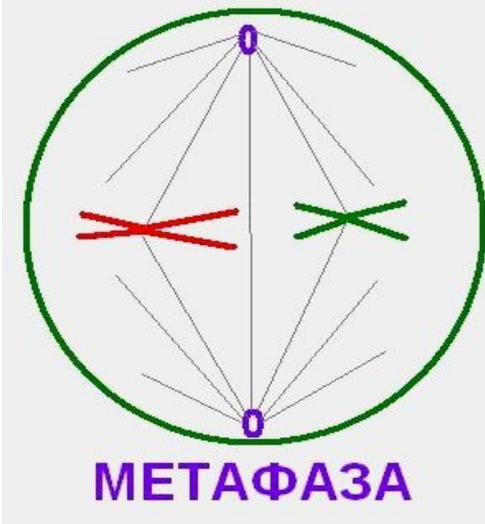
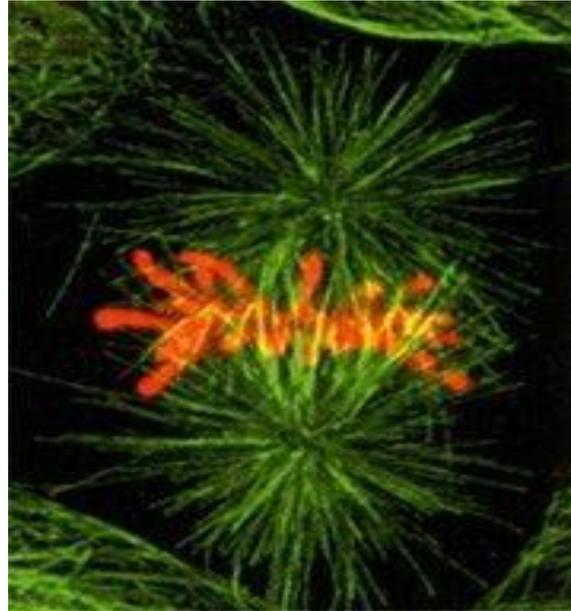
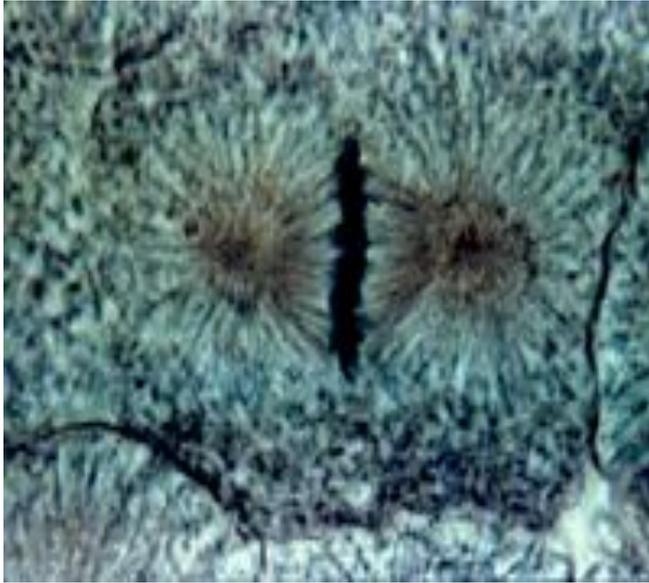
Увеличивается объем ядра.  
Хроматин спирализуется  
(**конденсируется**) в  
двуххроматидные  
хромосомы; ядерная  
оболочка и ядрышко  
растворяются; центриоли  
расходятся к полюсам;  
( $2n$   $4c$ ); формируется  
веретено деления

# Прометафаза



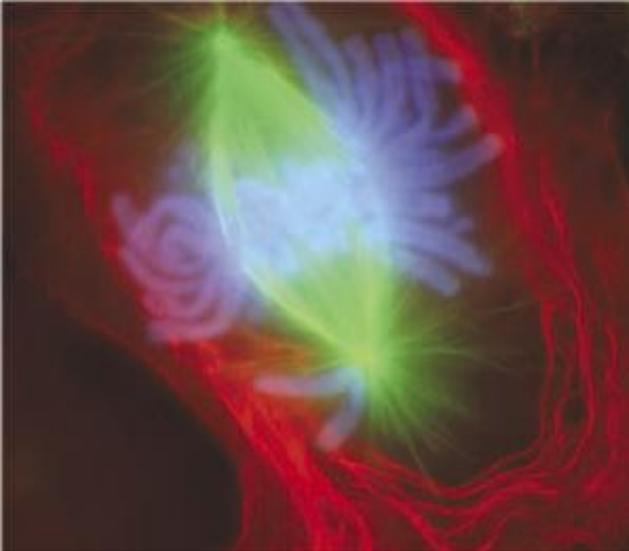
- Происходит движение хромосом то к одному полюсу, то к другому (**конгрессия хромосом**) или к центру (экватору)
- Содержание генетического материала в клетке остается неизменным ( $2n4c$ ).

# МЕТАФАЗА



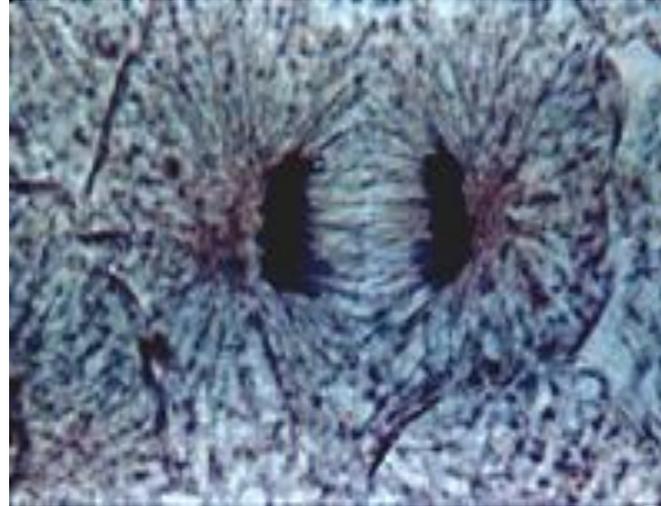
**Двухроматидные  
хромасомы выстраиваются  
на экваторе клетки; нити  
веретена, которые  
прикрепляются к  
центромерам хромосом и  
полюсные нити, находятся в**

# АНАФАЗА



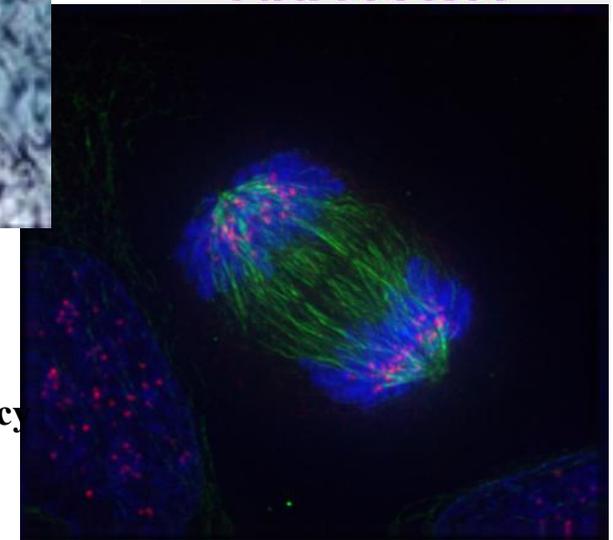
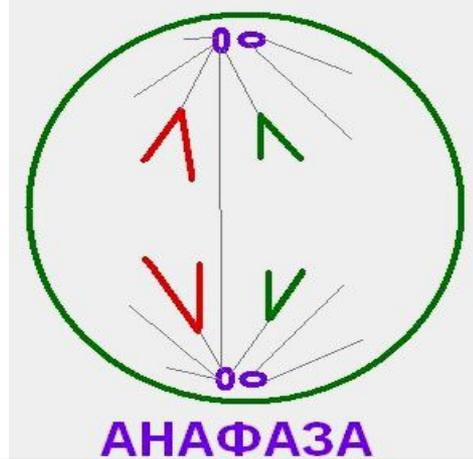
## Ранняя анафаза

(использованы фотографии сайта:  
<http://ru.wikipedia.org/wiki/Файл:Mitosis-fluorescent.jpg>)



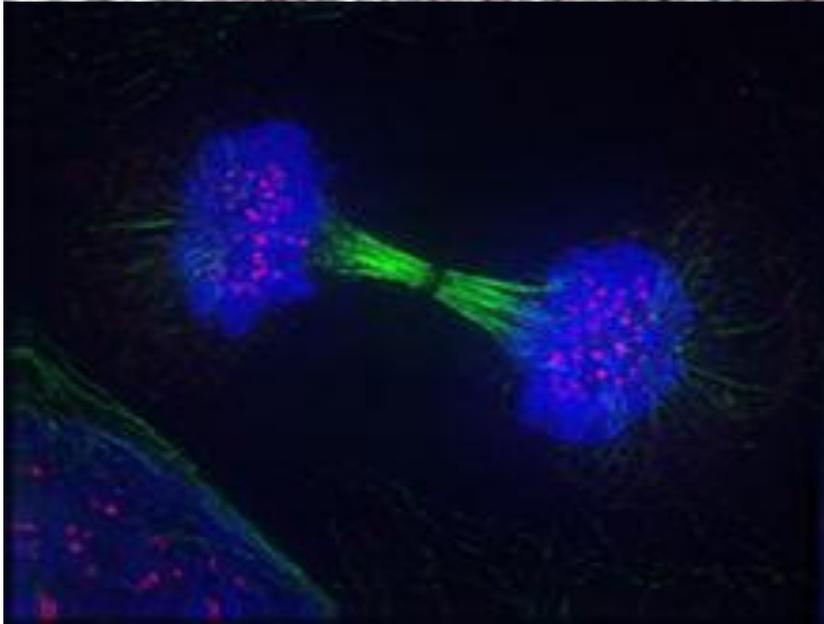
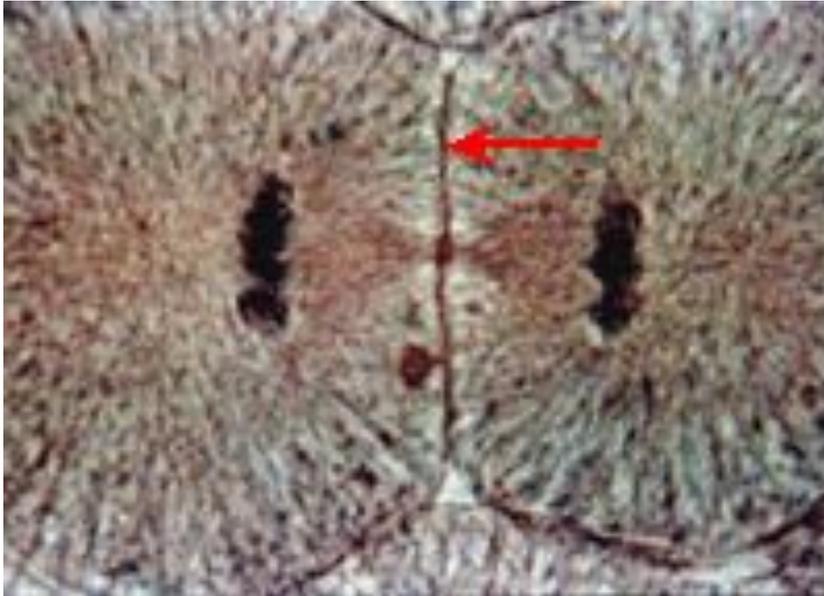
## Поздняя анафаза

(использованы фотографии сайта:  
[http://www.morphology.dp.ua/\\_mp3/cytology6.php](http://www.morphology.dp.ua/_mp3/cytology6.php))

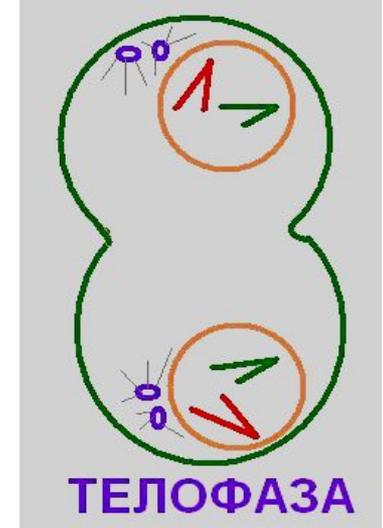


**Каждая хромосома «расщепляется» на две хроматиды. Нити веретена сокращаются и тянут хроматиды к противоположным полюсам клетки. Содержание генетического материала в клетке у каждого полюса представлено диплоидным набором хромосом.**

# ТЕЛОФАЗА

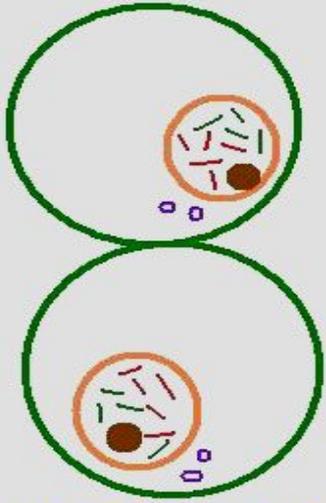


Хромосомы деспирализуются и становятся плохо видимыми. Вокруг хромосом у каждого полюса формируется ядерная оболочка, в ядрах образуются ядрышки. Разрушается веретено деления. Одновременно идет деление цитоплазмы. Дочерние клетки имеют диплоидный набор хромосом.

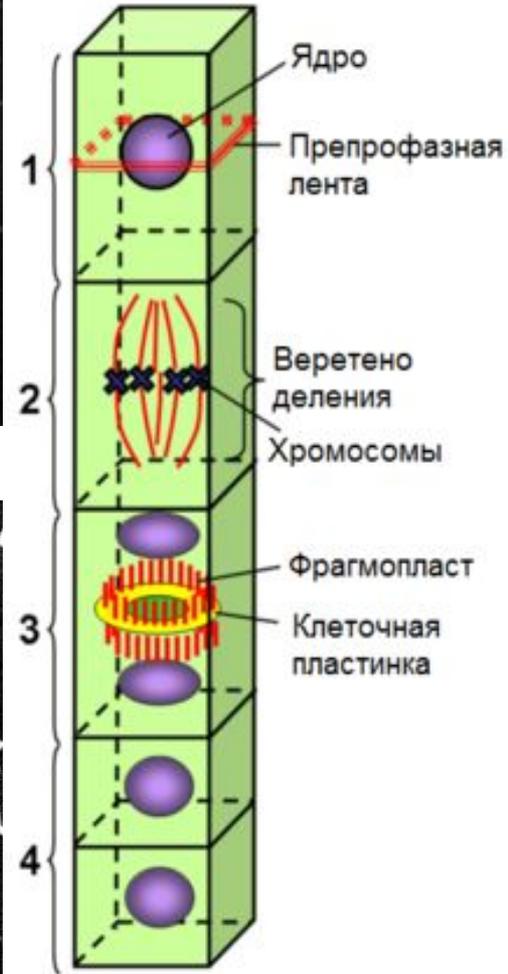
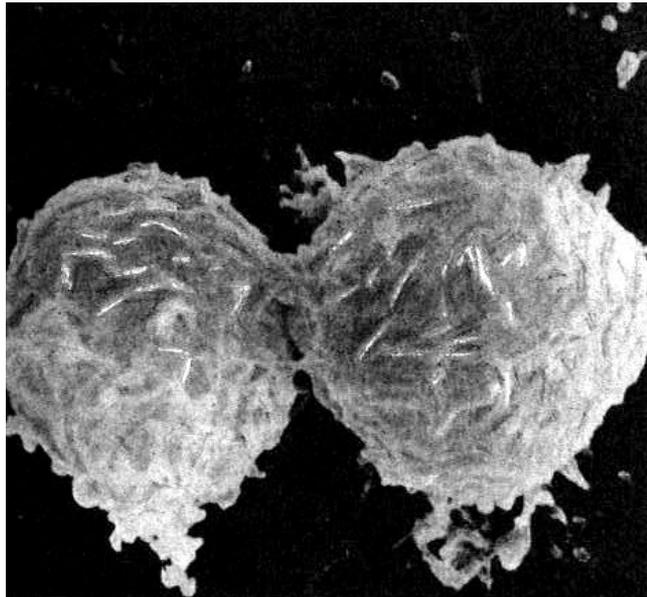
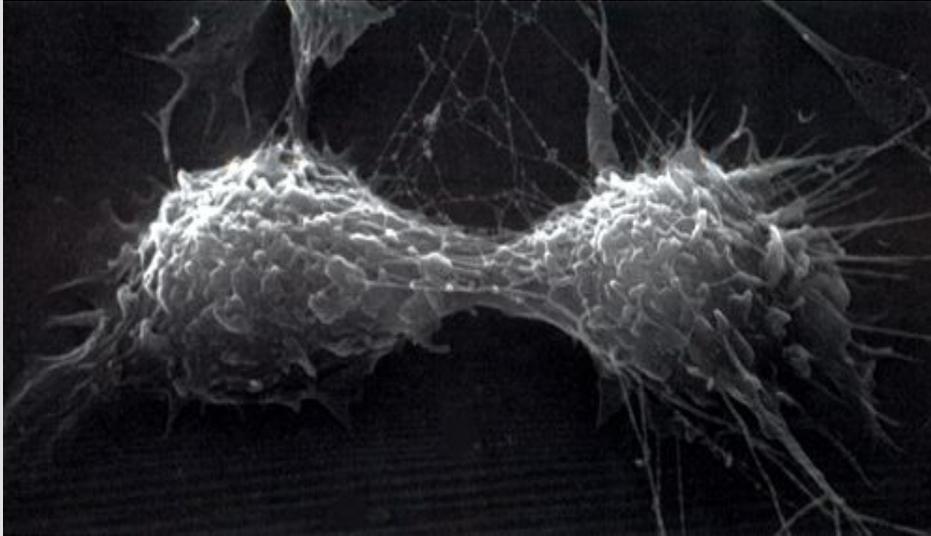


Использованы фотографии сайта:  
[http://www.morphology.dp.ua/\\_mp3/cytology6.php](http://www.morphology.dp.ua/_mp3/cytology6.php)

# ЦИТОКИНЕЗ (деление цитоплазмы)



ЦИТОКИНЕЗ



Различают два основных типа цитокинеза: деление поперечной перетяжкой клетки и деление путём образования клеточной пластинки

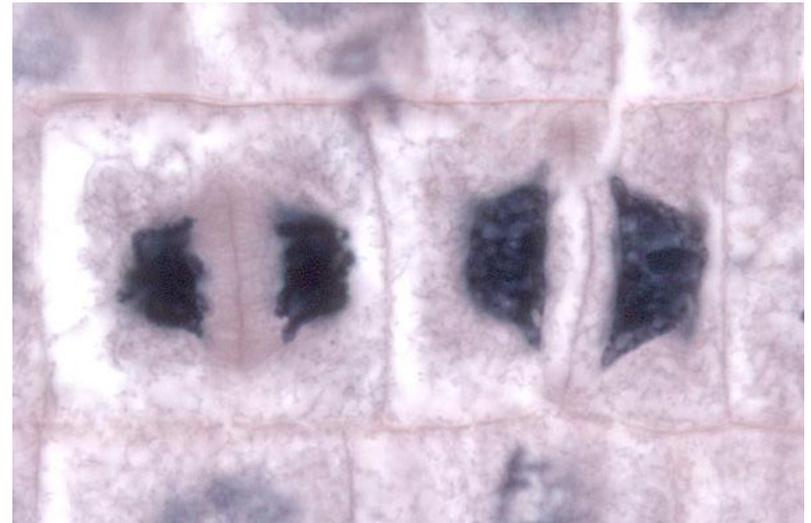
# **Цитокинез**

## **деление поперечной перетяжкой клетки**

- наиболее характерно для клеток животных
- место разделения цитоплазмы закладывается в период анафазы
- вследствие активности сократимого кольца, образуется борозда деления, которая постепенно углубляется вплоть до полного разделения клетки.

## **деление путём образования клеточной пластинки**

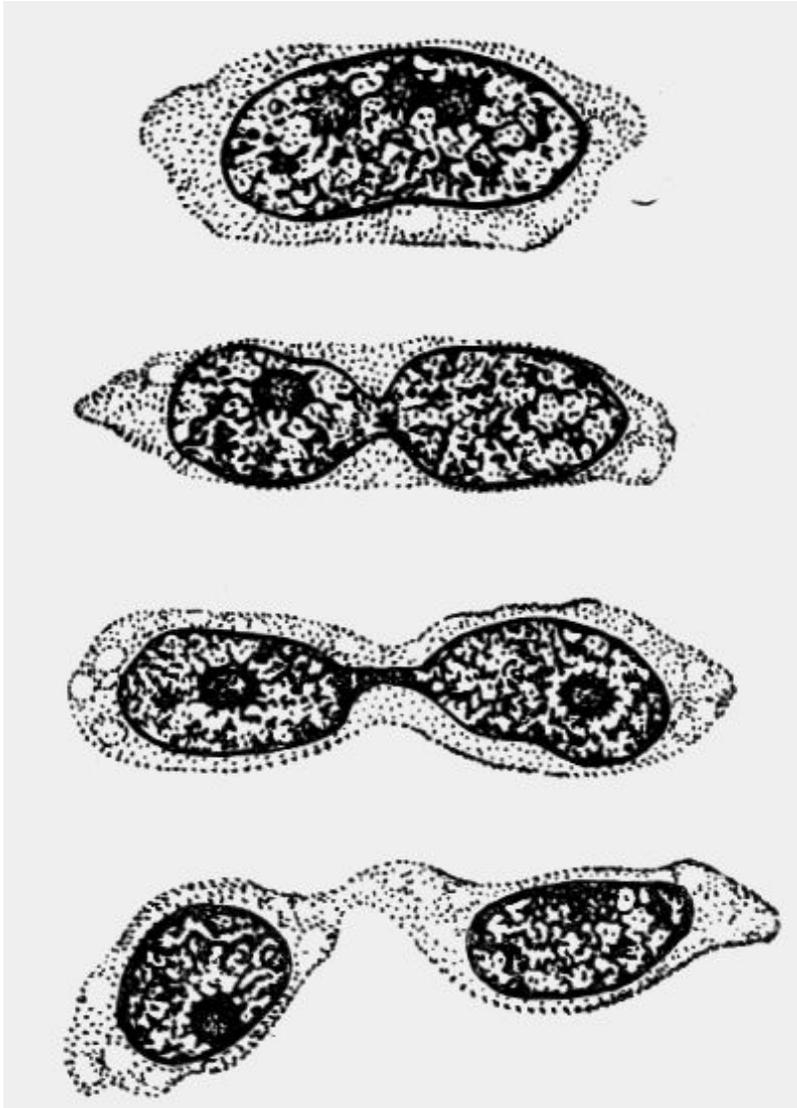
- свойственно растениям в связи с наличием жёсткой клеточной стенки
- начинается с перемещения пузырьков по направлению к экваториальной плоскости клетки.



# **ЗНАЧЕНИЕ МИТОЗА**

- **1. Приводит к увеличению числа клеток и обеспечивают рост многоклеточного организма.**
- **2. Обеспечивает замещение изношенных или поврежденных тканей.**
- **3. Сохраняет набор хромосом во всех соматических клетках.**
- **4. Служит механизмом бесполого размножения, при котором создается потомство, генетически идентичное родителям.**
- **5. Позволяет изучить кариотип организма (в метафазе).**

# АМИТОЗ или прямое деление



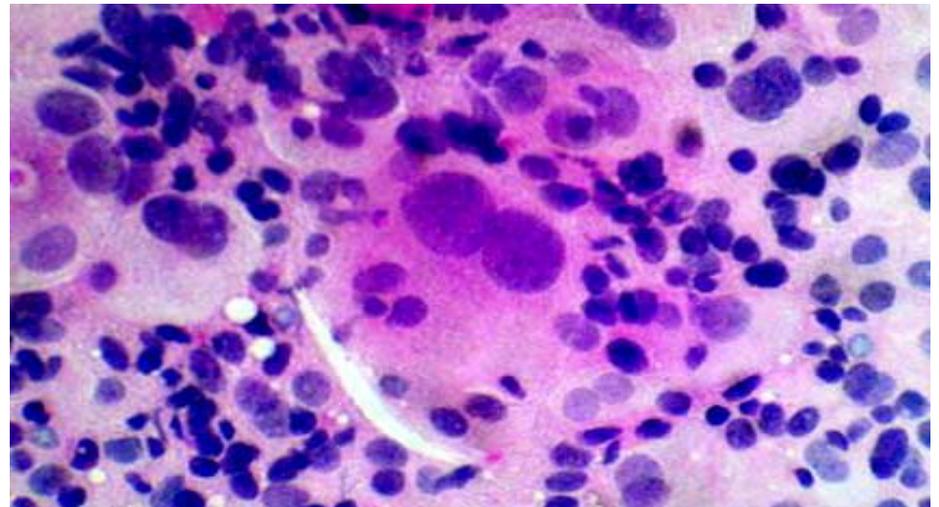
- ▶ Амитоз – это деление интерфазного ядра путем перетяжки без образования веретена деления.
- ▶ Распространенность в природе:

## Норма

1. Большое ядро инфузорий

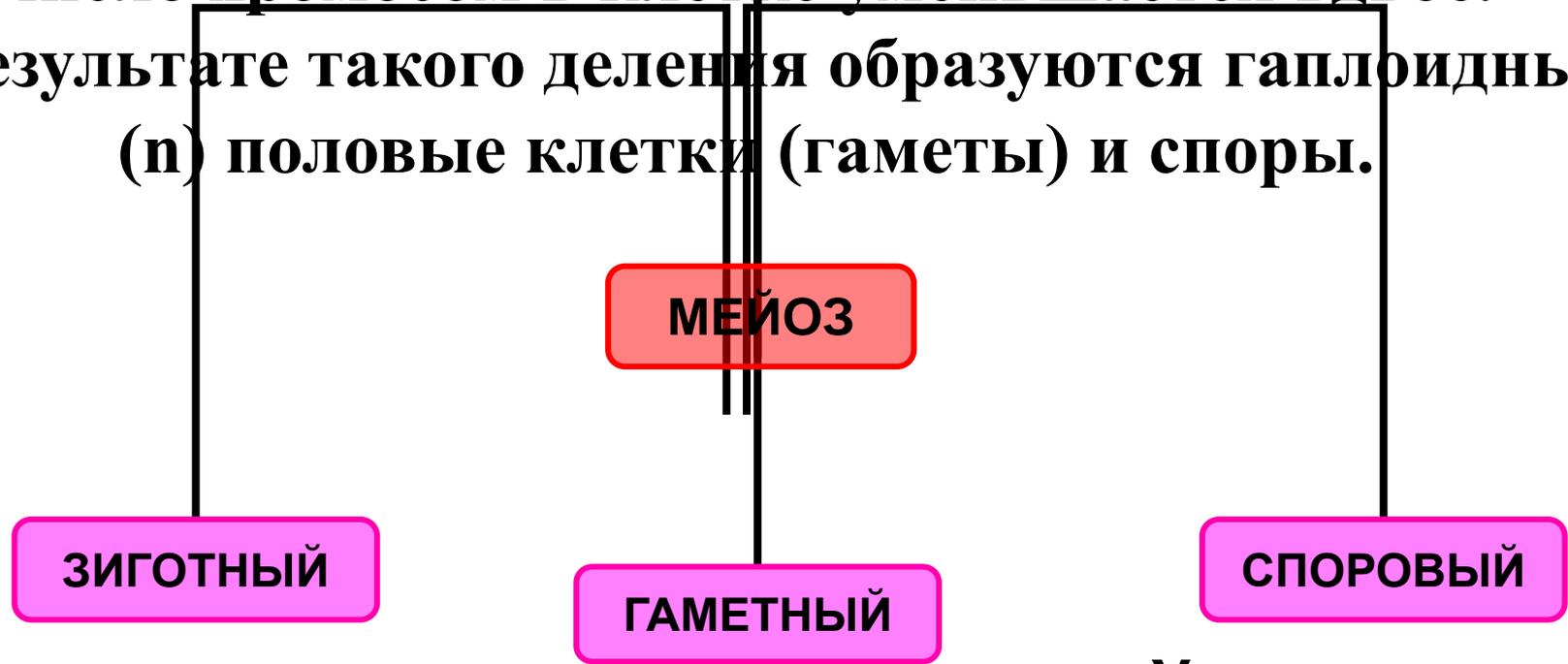
## Патология

1. При воспалениях
2. Злокачественные новообразования



**Мейоз** — процесс деления клетки, при котором число хромосом в клетке уменьшается вдвое.

В результате такого деления образуются гаплоидные (n) половые клетки (гаметы) и споры.

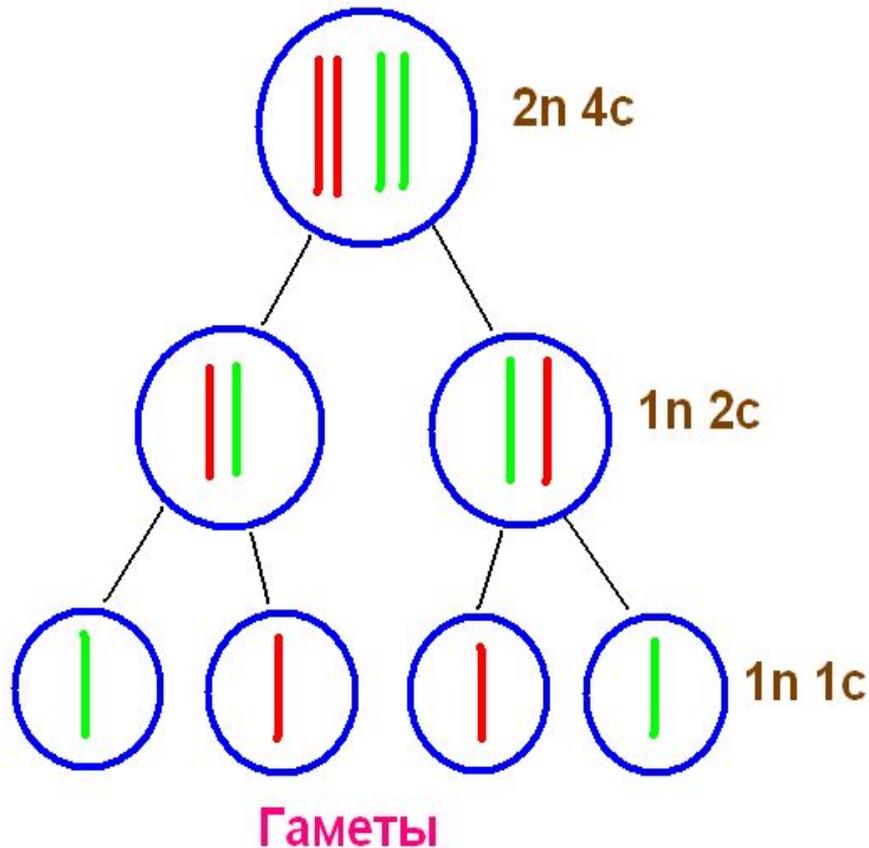


В зиготе после оплодотворения, что приводит к образованию зооспор у водорослей и мицелия грибов.

В половых органах, приводит к образованию гамет

У семенных растений приводит к образованию гаплоидного гаметофита

# МЕЙОЗ

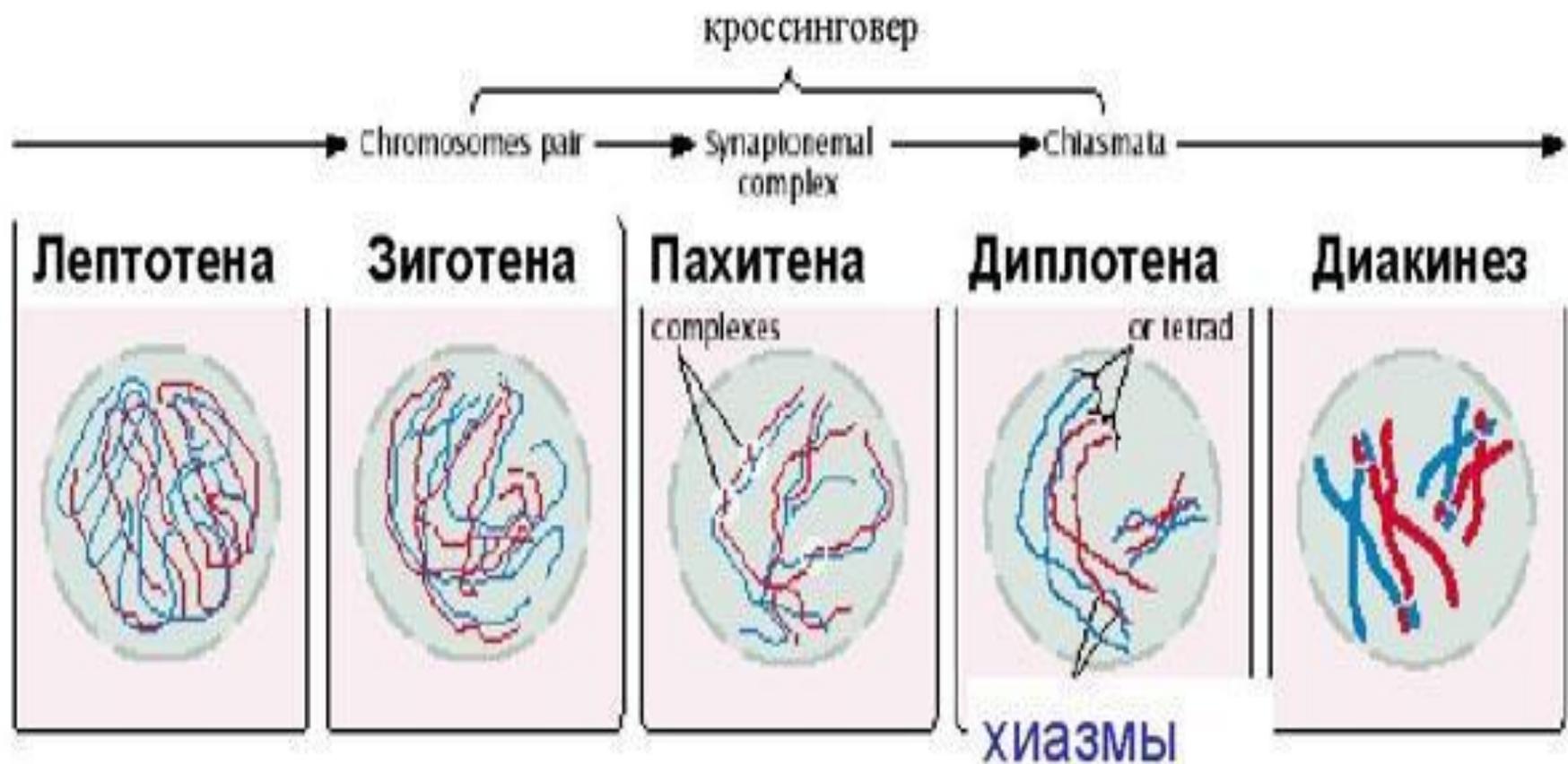


Мейоз состоит из двух последовательных делений – мейоза 1 и мейоза 2. Удвоение ДНК происходит только перед мейозом 1, а между делениями отсутствует интерфаза.

При первом делении расходятся гомологичные хромосомы и их число уменьшается вдвое, а во втором – хроматиды и образуются зрелые гаметы.

Особенностью первого деления является сложная и длительная по времени

# ПРОФАЗА I МЕЙОЗА



Кроссинговер - обмен частями между гомологичными хромосомами (отцовскими и материнскими) происходит в профазе I мейоза.

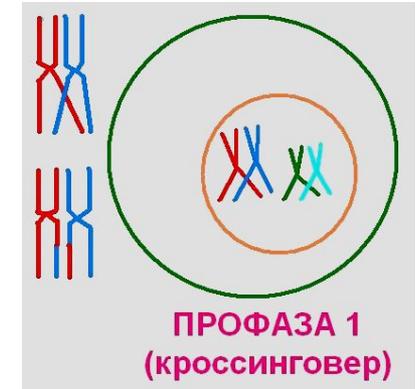
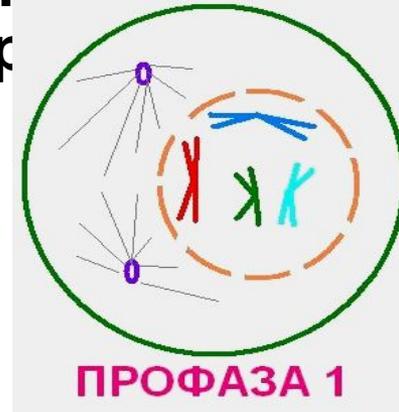
# ПРОФАЗА 1

Профаза  
пр

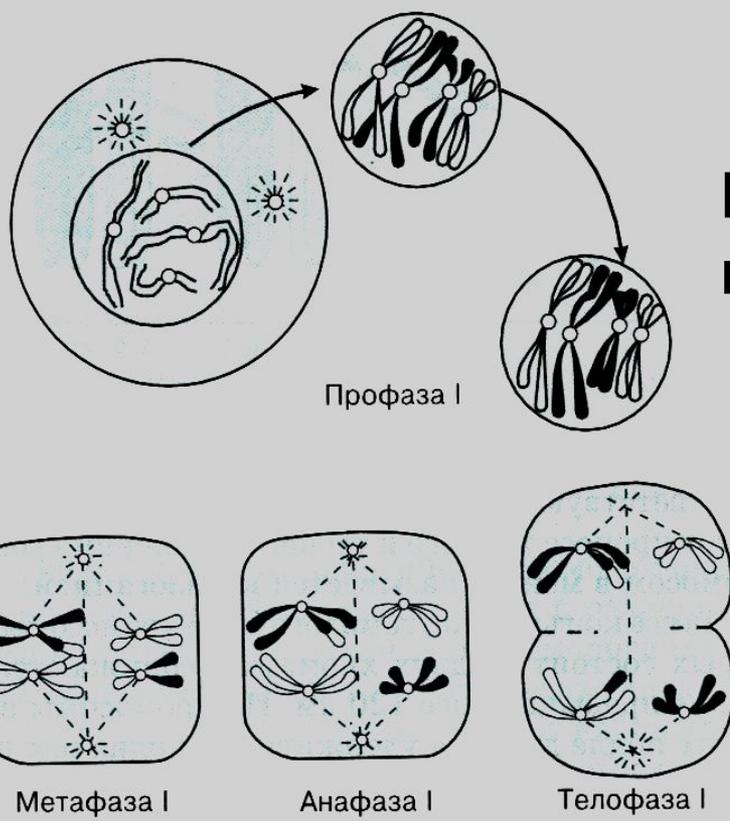
1

ная

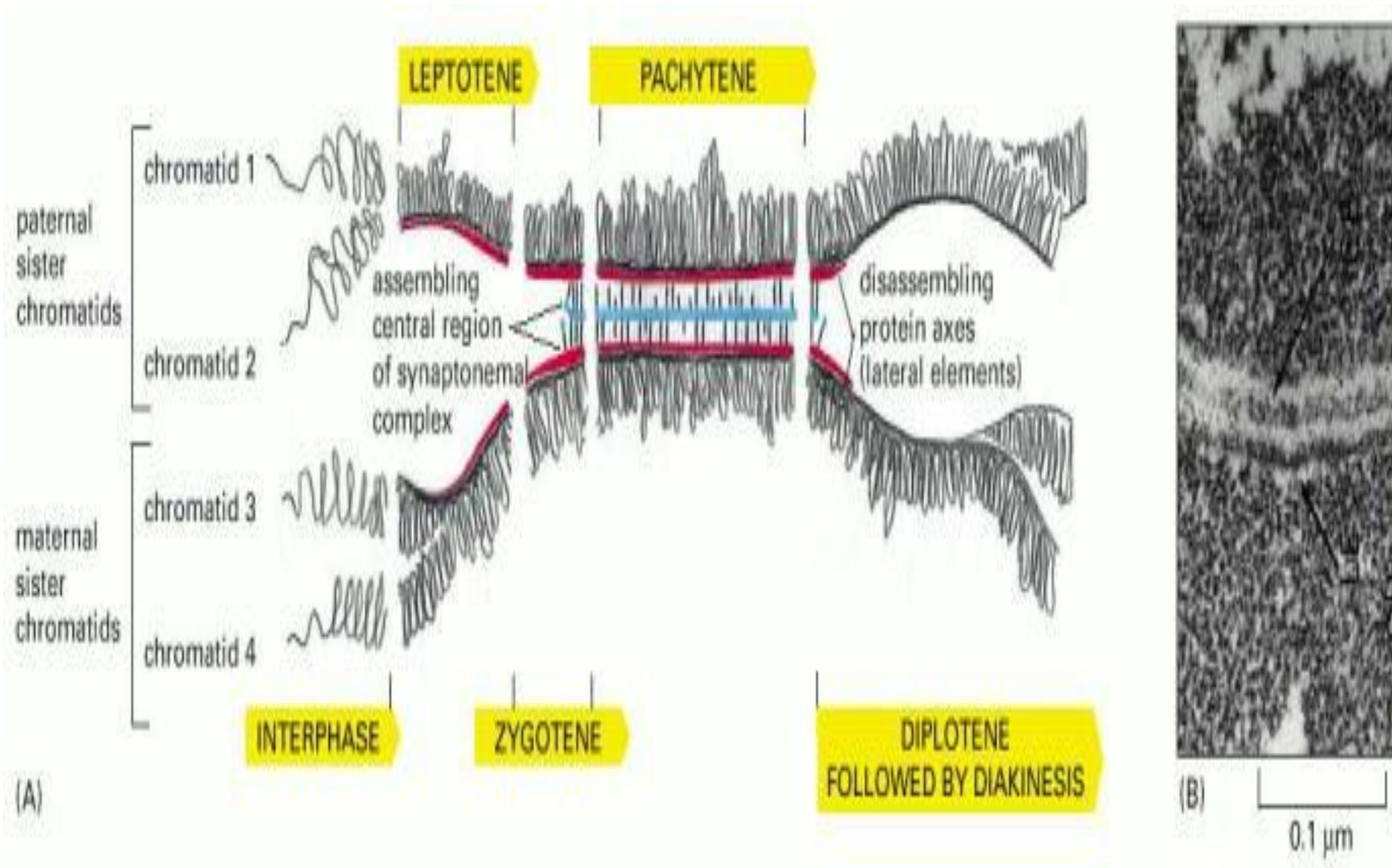
самая



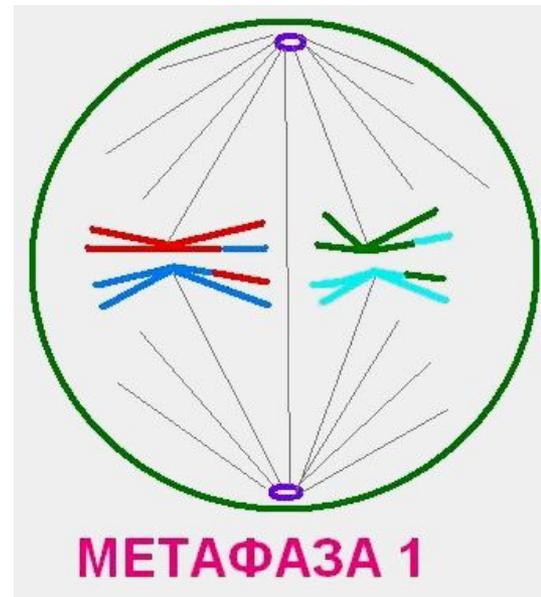
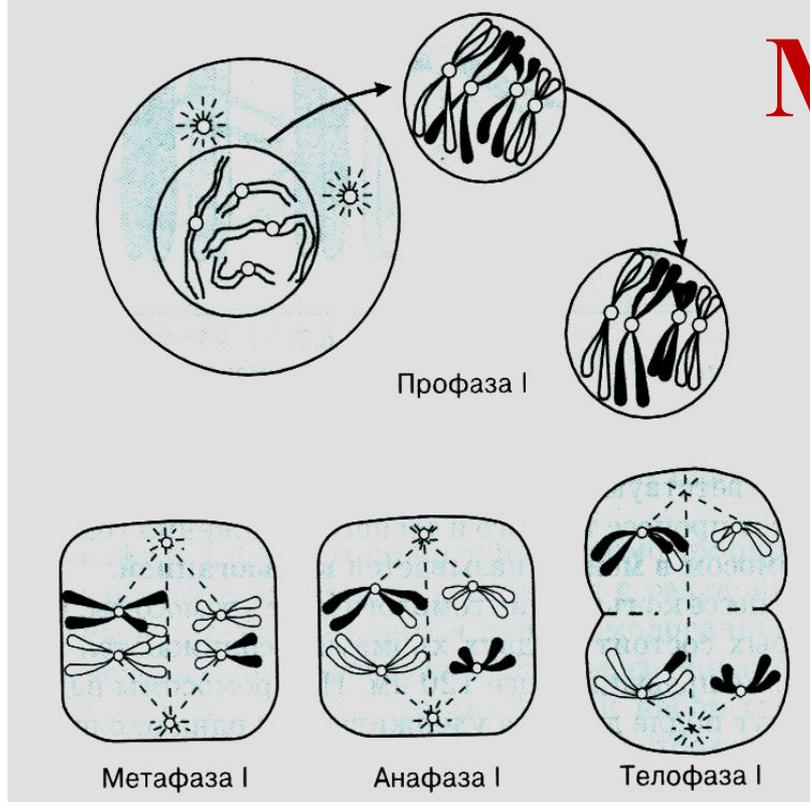
Спирализация хроматина в двухроматидные хромосомы; центриоли расходятся к полюсам; сближение (конъюгация) и укорочение гомологичных хромосом с последующим перекрестом и обменом гомологичными участками (кроссинговер); растворение ядерной оболочки.



# Синаптонемальный комплекс



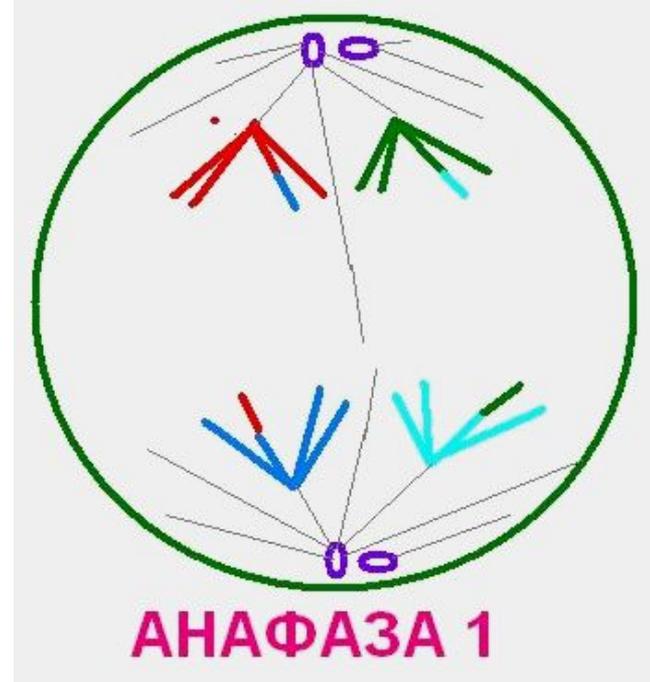
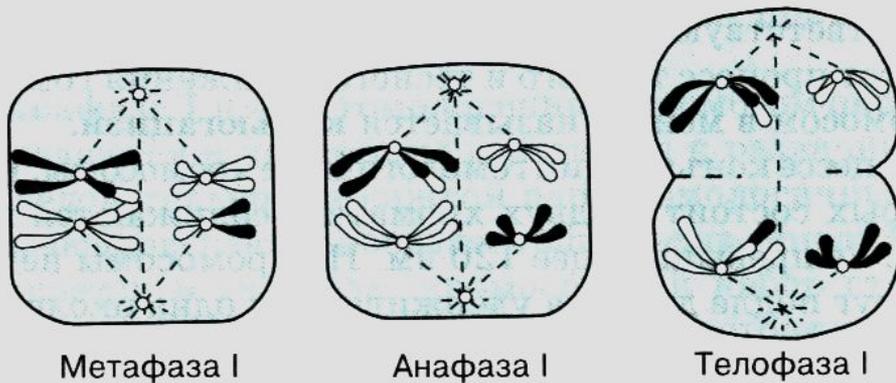
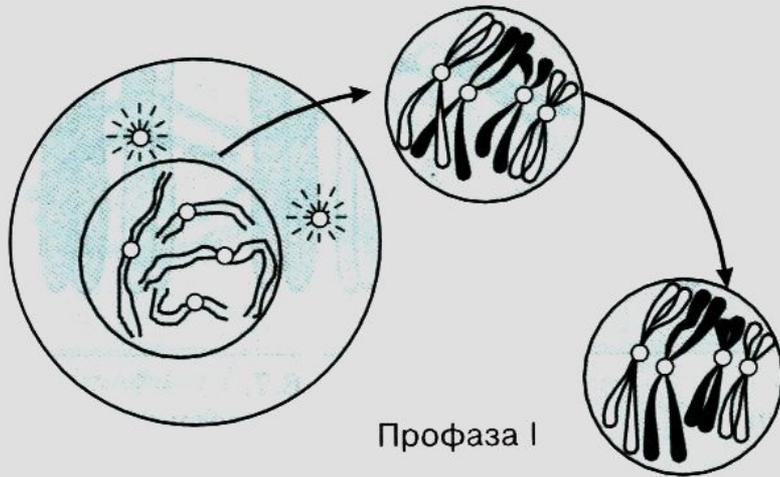
# МЕТАФАЗА 1



**Гомологичные хромосомы попарно располагаются на экваторе и отталкиваются друг от друга. Образуется веретено деления. Нити веретена прикрепляются к двуххроматидным**

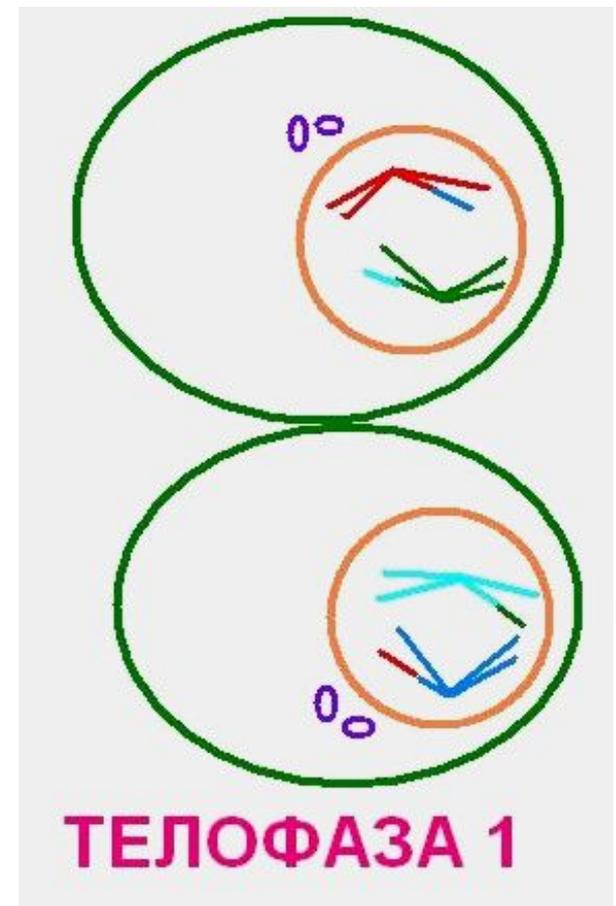
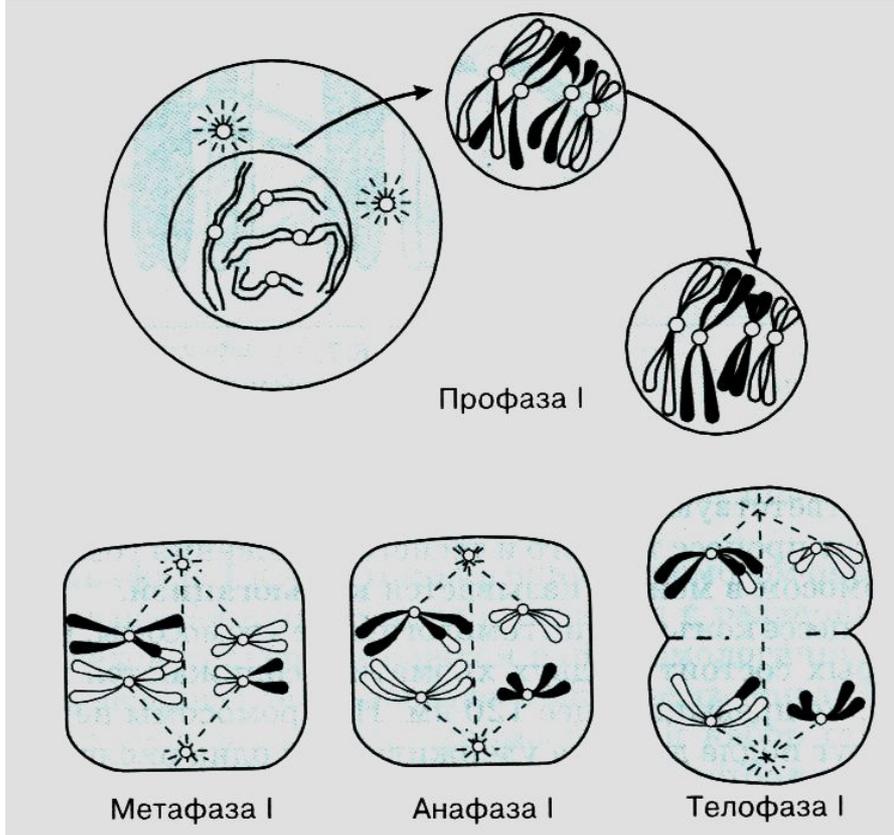


# АНАФАЗА 1



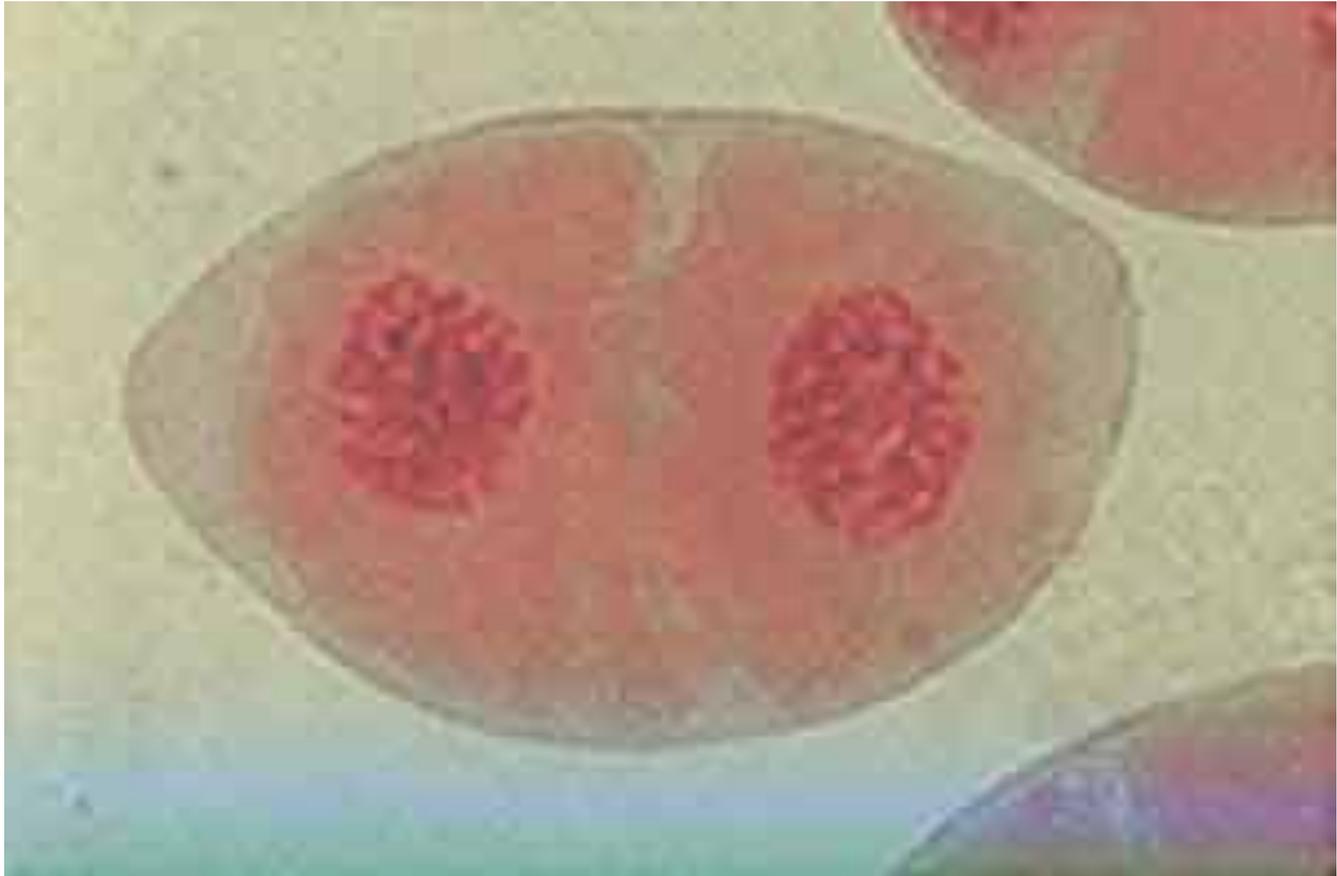
К полюсам  
расходятся  
**ГОМОЛОГИЧНЫЕ**  
**хромосомы,**  
состоящие из двух  
хроматид.  
Происходит  
уменьшение

# ТЕЛОФАЗА 1



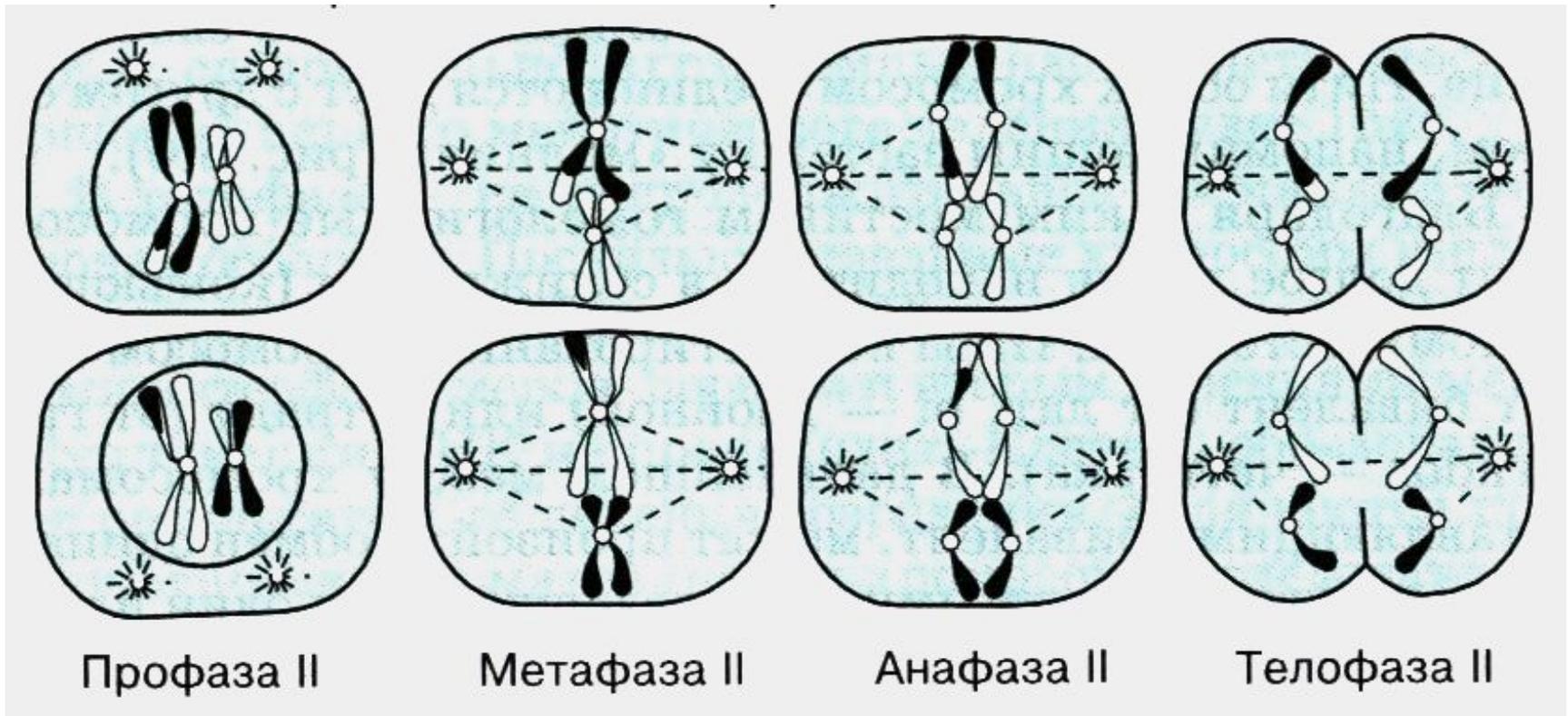
В телофазе из каждой пары гомологичных хромосом в дочерних клетках оказывается по одной, а **хромосомный набор становится гаплоидным**. Однако каждая хромосома состоит из двух хроматид, поэтому клетка сразу же приступает ко второму делению.

# Интеркинез (интерфаза) между I и II делениями мейоза)



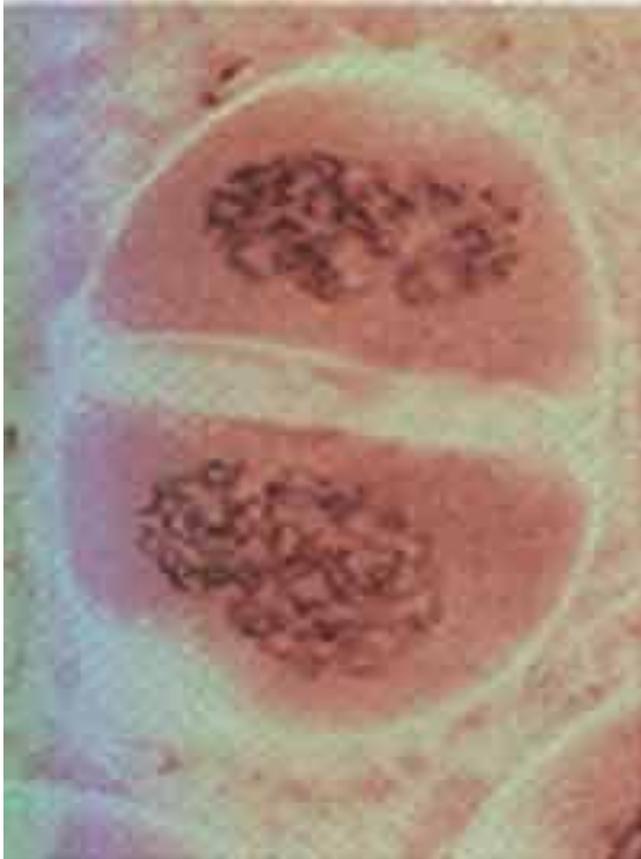
**Репликация в этот момент не происходит!**

# МЕЙОЗ 2

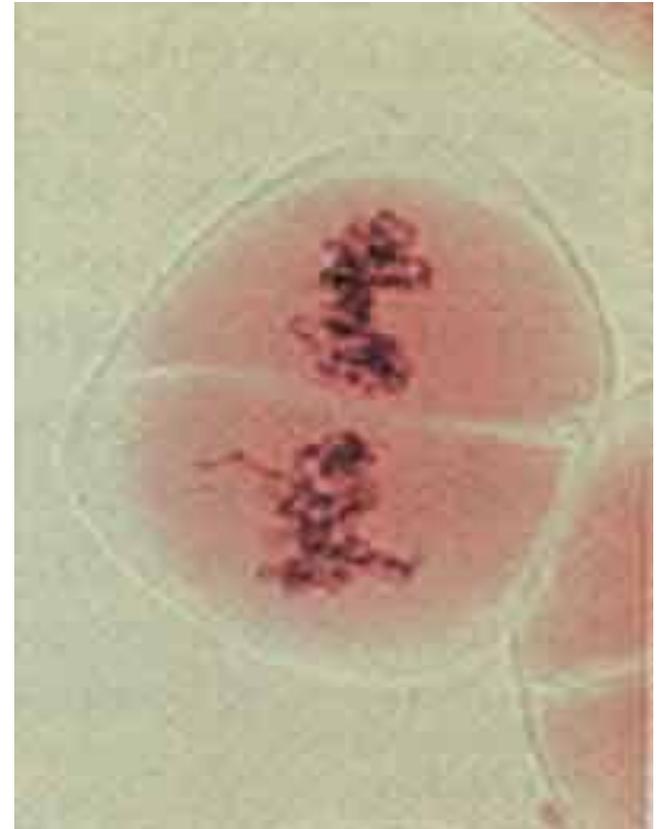


Второе мейотическое деление идет по типу митоза. **В анафазе 2 к полюсам расходятся хроматиды**, которые и становятся дочерними хромосомами. Из каждой исходной клетки в результате мейоза образуется четыре клетки с гаплоидным набором хромосом.

# Второе деление мейоза (эквационное)

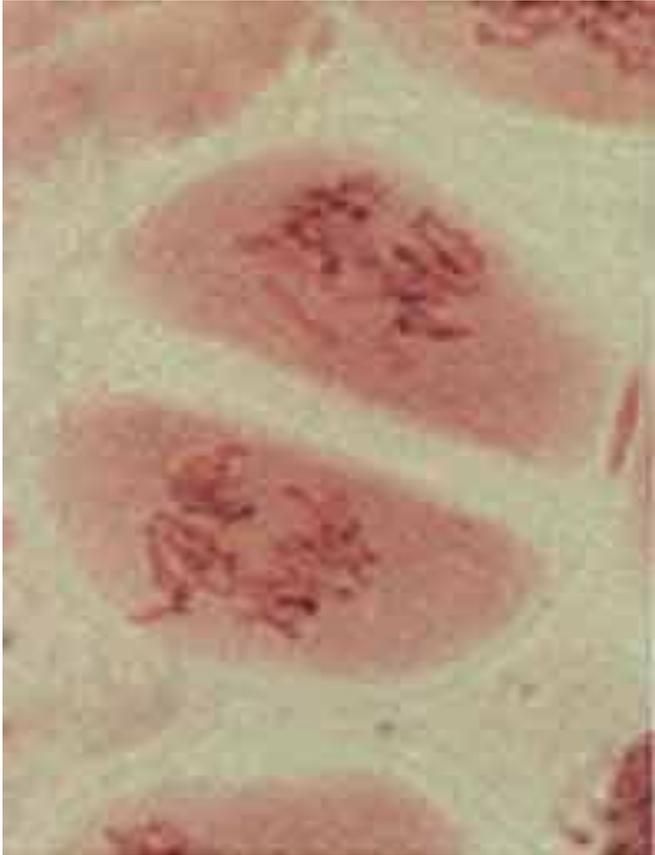


**Профаза II**

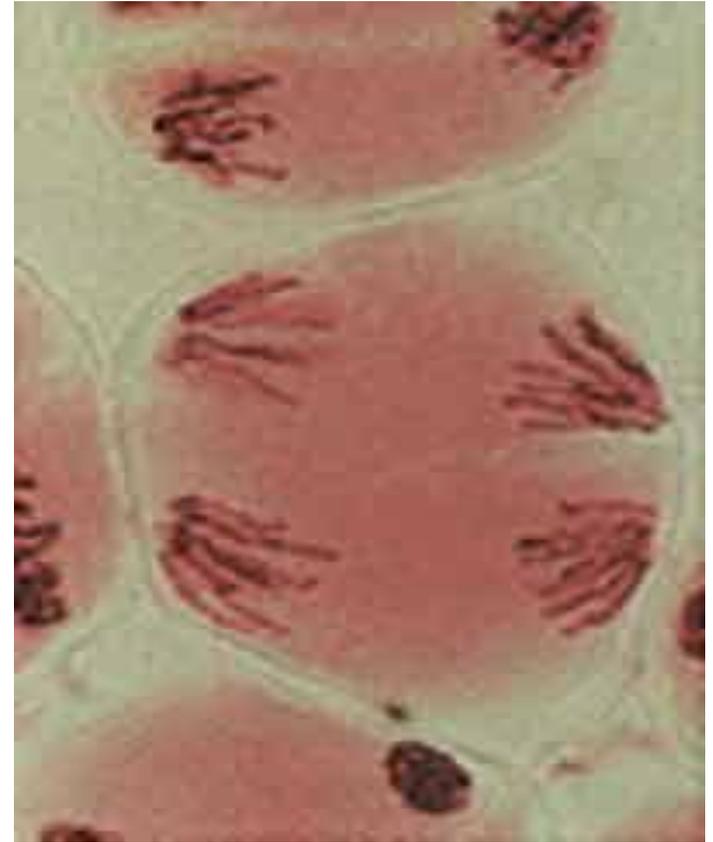


**Метафаза II**

# Второе деление мейоза (эквационное)

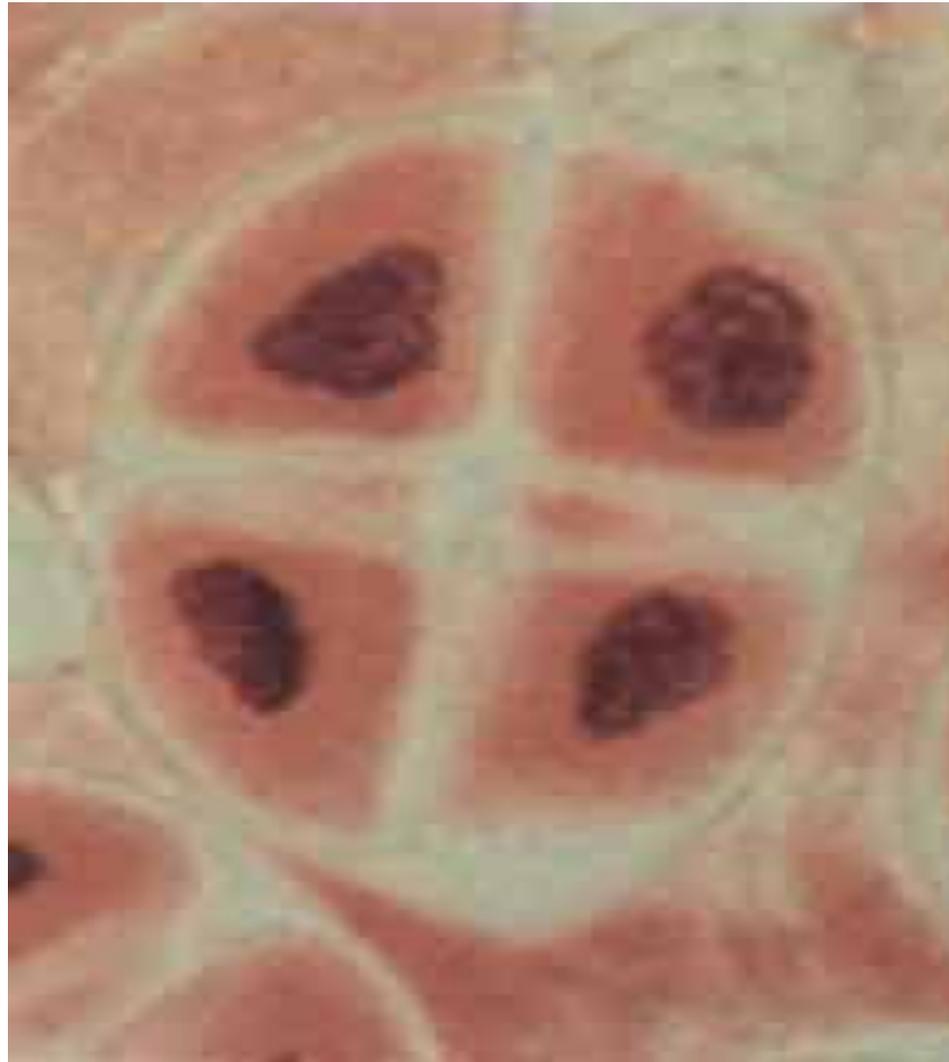


**Анафаза II**



**Телофаза II**

# Цитокинез II-го деления мейоза



# Значение мейоза

- Происходит поддержание числа хромосом из поколения в поколение. Зрелые гаметы получают гаплоидное число ( $n$ ) хромосом, а при оплодотворении восстанавливается характерное для данного вида диплоидное число хромосом.
- Образуется большое количество новых комбинаций генов при кроссинговере и слиянии гамет (комбинативная изменчивость), что дает новый материал для эволюции (потомки отличаются от родителей).
- ♂ ( $n$ ) + ♀ ( $n$ ) = зигота ( $2n$ ) → новый организм ( $2n$ )



**БЛАГОДАРЮ ЗА  
ВНИМАНИЕ!**

