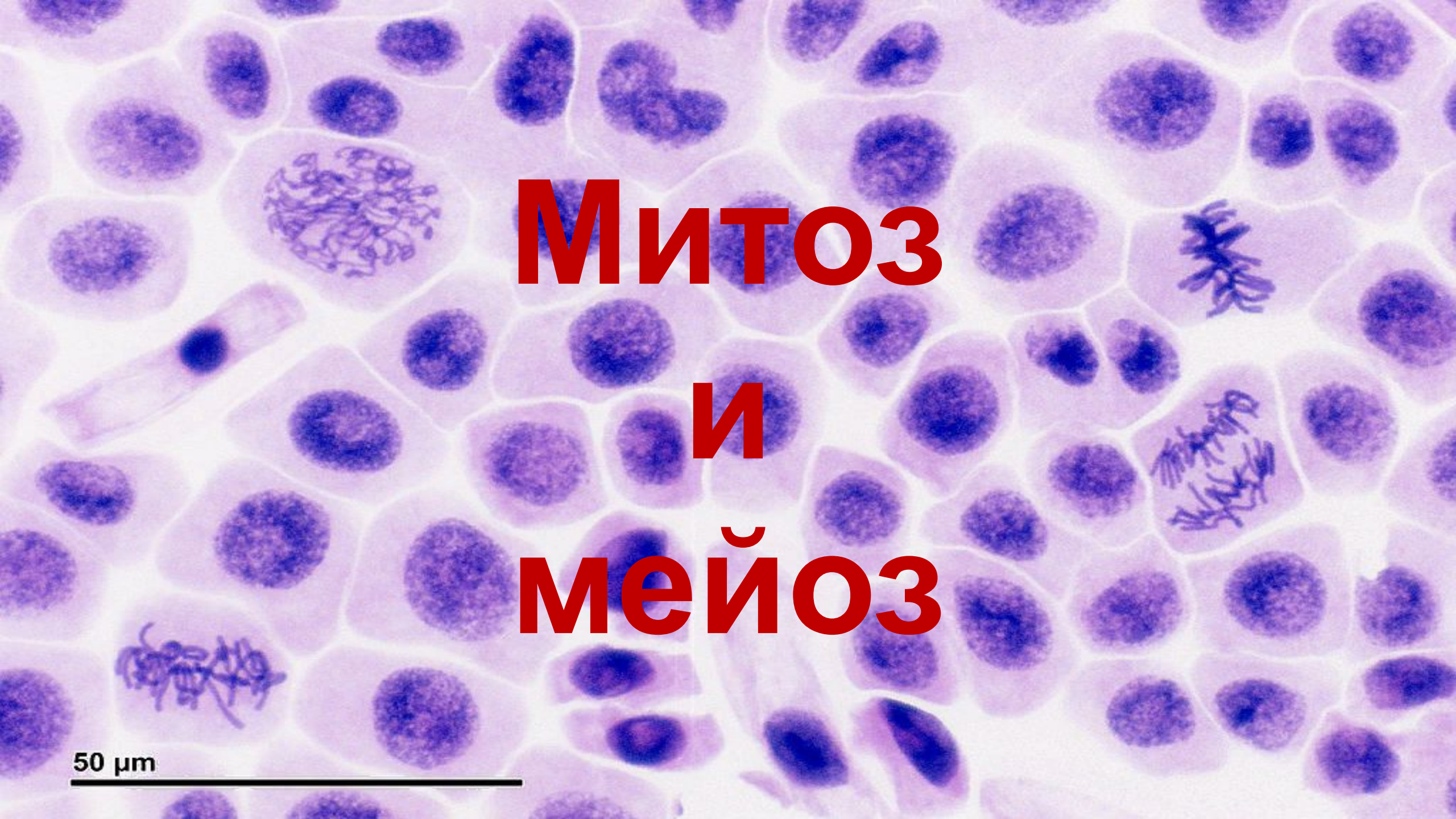


МИТОЗ и МЕЙОЗ

50 μm

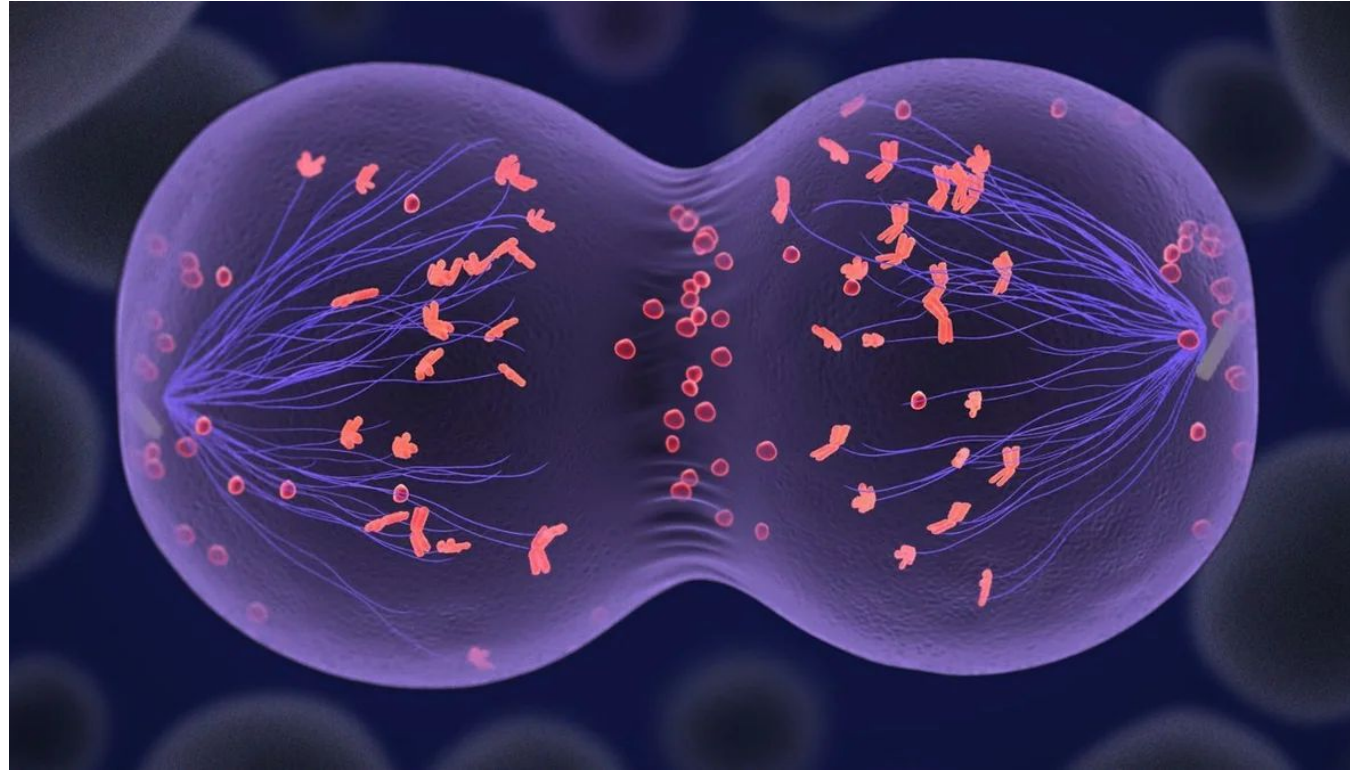
A light micrograph of onion root tip cells stained with toluidine blue. The cells are roughly rectangular and arranged in a brick-like pattern. Several cells show different stages of cell division. In the upper left, a cell is in metaphase of mitosis with chromosomes aligned at the equator. In the lower left, a cell is in anaphase of mitosis with sister chromatids separating. In the upper right, a cell is in metaphase of meiosis I with homologous chromosomes aligned. In the lower right, a cell is in anaphase of meiosis I with homologous chromosomes separating. A scale bar in the bottom left corner indicates 50 micrometers.

МИТОЗ

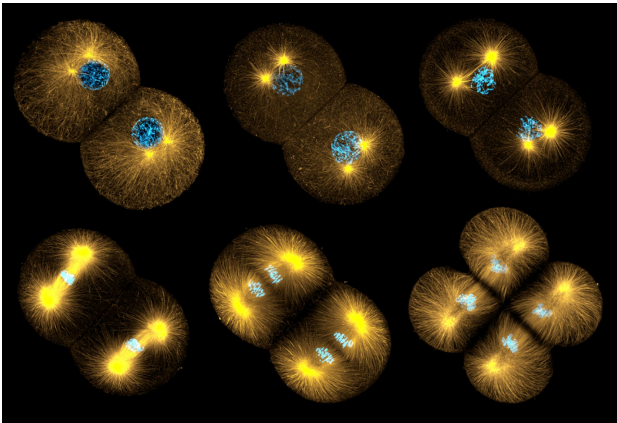


Митоз

непрямое
деление клетки,
наиболее
распространенный
способ
репродукции
эукариотических

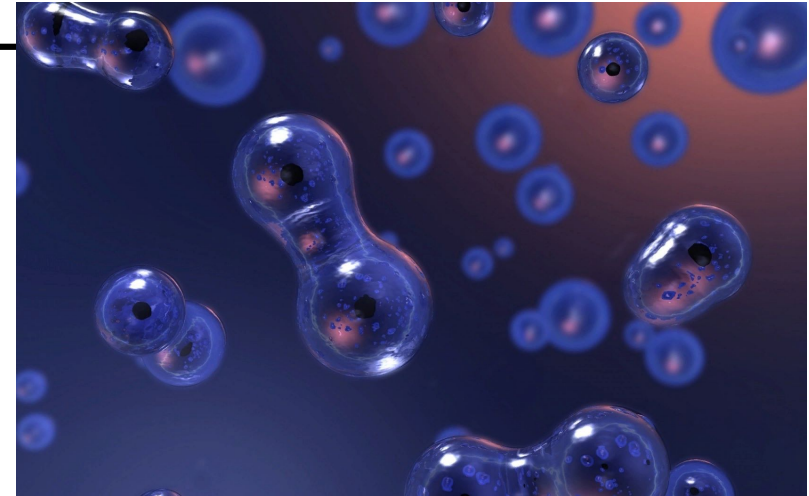


Один из процессов жизни
деятельности индивидуального
организма.



У растений в результате
митотического деления клеток
образовательных тканей
увеличивается количество клеток
тканей.

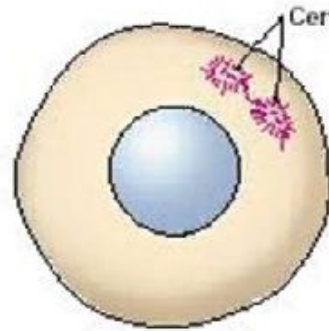
Митотическое деление
обеспечивает рост
многоклеточных эукариот за
счёт увеличения популяций
клеток тканей



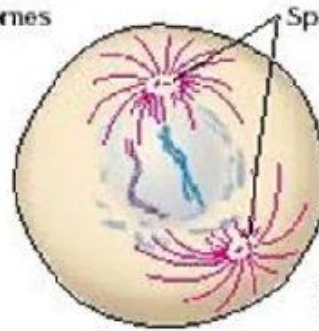
Дробление оплодотворённого яйца
и рост большинства тканей у
животных также происходит путём
митотических делений.

- В итоге, каждая дочерняя клетка получает собственный набор хромосом и возвращается в стадию интерфазы. Весь процесс занимает около часа.

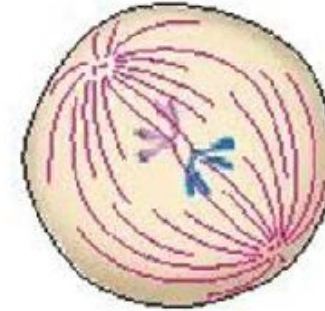
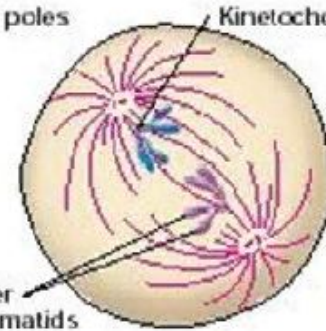
Интерфаза (G_2)



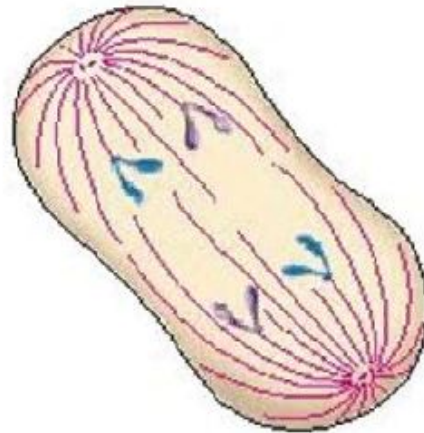
Профаза



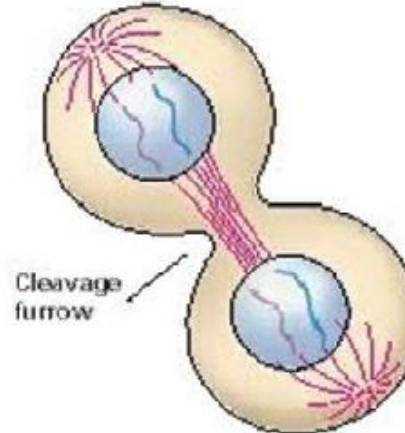
Метафаза



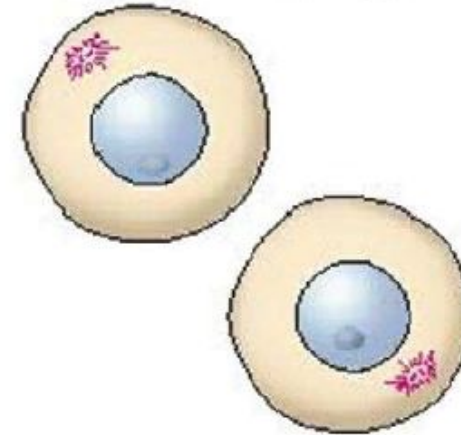
Анафаза



Телофаза

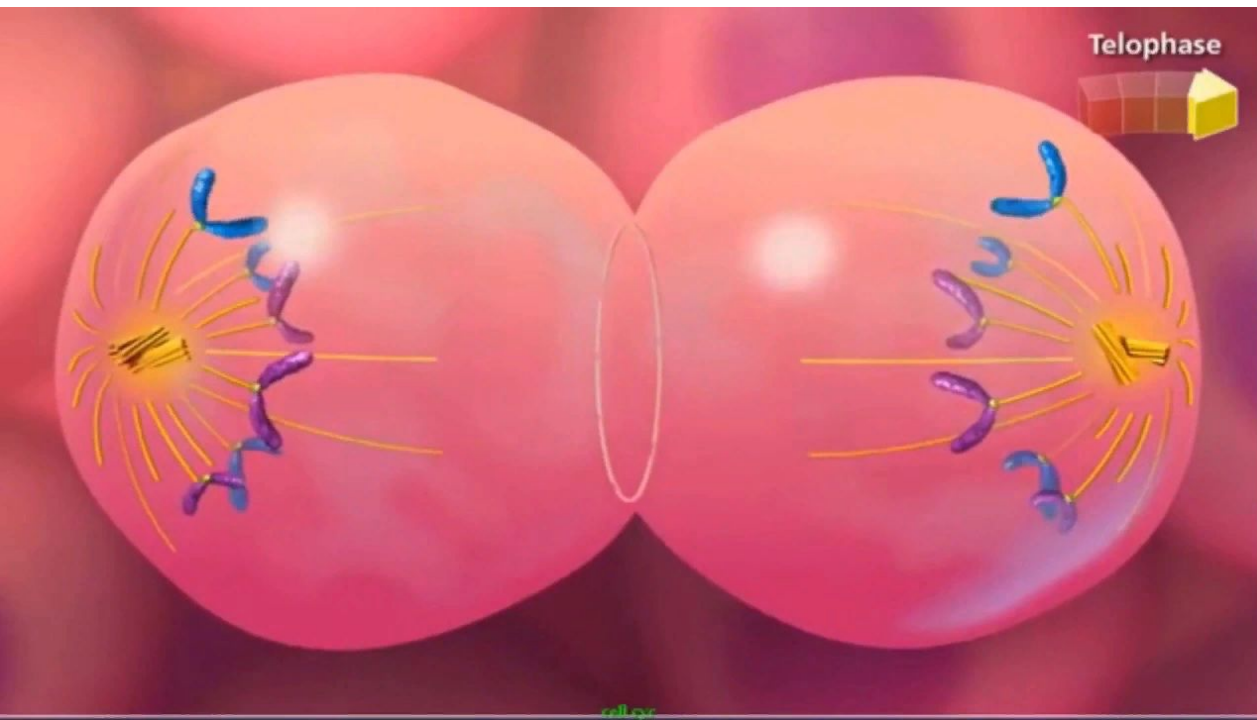


Интерфаза (G_2)



Фазы

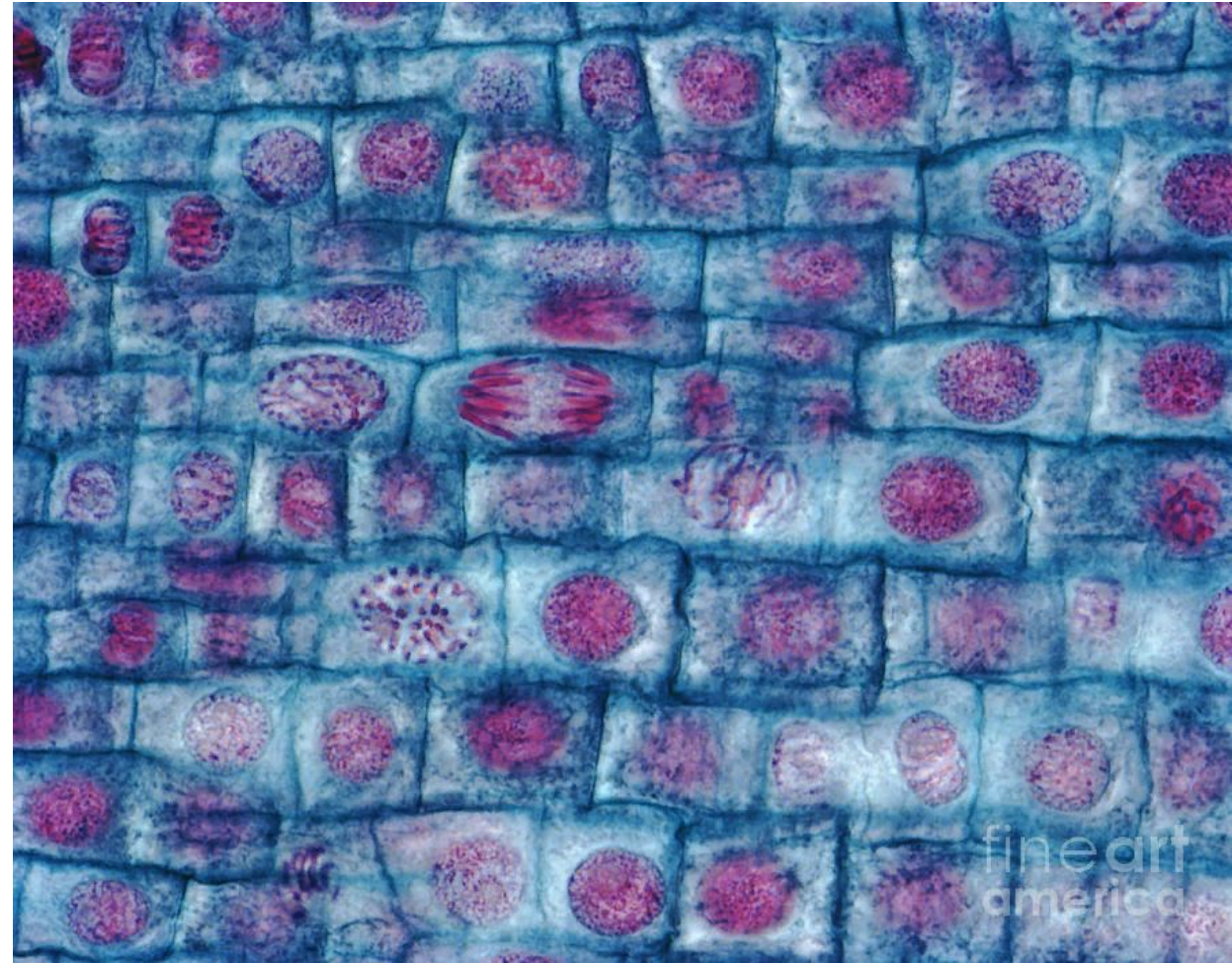
Фаза клеточного цикла, соответствующая делению клетки, называется М-фазой. М-фазу условно подразделяют на шесть стадий, постепенно и непрерывно переходящих одна в другую.



Первые пять — профаза, прометафаза, метафаза, анафаза и телофаза — составляют митоз, а берущий своё начало в анафазе процесс разделения цитоплазмы клетки, или цитокинез, протекает вплоть до завершения митотического цикла и, как правило, рассматривается в составе

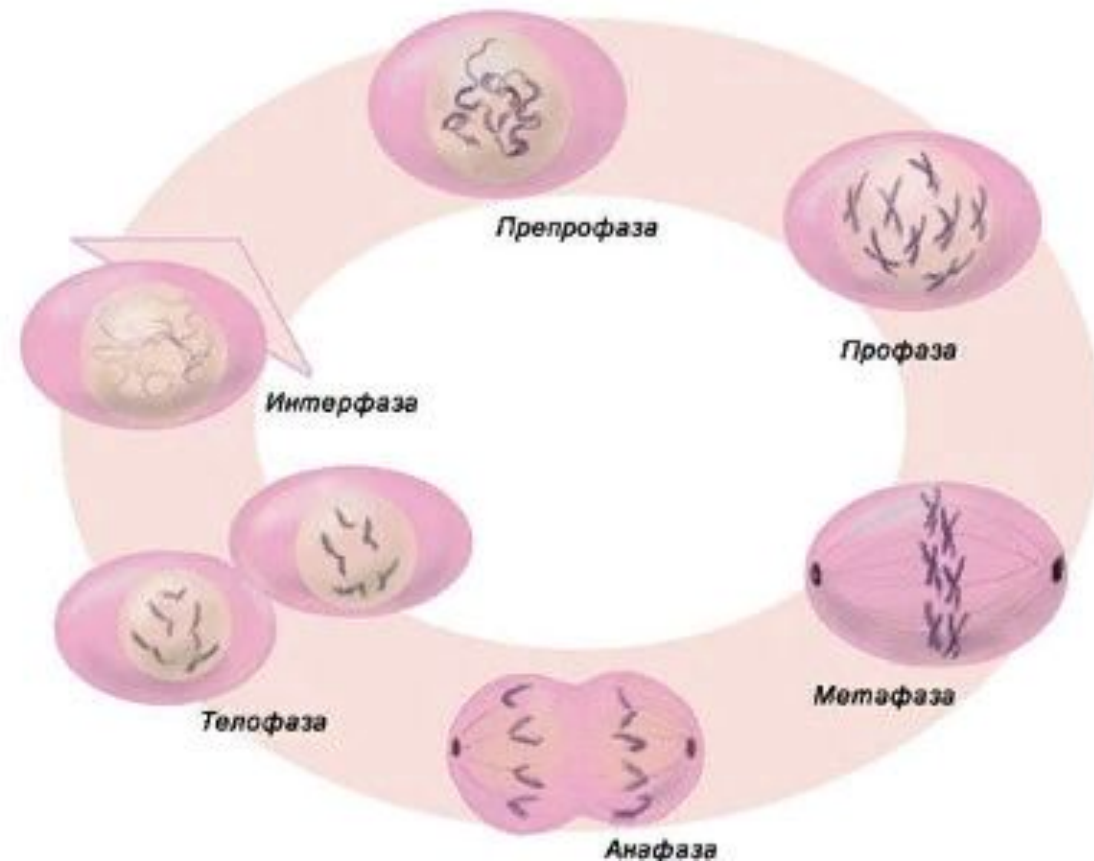
Фрагмосом

а
слой цитоплазмы, формирующийся в богатых вакуолями растительных клетках перед митозом. В отличие от клеток животных, растительные клетки часто содержат крупные центральные вакуоли, занимающие до 90% клетки и оттесняющие ядро к клеточной стенке. Для митоза же необходимо, чтобы ядро находилось в центре клетки. Перемещение ядра происходит в G2-фазе интерфазы клеточного цикла сразу после репликации ДНК.



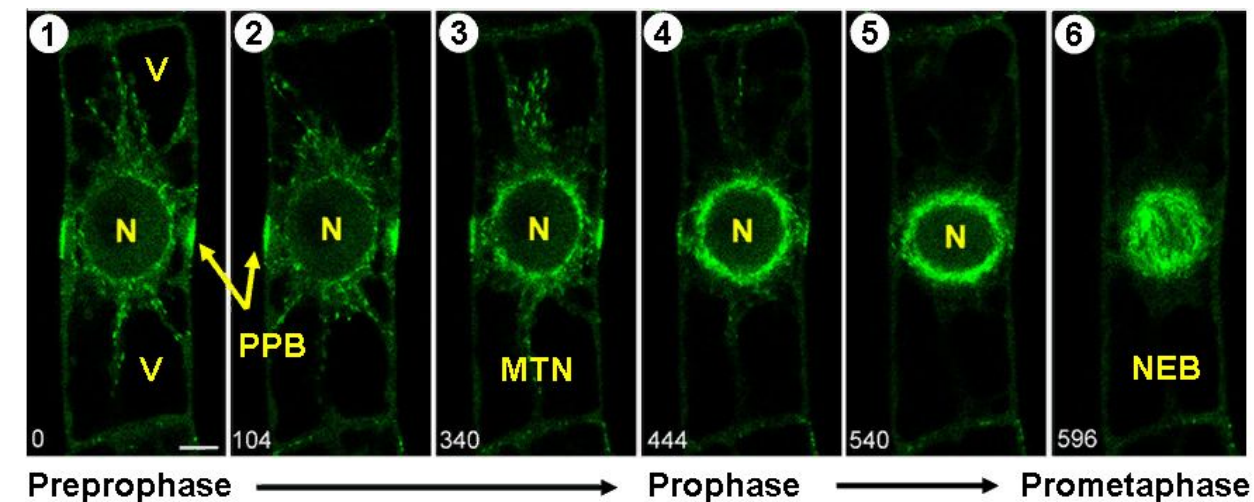
Препрофа

редко используемый термин для обозначения дополнительной стадии митоза растительной клетки. К основным событиям препрофазы можно отнести: оформление препрофазного кольца, образование фрагмосомы и начало нуклеации микротрубочек вокруг клеточного ядра. Несмотря на наличие термина «препрофаза» перечисленные события чаще рассматриваются в составе фазы G2 или в составе профазы.



Препрофазное кольцо формируется перед профазой митоза. После начала профазы микротрубочки кольца деполимеризуются и далее участвуют в образовании веретена деления. Функции препрофазного кольца пока не ясны.

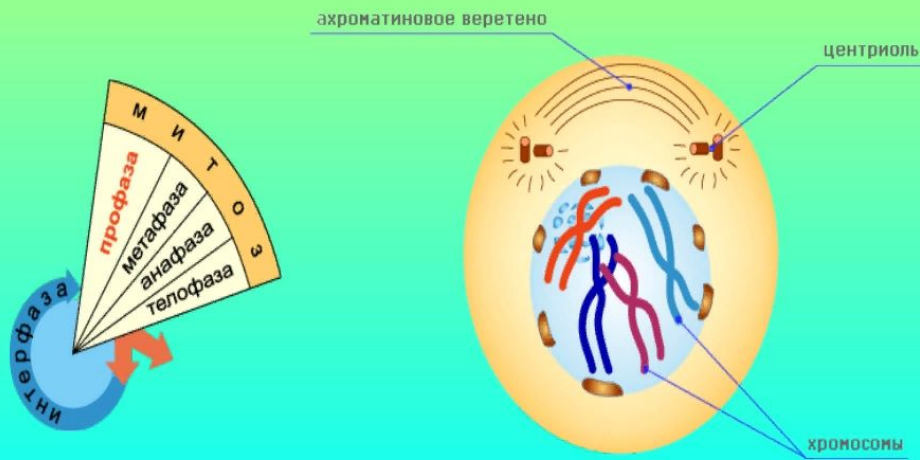
Однако подмечено, что цитокинез растительной клетки происходит в плоскости определённой положением препрофазного кольца. При симметричном делении кольцо формируется в середине, а при асимметричном делении образуется ближе к



Профаз

К основным событиям профазы относятся конденсацию хромосом внутри ядра и образование веретена деления в цитоплазме клетки. Распад ядрышка в профазе является характерной, но необязательной для всех клеток особенностью.

Профаза.



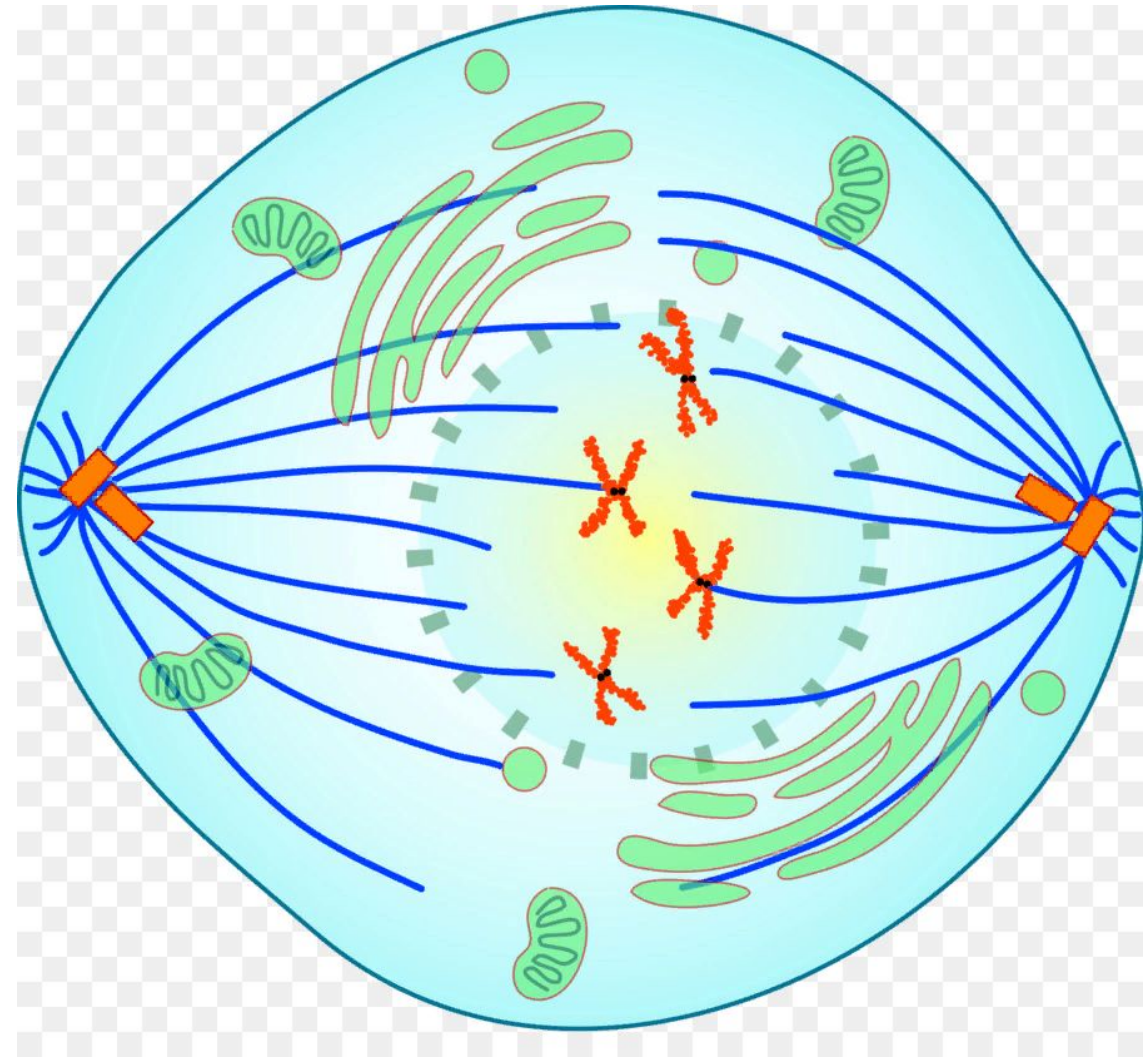
Условно за начало профазы принимается момент возникновения микроскопически видимых хромосом вследствие конденсации внутриядерного хроматина.

Параллельно конденсации хромосом и формированию митотического веретена, во время профазы происходит фрагментация эндоплазматического ретикулума который распадается на мелкие вакуоли, расходящиеся затем к периферии клетки. Одновременно рибосомы теряют связи с мембранами ЭПР. Цистерны аппарата Гольджи также меняют свою околюдерную локализацию, распадаясь на отдельные диктиосомы, без особого порядка распределенные в цитоплазме

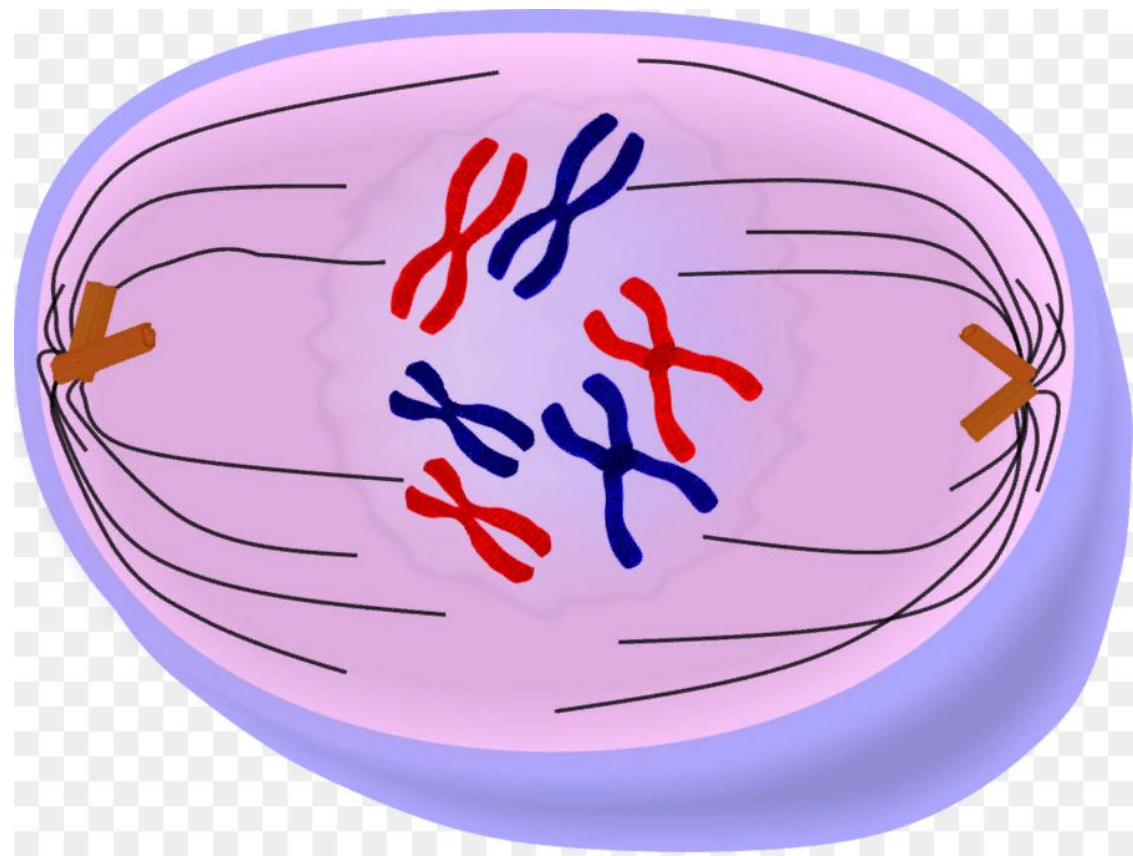


Прометафа

Окончание профазы и наступление прометафазы, как правило, знаменуются распадом ядерной мембраны. Целый ряд белков ламины фосфорилируется, вследствие чего ядерная оболочка фрагментируется на мелкие вакуоли, а поровые комплексы исчезают. После разрушения ядерной мембраны хромосомы без особого порядка располагаются в области ядра. Однако вскоре все они приходят в движение.



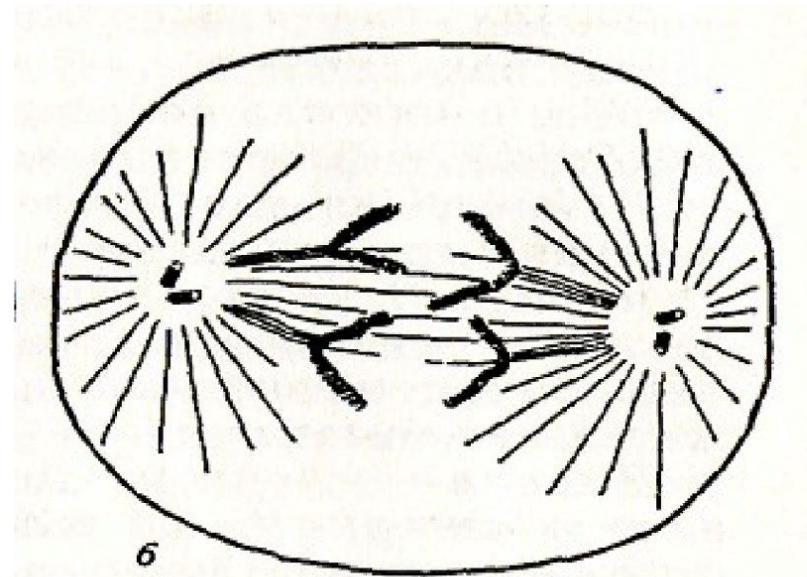
В клетках млекопитающих прометафаза протекает, как правило, в течение 10—20 минут. В нейробластах кузнечика данная стадия занимает всего 4 минуты, а в эндосперме *Naemanthus* и в фибробластах тритона — около 30 минут. В дрожжевых клетках невозможно чётко разграничить стадии профазы и прометафазы по причине сохранения ядерной оболочки в процессе деления. Аналогичным образом, частичное или более позднее разрушение ядерной мембраны затрудняет разграничение стадий профазы и прометафазы в клетках. В подобных случаях для описания всех ранних событий митотического деления используется обобщающий термин «профаза».



Анафаз

Самая короткая стадия митоза, которая начинается внезапным разделением и последующим расхождением сестринских хроматид в направлении противоположных полюсов клетки. Хроматиды расходятся с равномерной скоростью достигающей 0,5—2 мкм/мин, при этом они часто принимают V-образную форму. Их движение обусловлено воздействием значительных сил, оценочно 10—5 дин на хромосому, что в 10 000 раз превышает усилие, необходимое для простого продвижения хромосомы через цитоплазму с наблюдаемой скоростью. Как правило, расхождение хромосом в анафазе состоит из двух относительно независимых процессов, называемых

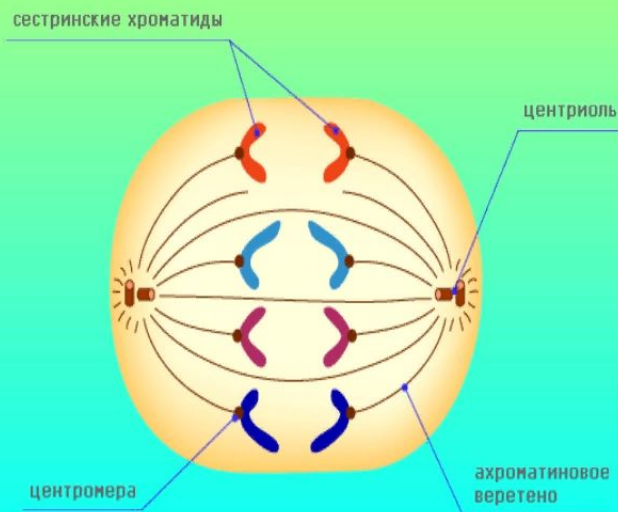
Анафаза



Во время анафазы В расходятся сами полюса деления клетки, и, в отличие от анафазы А, данный процесс происходит за счёт сборки полюсных микротрубочек со стороны плюс-концов.

Полимеризующиеся антипараллельные нити веретена при взаимодействии отчасти и создают расталкивающее полюса усилие

Анафаза.



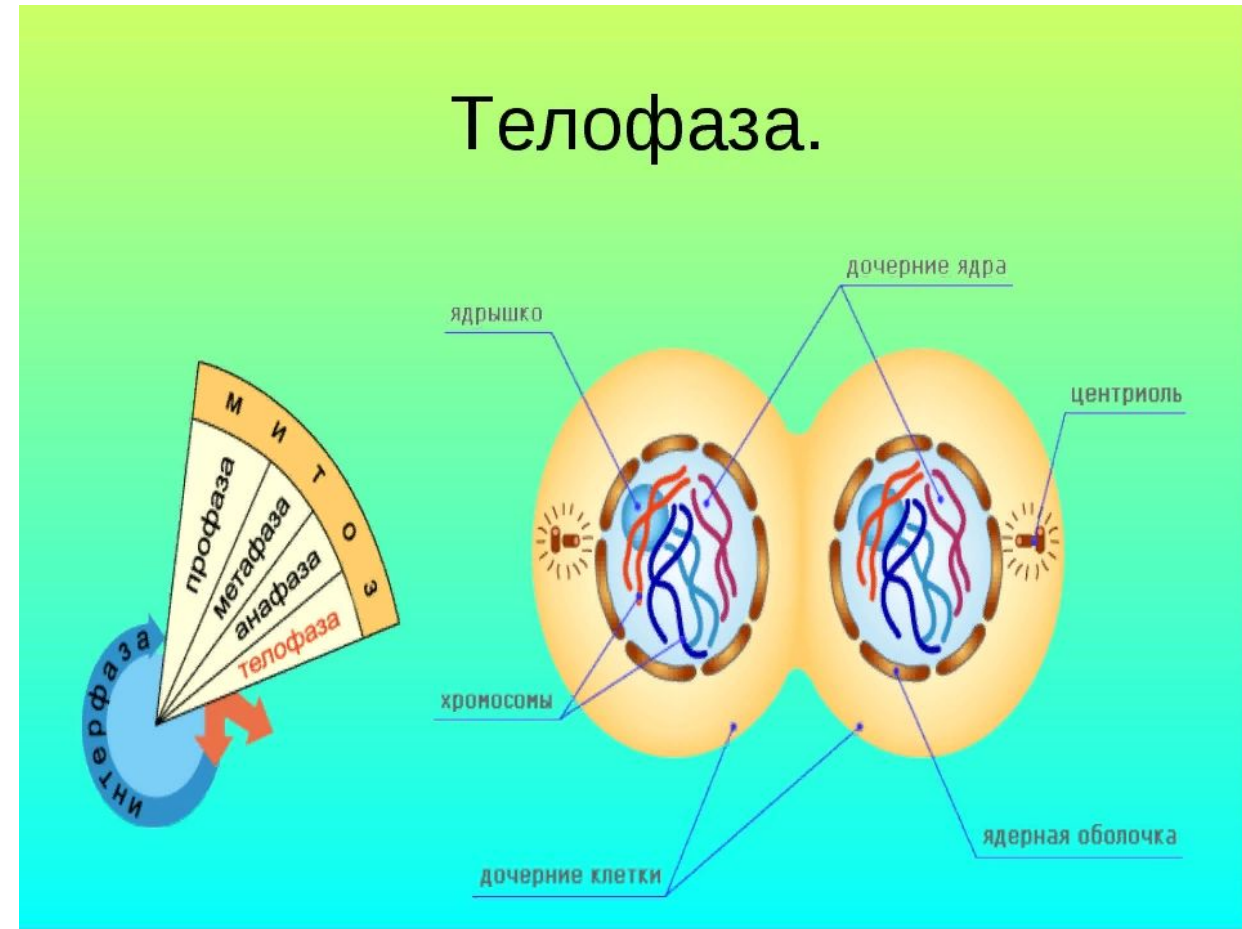
Величина относительного перемещения полюсов при этом, также как и степень перекрывания полюсных микротрубочек в экваториальной зоне клетки, сильно варьирует у особей разных видов.

Помимо расталкивающих сил, на полюса деления воздействуют тянущие силы со стороны астральных микротрубочек, которые создаются в результате взаимодействия с динеино-подобными белками на плазматической мембране

Телофа

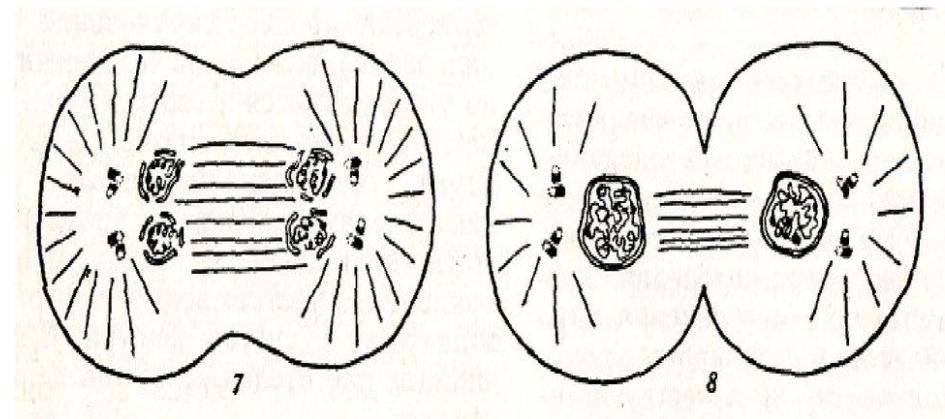
за

Телофаза рассматривается как заключительная стадия митоза; за её начало принимается момент остановки разделённых сестринских хроматид у противоположных полюсов деления клетки. В ранней телофазе наблюдается деконденсация хромосом и, следовательно, увеличение их в объёме. Вблизи сгруппированных индивидуальных хромосом начинается слияние мембранных пузырьков, что дает начало реконструкции ядерной



Параллельно с процессами образования ядер дочерних клеток в телофазе начинается и заканчивается разборка микротрубочек веретена деления. Деполимеризация протекает в направлении от полюсов деления к экваториальной плоскости клетки, от минус-концов к плюс-концам. При этом дольше всего сохраняются микротрубочки в средней части веретена деления, которые образуют

Телофаза



Цитокине

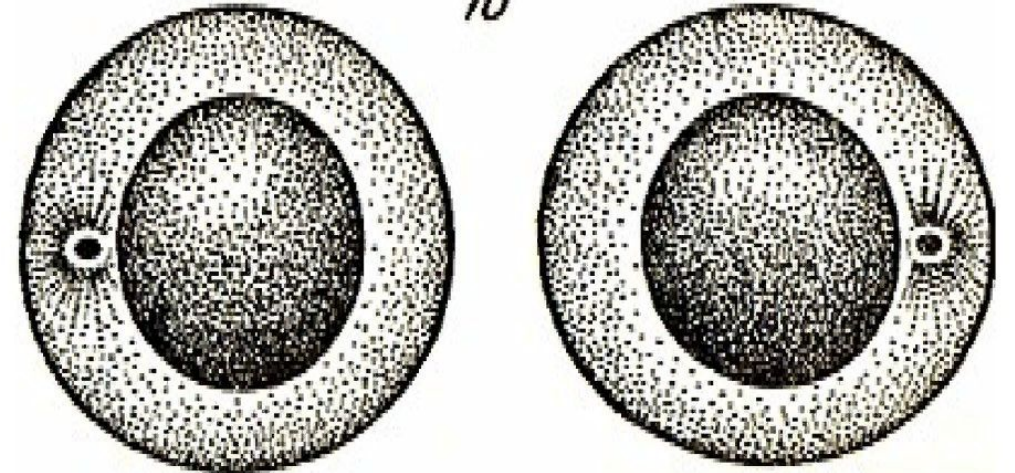
3

Деление клетки инфузории завершается цитокинезом

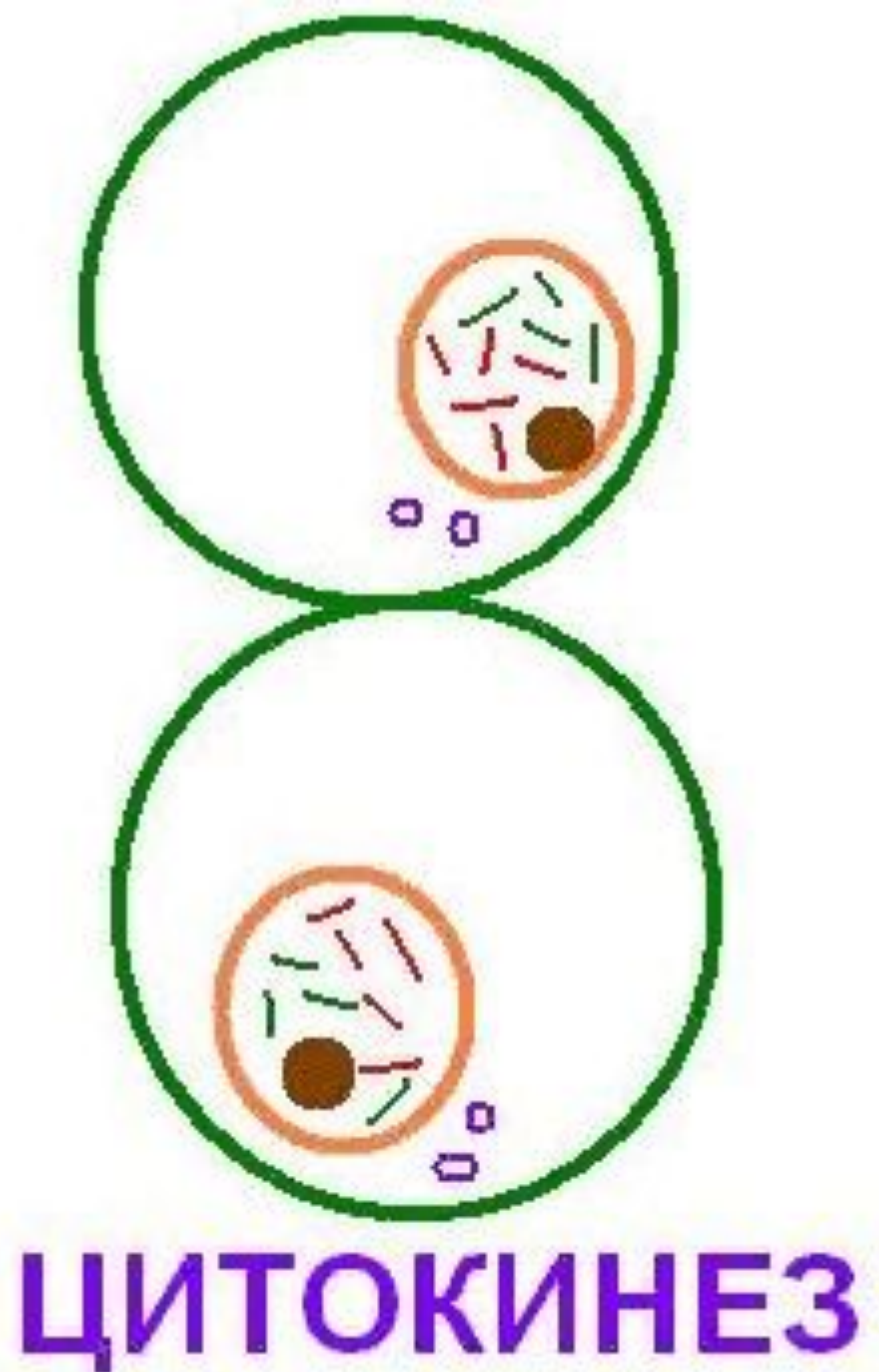
Окончание телофазы преимущественно совпадает с разделением тела материнской клетки — цитокинезом. При этом образуются две или более дочерние клетки. Процессы, ведущие к разделению цитоплазмы, берут своё начало ещё в середине анафазы и могут продолжаться после завершения телофазы. Митоз не всегда сопровождается разделением цитоплазмы, поэтому цитокинез не классифицируется в качестве отдельной фазы митотического деления и обычно рассматривается в составе телофазы.

Цитокинез

10



Различают два основных типа цитокинеза: деление поперечной перетяжкой клетки (наиболее характерно для клеток животных) и деление путём образования клеточной пластинки (свойственно растениям в связи с наличием жёсткой клеточной стенки). Плоскость деления клетки определяется положением митотического веретена и проходит под прямым углом к длинной оси веретена.

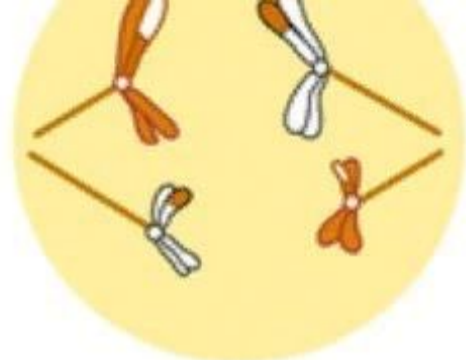




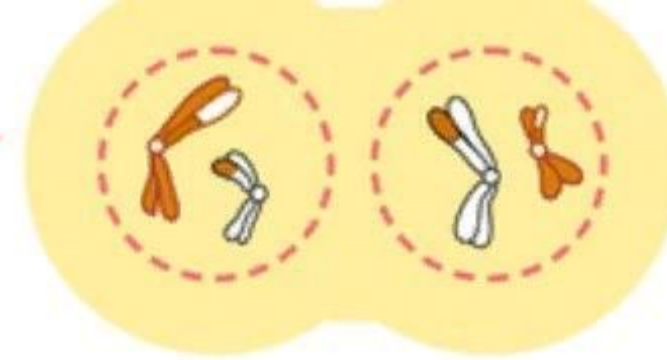
Профаза I



Метафаза I



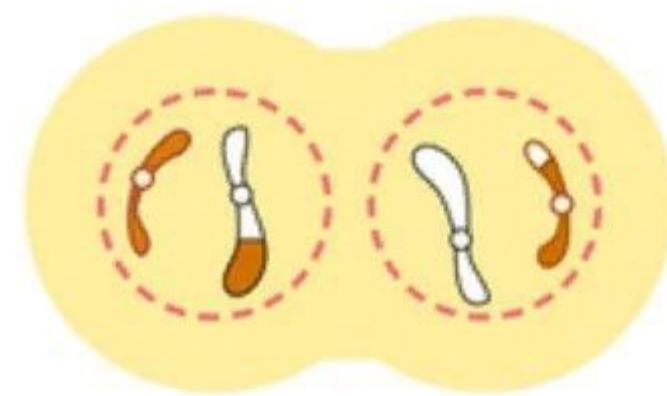
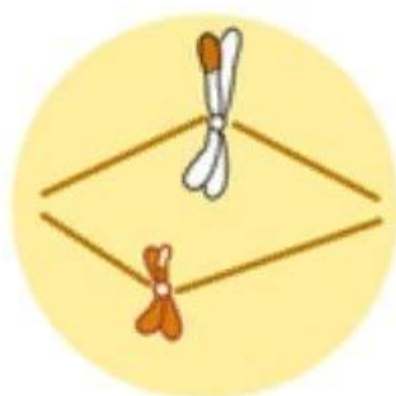
Анафаза I



Телофаза I

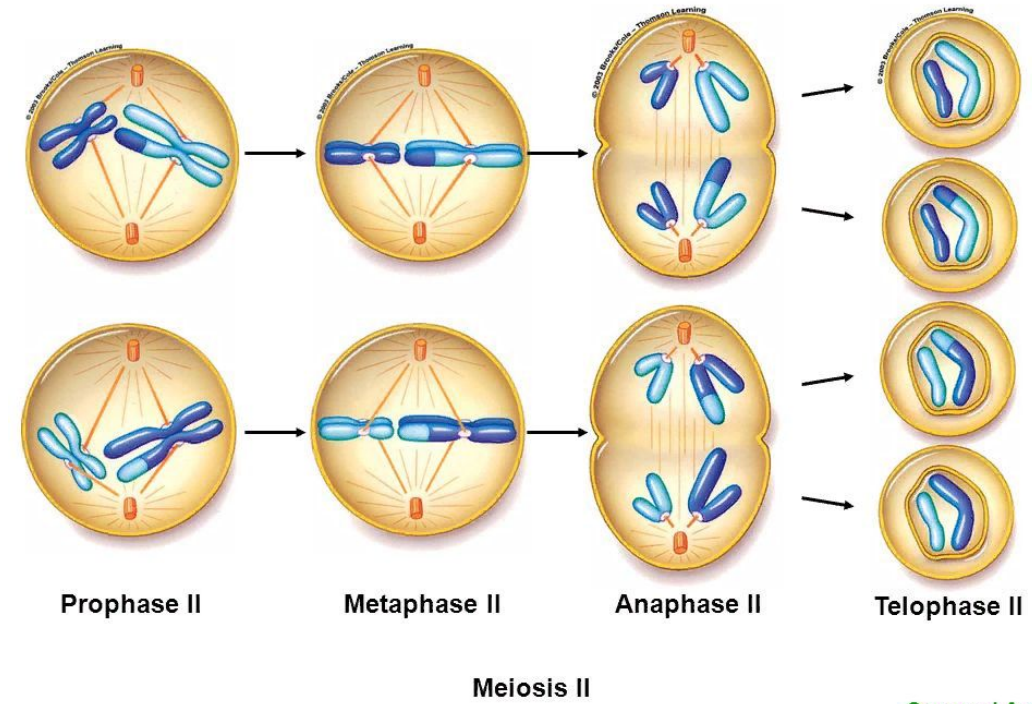
Мейоз

Мейоз II



Мейоз

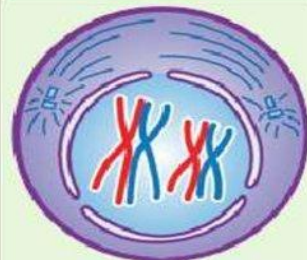
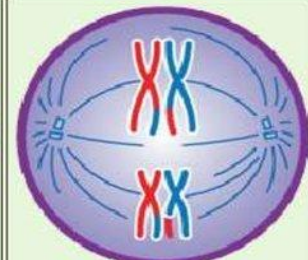
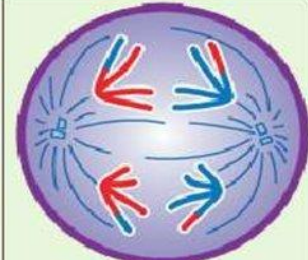
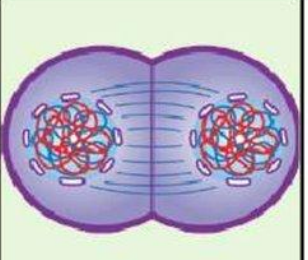
деление ядра
эукариотической клетки с
уменьшением числа
хромосом в два раза.
Происходит в два этапа
(редукционный и
эквационный этапы
мейоза). Мейоз происходит
в половых клетках и связан
с образованием гамет.



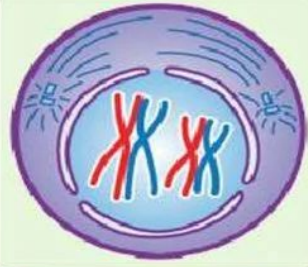
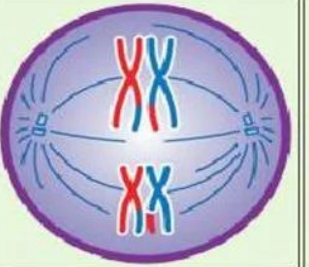
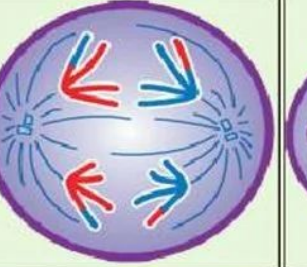
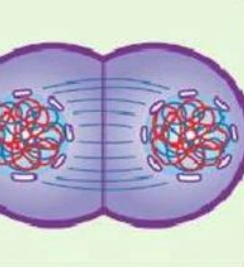
Мейоз состоит из
2
последовательны
х делений с
коротким
периодом между

Профаза I — профаза
первого деления очень
сложная и состоит из 5
стадий:

Лептотена, или лептонома
Зиготена, или зигонема
Пахитена, или пахинема
Диплотена, или диплонема
Диакинез

Мейоз I			
Профаза I	Метафаза I	Анафаза I	Телофаза I
			
1. Растворение ядерной оболочки; 2. Спирализация хромосом; 3. Расхождение центриолей к разным полюсам клетки; 4. Образование нитей веретена деления; 5. Конъюгация; 6. Кроссинговер.	1. Расположение гомологичных хромосом по экватору клетки (попарно, напротив друг друга); 2. К каждой хромосоме присоединяется одна нить веретена деления.	1. Пары гомологичных хромосом разделяются. Целые хромосомы каждой пары расходятся к разным полюсам клетки. Каждая хромосома по прежнему состоит из 2-х хроматид.	1. Образование 2-х дочерних клеток, имеющих гаплоидный набор хромосом. Каждая хромосома состоит из 2-х хроматид.

К концу профазы I
 центриоли мигрируют к
 полюсам клетки,
 формируются нити
 веретена деления,
 разрушаются ядерная
 мембрана и ядрышки.
 Генетический материал
 — $2n4c$

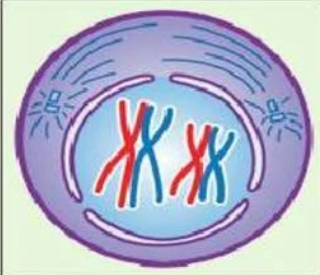
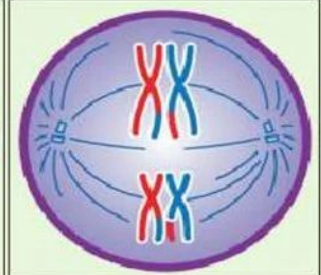
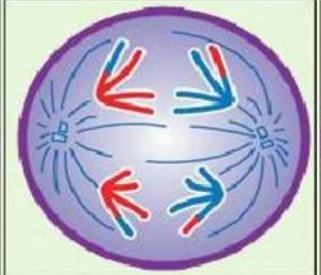
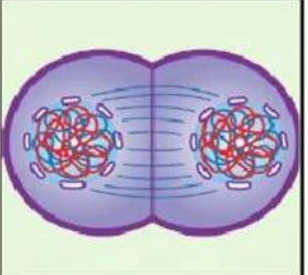
Мейоз I			
Профаза I	Метафаза I	Анафаза I	Телофаза I
			
1. Растворение ядерной оболочки; 2. Спирализация хромосом; 3. Расхождение центриолей к разным полюсам клетки; 4. Образование нитей веретена деления; 5. Конъюгация; 6. Кроссинговер.	1. Расположение гомологичных хромосом по экватору клетки (попарно, напротив друг друга); 2. К каждой хромосоме присоединяется одна нить веретена деления.	1. Пары гомологичных хромосом разделяются. Целые хромосомы каждой пары расходятся к разным полюсам клетки. Каждая хромосома по прежнему состоит из 2-х хроматид.	1. Образование 2-х дочерних клеток, имеющих гаплоидный набор хромосом. Каждая хромосома состоит из 2-х хроматид.

Метафаза I — бивалентные хромосомы выстраиваются вдоль экватора клетки. Генетический материал — $2n4c$.

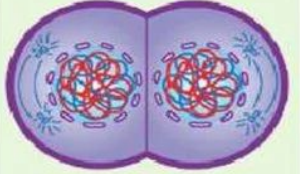
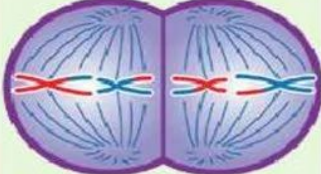
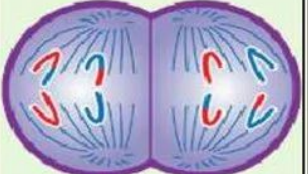
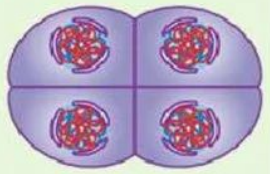
Анафаза I — микротрубочки сокращаются, биваленты делятся, и хромосомы расходятся к полюсам.

Телофаза I — хромосомы деспирализуются и появляется ядерная оболочка.

В результате первого редукционного деления мейоза I образуется две клетки с генетическим материалом $n2c$

Мейоз I			
Профаза I	Метафаза I	Анафаза I	Телофаза I
			
1. Растворение ядерной оболочки; 2. Спирализация хромосом; 3. Расхождение центриолей к разным полюсам клетки; 4. Образование нитей веретена деления; 5. Конъюгация; 6. Кроссинговер.	1. Расположение гомологичных хромосом по экватору клетки (попарно, напротив друг друга); 2. К каждой хромосоме присоединяется одна нить веретена деления.	1. Пары гомологичных хромосом разделяются. Целые хромосомы каждой пары расходятся к разным полюсам клетки. Каждая хромосома по прежнему состоит из 2-х хроматид.	1. Образование 2-х дочерних клеток, имеющих гаплоидный набор хромосом. Каждая хромосома состоит из 2-х хроматид.

Второе деление мейоза
 следует
 непосредственно за
 первым, без выраженной
 интерфазы: S-период
 отсутствует, поскольку
 перед вторым делением
 не происходит
 репликации ДНК.

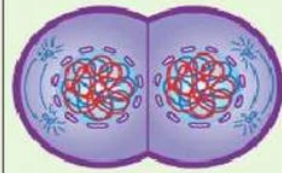
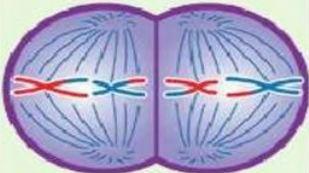
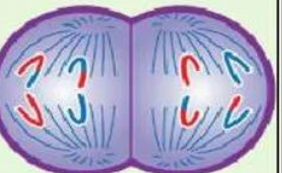
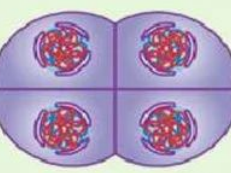
Мейоз II			
Профаза II	Метафаза II	Анафаза II	Телофаза II
 Очень укорочена, без кроссинговера. 1. Растворение ядерной оболочки; 2. Спирализация хромосом; 3. Расхождение центриолей к разным полюсам клетки; 4. Образование нитей веретена деления;	 1. Расположение хромосом по экватору клетки; 2. Хромосомы прикрепляются к нитям веретена деления. К каждой центромере прикрепляется по две нити, идущие к противоположным полюсам клетки.	 1. Происходит разделение центромер и каждая хроматида становится самостоятельной хромосомой. Нити веретена перемещают хромосомы к противоположным полюсам клетки.	 1. Хромосомы разошлись к полюсам, ядерная оболочка восстанавливается и каждая клетка делится. В результате получается четыре гаплоидные клетки.

Профаза II — происходит конденсация хромосом, клеточный центр делится и продукты его деления расходятся к полюсам ядра, разрушается ядерная оболочка, образуется веретено деления, перпендикулярное первому веретену.

Метафаза II — унивалентные хромосомы (состоящие из двух хроматид каждая) располагаются на «экваторе» (на равном расстоянии от «полюсов» ядра) в одной плоскости, образуя так называемую метафазную пластинку.

Анафаза II — униваленты делятся и хроматиды расходятся к полюсам.

Телофаза II — хромосомы деспирализуются и появляется ядерная оболочка.

Мейоз II			
Профаза II	Метафаза II	Анафаза II	Телофаза II
			
Очень укорочена, без кроссинговера. 1. Растворение ядерной оболочки; 2. Спирализация хромосом; 3. Расхождение центриолей к разным полюсам клетки; 4. Образование нитей веретена деления;	1. Расположение хромосом по экватору клетки; 2. Хромосомы прикрепляются к нитям веретена деления. К каждой центромере прикрепляется по две нити, идущие к противоположным полюсам клетки.	1. Происходит разделение центромер и каждая хроматида становится самостоятельной хромосомой. Нити веретена перемещают хромосомы к противоположным полюсам клетки.	1. Хромосомы разошлись к полюсам, ядерная оболочка восстанавливается и каждая клетка делится. В результате получается четыре гаплоидные клетки.



Спасибо
за
внимание
е