Санкт- Петербургское государственное бюджетное
профессиональное образовательное учреждение
«Фельдшерский колледж»

Деление клетки

**ПРЕЗЕНТАЦИЮ ПОДГОТОВИЛИ
ПРЕПОДАВАТЕЛИ БИОЛОГИИ:**

КУЗНЕЦОВА Н. Б.

КУЗНЕЦКАЯ О. В.

РОДИОНОВА А. В.

ЯШИНА Д.А.

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, 2022 ГОД.

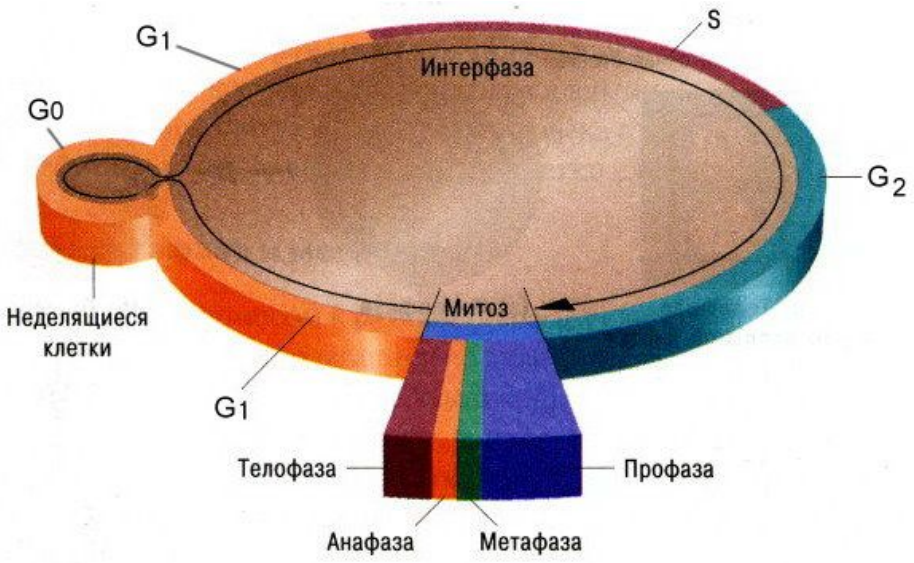
План лекции:

- 1. Клеточный цикл
- 2. Подготовка клетки к делению.
- 3. Митоз.
- 4. Амитоз.
- 5. Мейоз.

Жизненный цикл клетки. Интерфаза

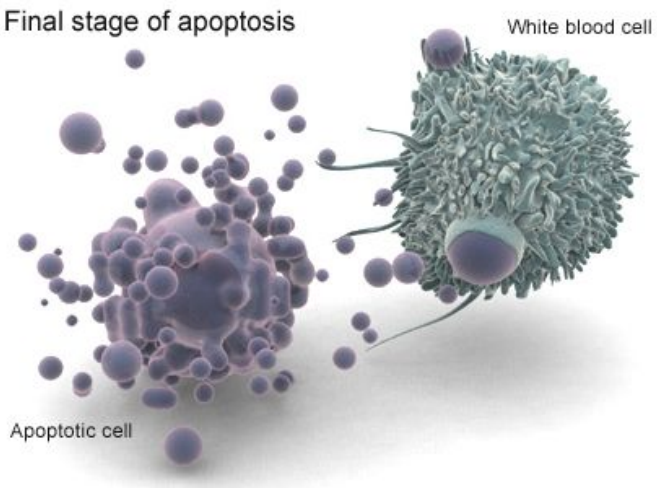
Согласно клеточной теории, возникновение новых клеток происходит только путем деления предыдущей, материнской клетки. Естественно, что у подавляющего большинства клеток перед делением происходит удвоение генетического материала, т. е. ДНК.

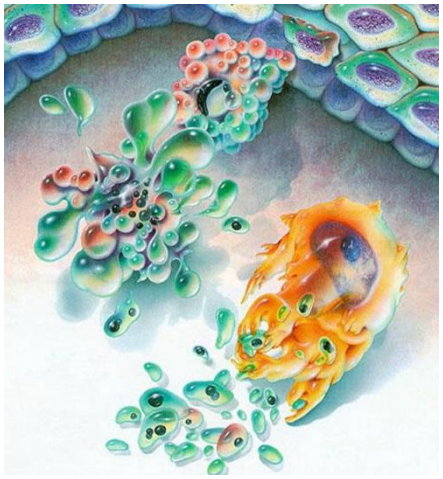
Жизнь клетки от момента ее появления в процессе деления материнской клетки и до ее собственного деления, включая это деление, или гибели получила название клеточного, или жизненного, цикла. В течение этого цикла клетка растет, выполняет свои функции в организме (этот процесс называется *дифференцировкой* клетки), затем или делится, образуя новые клетки, или погибает.



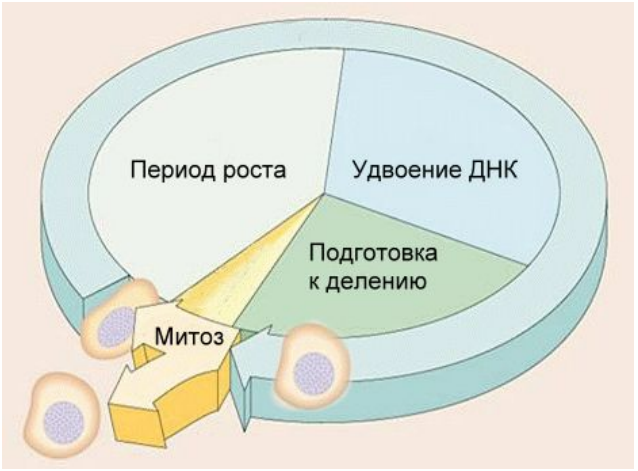
Жизненный цикл клетки. Интерфаза

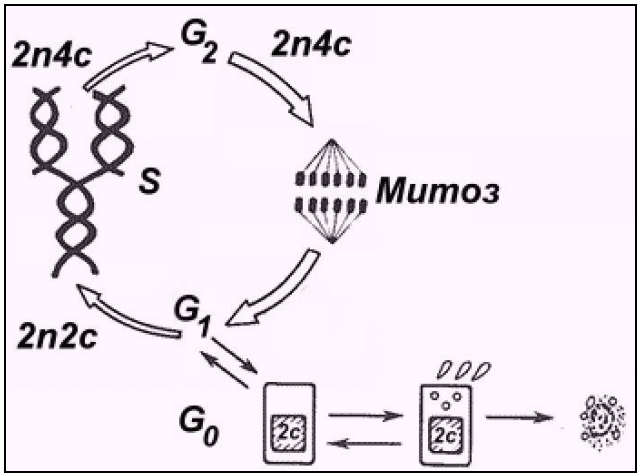
У простейших деление клетки — основной способ размножения. Амеба, например, не подвергается естественной смерти, и вместо гибели она просто делится на две новые клетки. Понятно, что клетки многоклеточного организма не могут делиться бесконечно, иначе все существа, и люди в том числе, стали бы бессмертными. Этого не происходит потому, что ДНК клетки содержит особые «гены смерти», которые рано или поздно активируются. Это приводит к синтезу особых белков, которые убивают эту клетку: она сжимается, ее органоиды и мембраны разрушаются, но таким образом, чтобы их части можно было использовать вторично. *Такая «запрограммированная» клеточная смерть называется апоптозом*.





Жизненный цикл клетки. Интерфаза



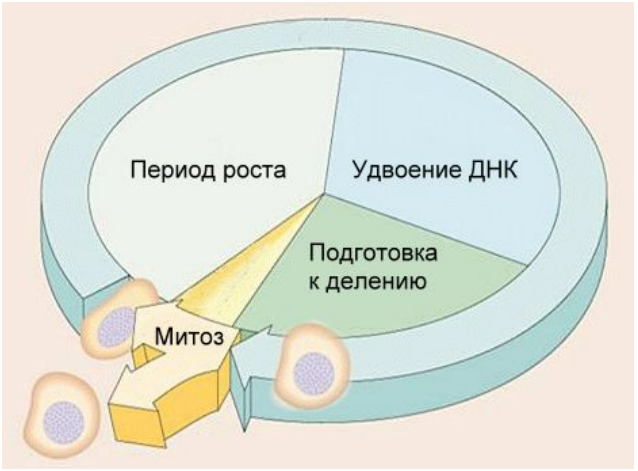


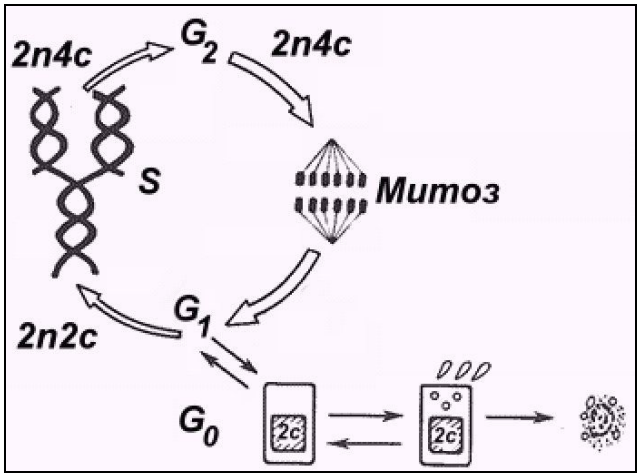
Митотический цикл включает в себя подготовку клетки к процессу деления и само деление. В *жизненный цикл* входят длинные или короткие периоды покоя G_0, когда клетка выполняет свои функции в организме. После каждого из таких периодов клетка должна перейти либо к митотическому циклу, либо к апоптозу.

Интерфаза. Период между делениями получил название *интерфазы.* Интерфаза состоит из трех периодов. *Пресинтетический период (G_1)* — наиболее продолжительная часть интерфазы, период роста.

Он может продолжаться у различных видов клеток от 2—3 ч до нескольких суток. Этот период следует сразу же за предшествующим делением, во время него клетка растет, накапливая энергию и вещества для последующего удвоения ДНК. *Набор хромосом и ДНК 2n2c*, где n — количество хромосом, с — количество ДНК.

Жизненный цикл клетки. Интерфаза

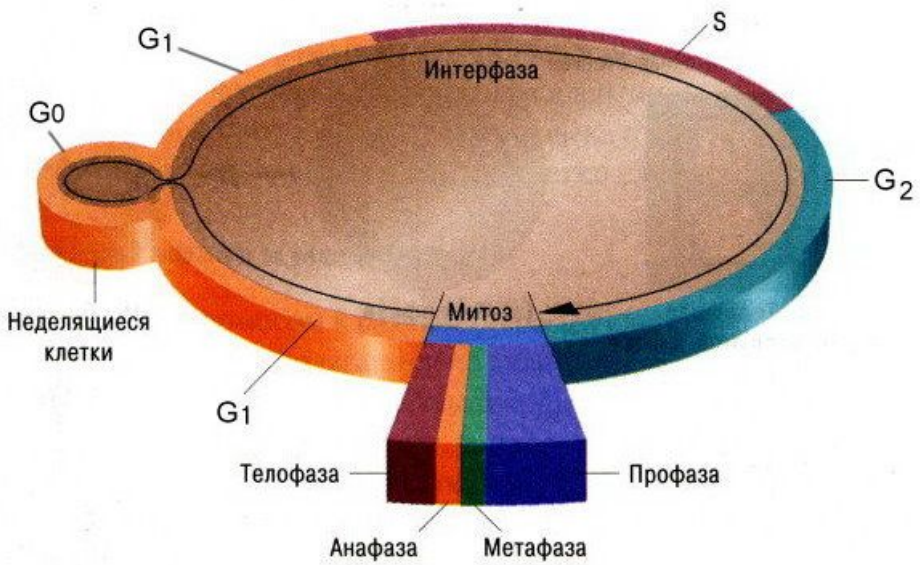




У большинства клеток многоклеточного организма клетки G_1 включает *G_0 период*, когда выросшая клетка или находится в состоянии покоя, или дифференцируется, превращается, например, в клетку печени и функционирует как клетка печени, а затем отмирает.

Синтетический период (S), который обычно длится 6—10 ч, включает в себя удвоение ДНК, белков, необходимых для формирования хромосом, а также увеличение количества РНК. К концу этого периода каждая хромосома уже состоит из двух идентичных молекул ДНК, двух хроматид, соединенных друг с другом в области центромеры. В этот же период удваиваются центриоли. *В конце S-периода набор хромосом и ДНК 2n4c.*

Жизненный цикл клетки. Интерфаза



Интерфаза			Митоз
G1	S	G2	M
5	7	3	1

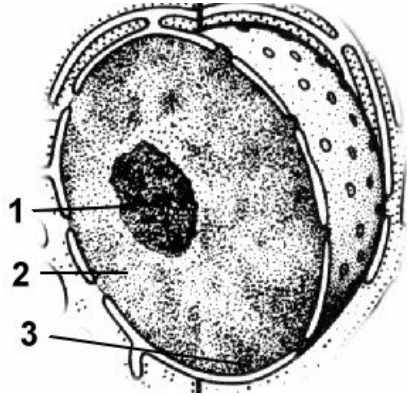
Часы

Про	Мет	Ана	Тел
36	3	3	18

Минуты

Постсинтетический период (G_2) наступает после удвоения хромосом. Он длится 2—5 ч; за это время накапливается энергия для предстоящего митоза и синтезируются белки микротрубочек, которые впоследствии образуют веретено деления. Теперь клетка может приступать к митозу. *Набор хромосом и ДНК остается 2n4c.*

Организация генетического материала



Хроматин – внутренние нуклеопротеидные структуры ядра, окрашивающиеся некоторыми красителями и отличающиеся по форме от ядрышка. Хроматин имеет вид глыбок, гранул и нитей. Химический состав хроматина: ДНК (30-45%), гистоновые белки (30-50%), негистоновые белки (4-33%), т.о. хроматин является дезоксирибонуклеопротеидным комплексом (ДНП).

В зависимости от функционального состояния хроматина различают: *гетерохроматин* и *эухроматин*. Эухроматин – генетически активные, гетерохроматин – генетически неактивные участки хроматина. Эухроматин при световой микроскопии не различим, слабо окрашивается и представляет собой деконденсированные (деспирализованные, раскрученные) участки хроматина. Гетерохроматин под световым микроскопом имеет вид глыбок или гранул, интенсивно окрашивается и представляет собой конденсированные (спирализованные, уплотненные) участки хроматина. *Хроматин – форма существования*

Организация генетического материала

1 – равноплечая (метацентрическая) хромосома; 2 – неравноплечая (субметацентрическая) хромосома; 3 – резко неравноплечая (акроцентрическая) хромосома; 4 – одноплечая (телоцентрическая) хромосома; 5 – спутничная хромосома; 6 – хроматиды; 7 – центромера; 8 – теломеры; 9 – спутники; 10 – ядрышковые организаторы; 11 – гомологичные хромосомы.

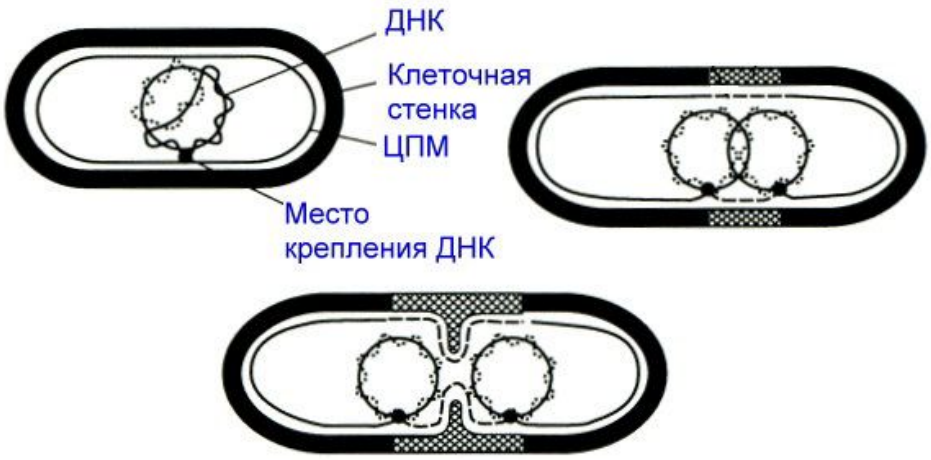
Хромосомы – органоиды ядра, представляющие собой конденсированный хроматин и появляющиеся в клетке во время митоза или мейоза. Химический состав хромосом такой же, как у хроматина: ДНК до 40%, белки до 60%.

Основу хроматиды составляет одна непрерывная двухцепочечная молекула ДНК, длина ДНК одной хроматиды может достигать нескольких сантиметров. Понятно, что молекула такой длины не может располагаться в клетке в вытянутом виде, а подвергается укладке, приобретая определенную трехмерную структуру, или *конформацию*.

Деление клеток

Деление клеток. В настоящее время известно несколько способов деления клетки: *прямое бинарное деление, амитоз, митоз и мейоз*.

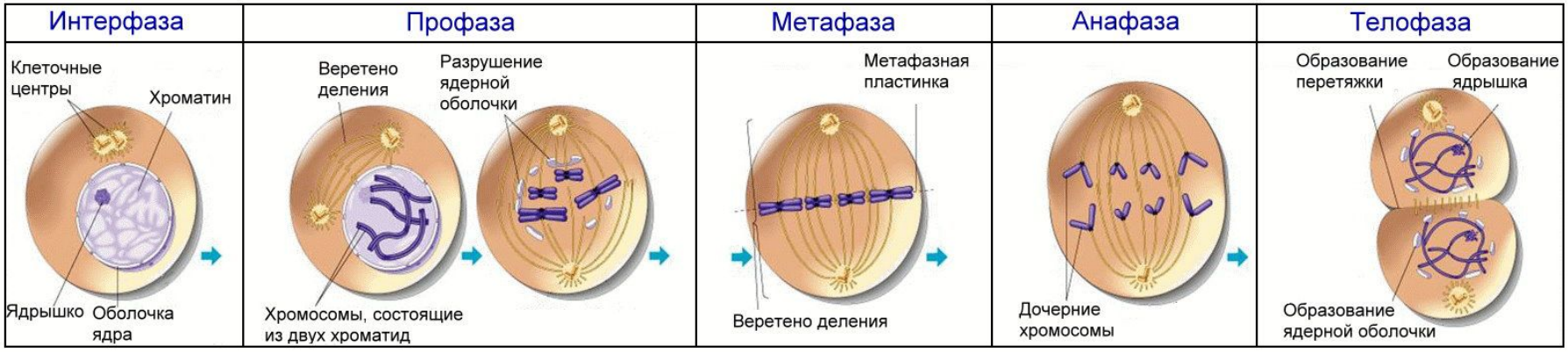
Бактериальные клетки содержат только одну кольцевую молекулу ДНК, прикрепленную к клеточной мембране. Перед делением клетки ДНК реплицируется и образуются две идентичные молекулы ДНК, каждая из которых также прикреплена к клеточной мембране. При делении клетки мембрана врастает между двумя молекулами ДНК так, что в конечном итоге в каждой дочерней клетке оказывается по одной идентичной молекуле ДНК. Такой процесс получил название *прямого бинарного деления*.



Митоз:

Митоз — это процесс непрямого деления соматических клеток эукариот, в результате которого наследственный материал сначала удваивается, а затем равномерно распределяется между дочерними клетками. Он является основным способом деления клеток эукариот.

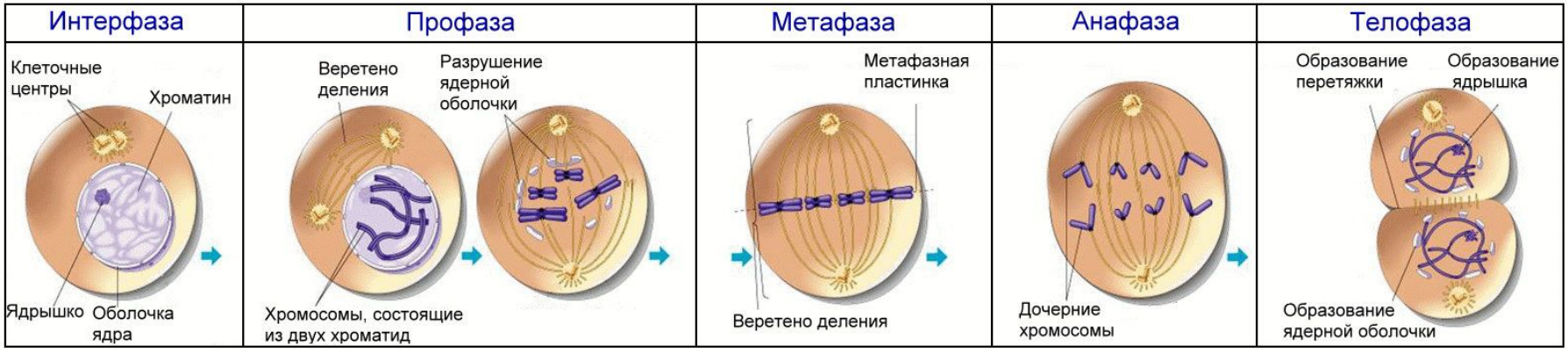
Продолжительность митоза у животных клеток составляет 30—60 мин, а у растительных — 2—3 ч. Митоз включает в себя два процесса — деление ядра *(кариокинез)* и деление цитоплазмы *(цитокинез)*.



Митоз:

Фазы митоза. Митоз подразделяют на четыре последовательные фазы: профазу, метафазу, анафазу и телофазу.

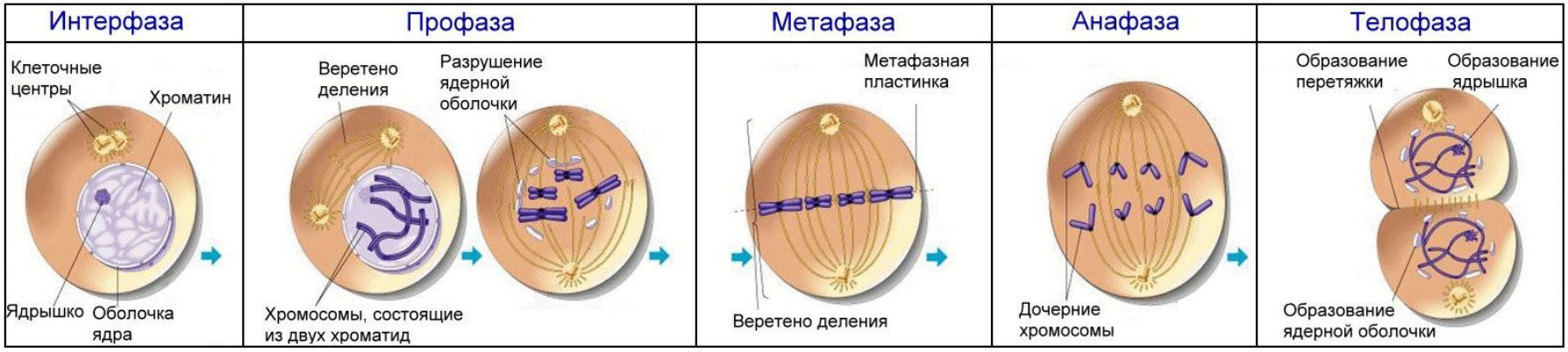
Профаза. В ядре происходит спирализация ДНК; в микроскоп хорошо видны туго скрученные хромосомы. Заметно, что каждая хромосома состоит из двух хроматид, объединенных в области центромеры. *Набор хромосом и ДНК 2n4c.* Ядрышки исчезают, пары центриолей расходятся к полюсам клетки. Отходящие от них микротрубочки начинают образовывать *веретено деления.* Ядерная оболочка разрушается.



Митоз:

Метафаза. Хромосомы располагаются таким образом, что их центромеры находятся в плоскости экватора клетки. Образуется так называемая *метафазная пластинка,* состоящая из хромосом. Нити веретена деления от центросом прикрепляются к центромере каждой хромосомы. *Набор хромосом и ДНК 2n4c.*

Анафаза. Каждая хромосома продольно расщепляется на две идентичные хроматиды, которые расходятся к противоположным полюсам клетки. Таким образом, за счет идентичности дочерних хроматид у двух полюсов клетки оказывается одинаковый генетический материал: такой же, какой был в клетке до начала митоза. *Набор хромосом и ДНК 4n4c.*

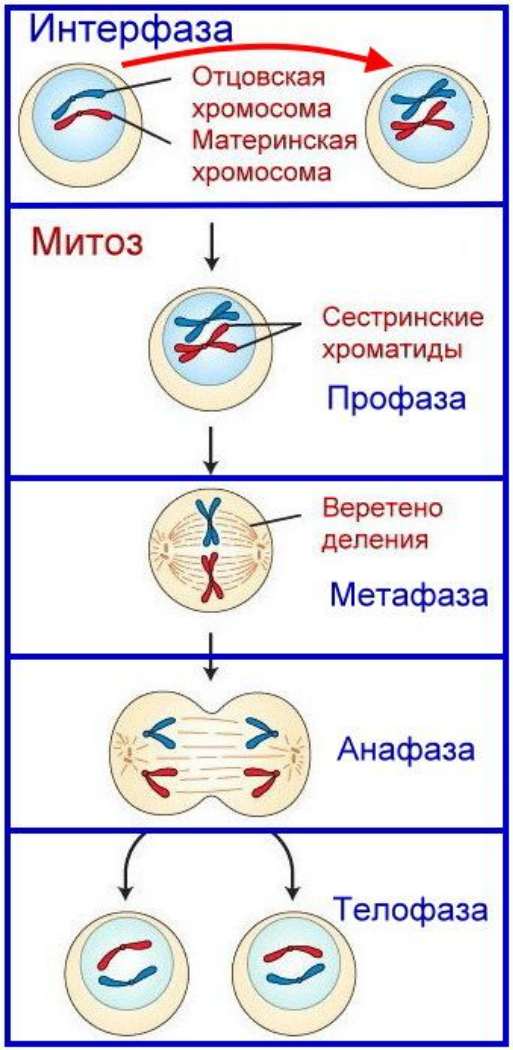


Митоз:

Телофаза. Дочерние хромосомы деспирализуются у полюсов клетки и становятся доступными для транскрипции. Формируются ядерные оболочки и ядрышки. Нити веретена деления распадаются. *Набор хромосом и ДНК в дочерних клетках 2n2c*.

На этом кариокинез заканчивается, и начинается цитокинез. При этом у животных клеток в экваториальной плоскости возникает перетяжка. Она углубляется до тех пор, пока не происходит разделения двух дочерних клеток. Растительные клетки не могут делиться таким образом, так как имеют жесткую клеточную стенку. В них образуется внутриклеточная перегородка.

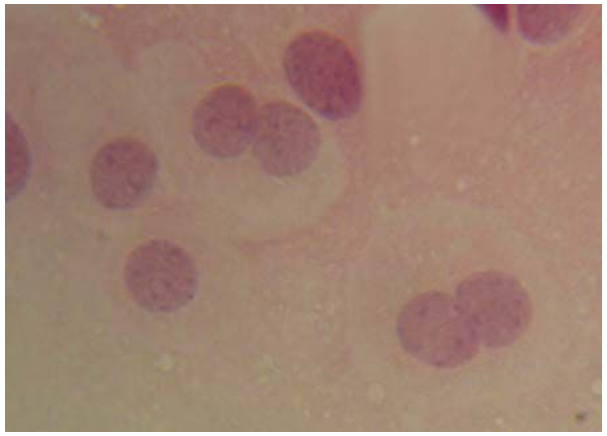
Митоз:

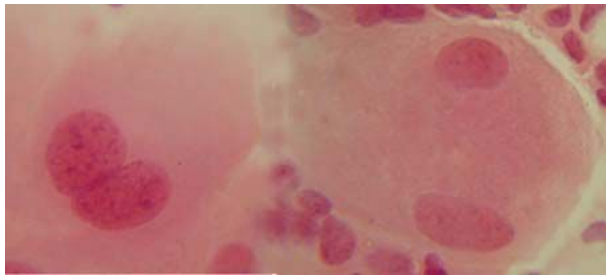


Биологическое значение митоза заключается в воспроизводстве клеток с количественно и качественно одинаковой генетической информацией. Это обеспечивается тем, что при репликации ДНК возникают два одинаковых набора хромосом, которые в процессе митоза равномерно распределяются по дочерним клеткам. Митоз необходим для нормального развития и роста многоклеточного организма. Он же лежит в основе процессов заживления повреждений и бесполого размножения.

Продолжительность митоза в клетках различных видов живых существ различается очень сильно. Например, клетки зародыша плодовой мушки дрозофилы делятся за 6 мин, а клетки эндосперма семени гороха — за 180 мин!

Деление клеток





Амитоз или *прямое деление*, — это деление интерфазного ядра путем перетяжки. При амитозе веретено деления не образуется и хромосомы в световом микроскопе неразличимы.

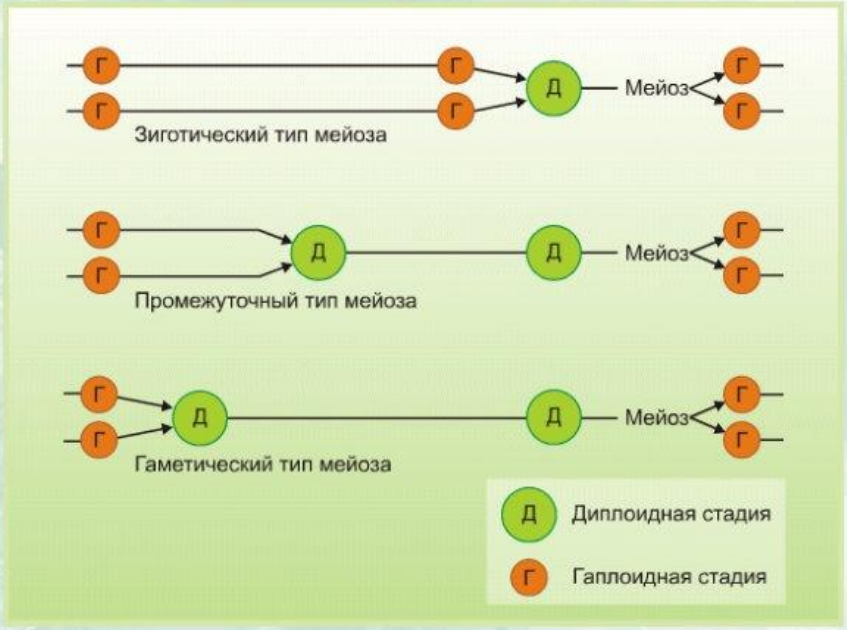
Такое деление встречается у одноклеточных организмов (например, так делятся большие полиплоидные ядра инфузорий), а также в некоторых высокоспециализированных с ослабленной физиологической активностью, дегенерирующих, обреченных на гибель клетках растений и животных либо при различных патологических процессах.

У животных и человека такой тип деления характерен для клеток печени, хрящей, роговицы глаза. При амитозе часто наблюдается только деление ядра: в этом случае могут возникнуть двух- и многоядерные клетки. Если же за делением ядра следует деление цитоплазмы, то распределение клеточных компонентов, как и ДНК, осуществляется произвольно.

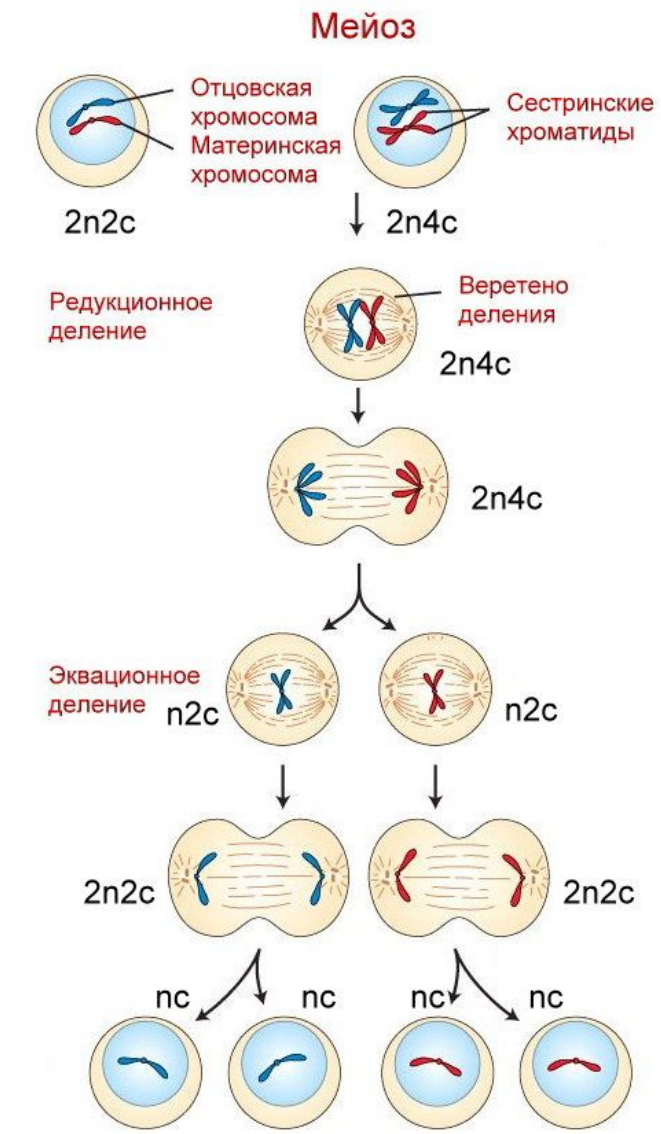
Типы мейоза

Различают три типа мейоза:

- *зиготический*, или начальный, при котором в результате слияния гаплоидных спор образуется диплоидная зигота, которая сразу вступает в мейоз;
- *споровой*, или промежуточный, когда в результате мейоза образуются микро- и макроспоры (высшие растения);
- *гаметический*, или конечный, в результате которого образуются гаметы (у животных, человека).



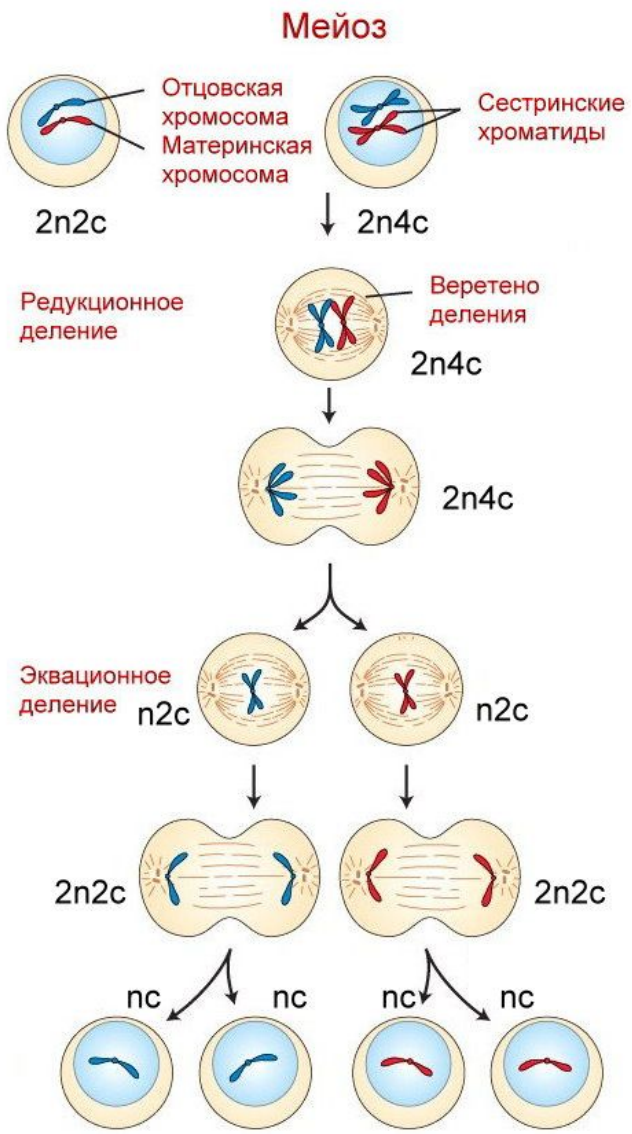
Первое деление мейоза (редукционное)



Мейоз — это особый вид деления клетки, при котором число хромосом в дочерних клетках становится гаплоидным. Это необходимо для сохранения постоянства числа хромосом при половом размножении.

Для примера рассмотрим созревание половых клеток у человека. В каждой клетке человеческого тела диплоидный набор хромосом *(2n)* составляет 46. Следовательно, при «производстве» яйцеклеток и сперматозоидов необходим особый тип деления клеток, при котором в дочерних клетках будет гаплоидный набор хромосом. Такой тип деления, во время которого из одной диплоидной *(2n)* клетки образуются четыре гаплоидные *(n),* и получил название мейоза.

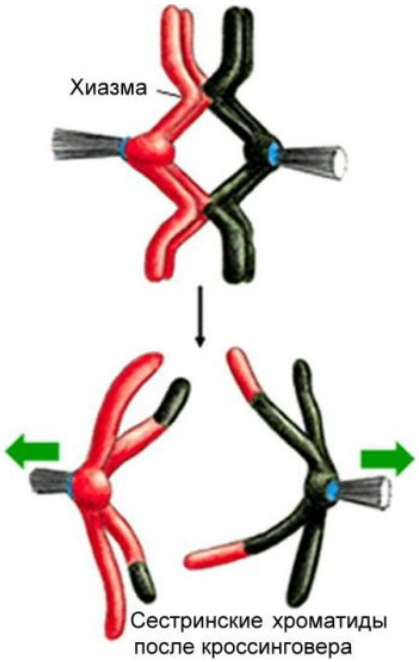
Первое деление мейоза (редукционное)

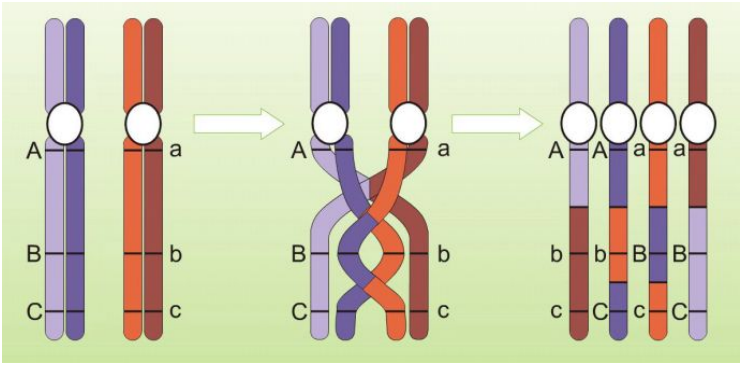


Мейоз представляет собой два следующих одно за другим деления генетического материала и цитоплазмы, перед которыми репликация происходит только один раз. Энергия и вещества, необходимые для обоих делений мейоза, накапливаются во время интерфазы I, при этом интерфаза II практически отсутствует.

Во время первого деления мейоза *(редукционного)* к полюсам клетки расходятся гомологичные хромосомы, каждая из которых состоит из двух хроматид (рис. 48): у человека — 23 к одному полюсу и 23 к другому. В профазу I *(2n4c)* происходит *конъюгация* хромосом, т. е. каждая хромосома «находит» гомологичную себе и сближается с ней.

Первое деление мейоза (редукционное)





Во время этого контакта между отцовской и материнской хромосомами может происходить обмен идентичными участками. Это явление получило название *кроссинговера*.

Пару конъюгирующих хромосом называют *бивалентом*. Биваленты продолжают укорачиваться и утолщаться. Каждый бивалент образован четырьмя хроматидами. Поэтому его называют *тетрадой*.

Важнейшим событием является *кроссинговер* — обмен участками гомологичных хромосом. Кроссинговер приводит к первой во время мейоза рекомбинации генов. В конце профазы I исчезают ядерная оболочка и ядрышко.

Первое деление мейоза (редукционное)

Профаза 1 (2n4c)

Самая продолжительная и сложная фаза мейоза. Состоит из ряда последовательных стадий.

Лептотена (2n; 4c). Стадия тонких нитей. Хромосомы слабо конденсированы. Они уже двухроматидные, но настолько сближены, что имеют вид длинных одиночных тонких нитей. Теломеры хромосом прикреплены к ядерной мембране с помощью особых структур — *прикрепительных дисков*.

Зиготена (2n; 4c). Стадия сливающихся нитей. Гомологичные хромосомы начинают притягиваться друг к другу сходными участками и конъюгируют. *Конъюгацией* называют процесс тесного сближения гомологичных хромосом. (Процесс конъюгации также называют *синапсисом*.)

Первое деление мейоза (редукционное)

Полагают, что каждый ген приходит в соприкосновение с гомологичным ему геном другой хромосомы. Пару конъюгирующих хромосом называют *бивалентом*, или *тетрадой* – четыре хроматиды удерживаются вместе, количество бивалентов равно гаплоидному набору хромосом.

Пахитена (2n; 4c). Стадия толстых нитей. Процесс спирализации хромосом продолжается, причем в гомологичных хромосомах он происходит синхронно. Становится хорошо заметно, что хромосомы двухроматидные. В пахитене наблюдается особенно тесный контакт между хроматидами. Важнейшим событием пахитены является *кроссинговер* — обмен участками гомологичных хромосом.

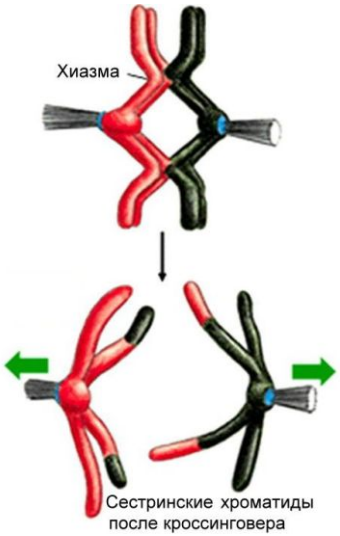
Первое деление мейоза (редукционное)

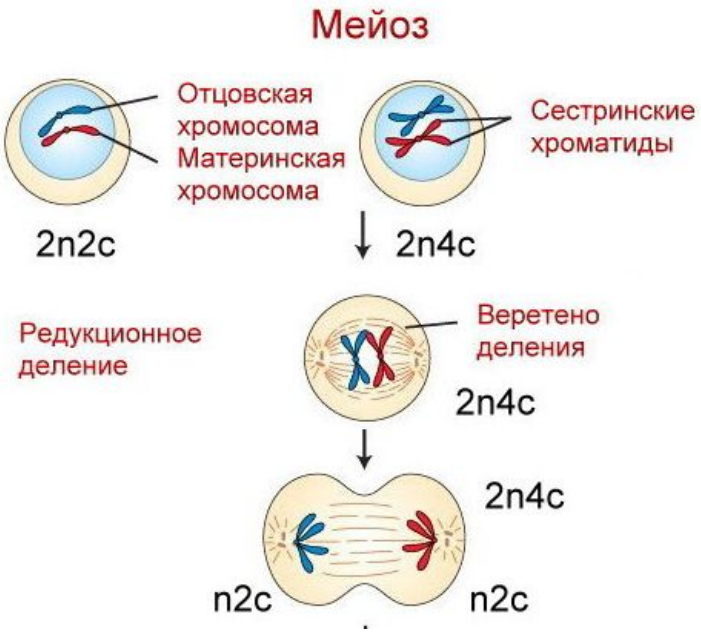
Кроссинговер приводит к первой во время мейоза рекомбинации генов.

Диплотена (2n; 4c). Хромосомы в бивалентах перекручиваются и начинают отталкиваться друг от друга. Процесс отталкивания начинается в области центромеры и распространяется по всей длине бивалентов. Однако они все еще остаются связанными друг с другом в некоторых точках. Их называют *хиазмы*. Эти точки появляются в местах кроссинговера. В ходе гаметогенеза у человека может образовываться до 50 хиазм.

Диакинез (2n; 4c). Хромосомы сильно укорачиваются и утолщаются за счет максимальной спирализации хроматид, а затем отделяются от ядерной оболочки. Происходит сползание хиазм к концам хроматид.

Первое деление мейоза (редукционное)

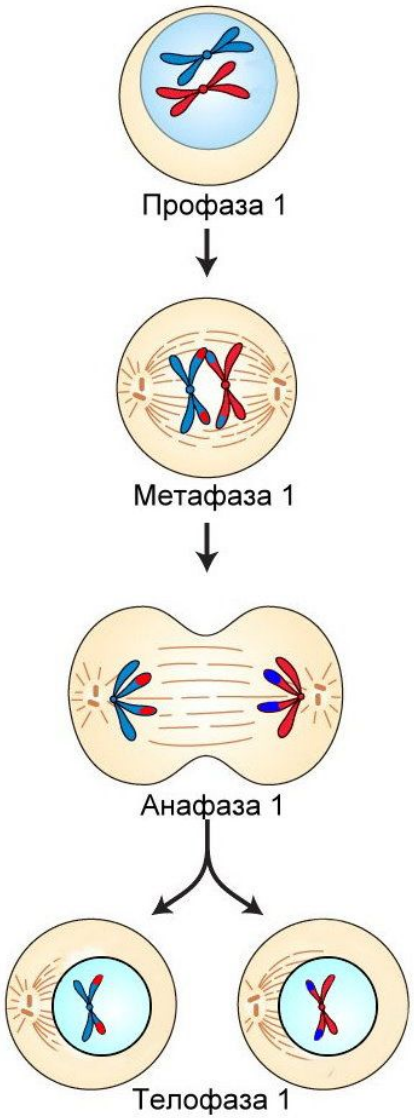




Бивалентны перемещаются в экваториальную плоскость образуя метафазную пластинку *(2n4c)*. Центриоли (если они есть) перемещаются к полюсам клетки, и формируется веретено деления.

Метафаза I (2n4c). Заканчивается формирование веретена деления. Спирализация хромосом максимальна. Бивалентны располагаются в плоскости экватора. Расположение бивалентов в экваториальной плоскости равновероятное и случайное, то есть каждая из отцовских и материнских хромосом может быть повернута в сторону того или другого полюса. Это создает предпосылки для второй за время мейоза рекомбинации генов. Нити веретена прикрепляются к центромерам хромосом.

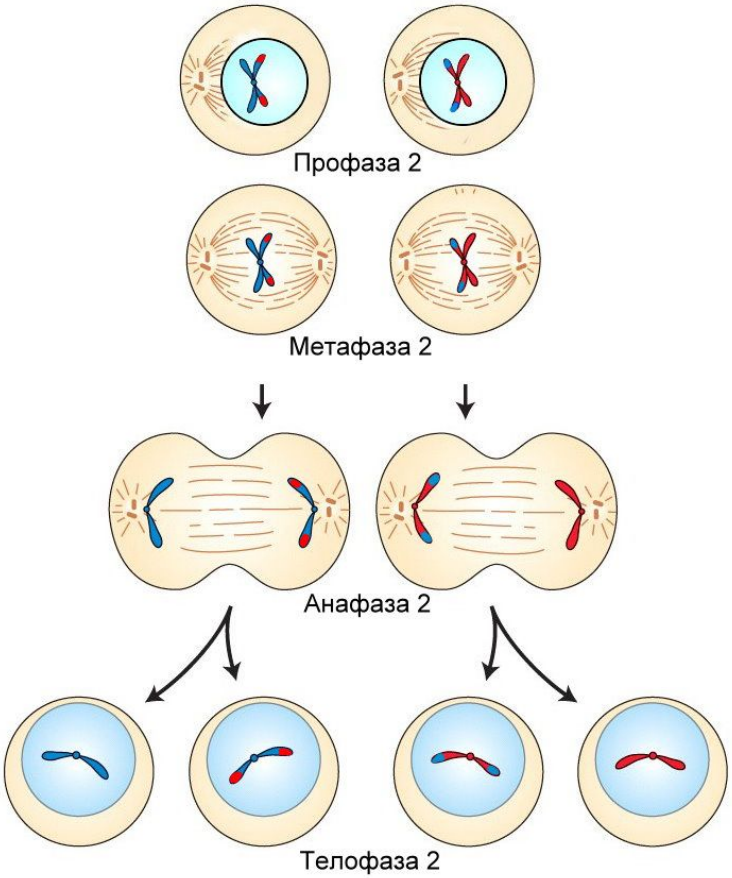
Первое деление мейоза (редукционное)



Анафаза I (2n4c). К полюсам расходятся целые хромосомы, а не хроматиды, как при митозе. У каждого полюса оказывается половина хромосомного набора. Причем, пары хромосом расходятся так, как они располагались в плоскости экватора во время метафазы. В результате возникают самые разнообразные сочетания отцовских и материнских хромосом, *происходит вторая рекомбинация* генетического материала.

Телофаза I (n2c). У животных и некоторых растений хроматиды деспирализуются, вокруг них формируется ядерная оболочка. Затем происходит деление цитоплазмы (у животных) или образуется разделяющая клеточная стенка (у растений).

Второе деление мейоза (эквационное)



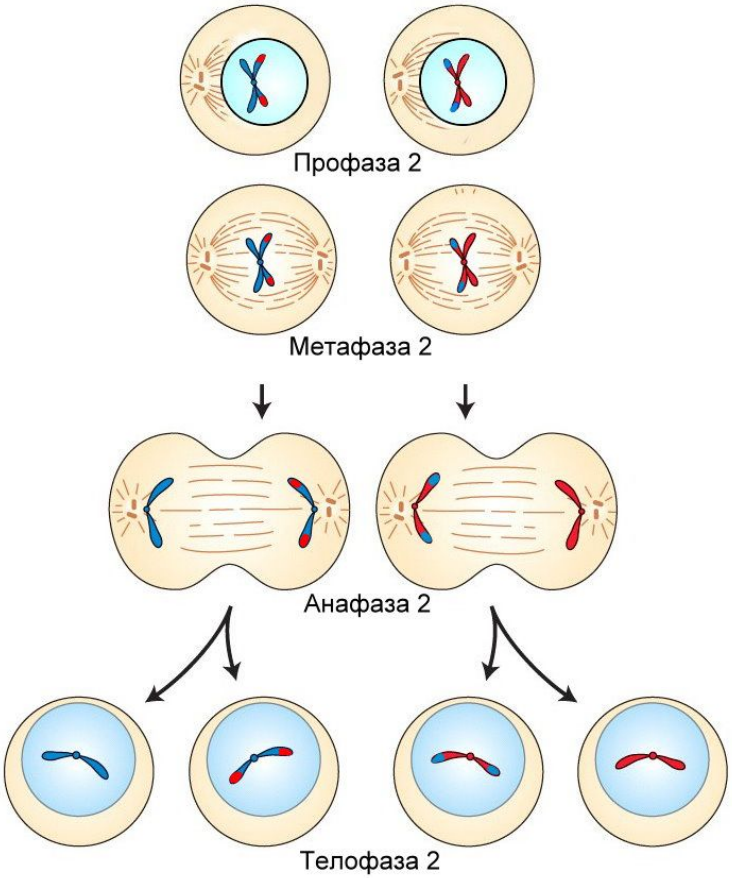
Второе деление мейоза (эквационное) включает также профазу, метафазу, анафазу и телофазу. Она протекает так же, как обычный митоз.

Интерфаза II (n2c). Репликации ДНК не происходит.

Профаза II (n2c). Хромосомы спирализуются, ядерная мембрана и ядрышки разрушаются, центриоли, если они есть, перемещаются к полюсам клетки, формируется веретено деления.

Метафаза II (n2c). Формируются метафазная пластинка и веретено деления, нити веретена деления прикрепляются к центромерам.

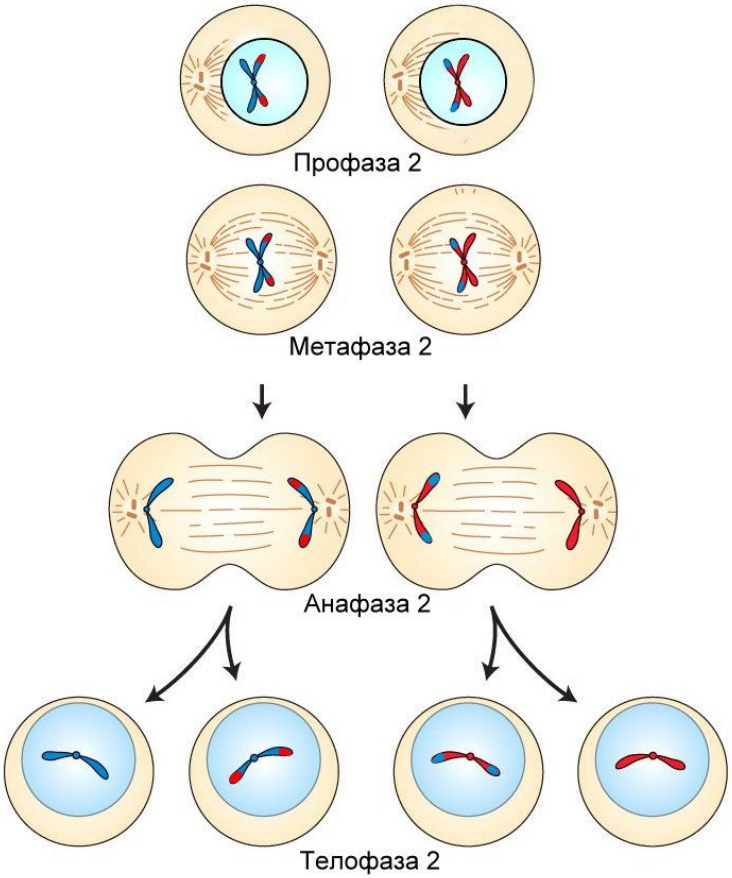
Второе деление мейоза (эквационное)



Анафаза II (2n2c). Центромеры хромосом делятся, хроматиды становятся самостоятельными хромосомами, и нити веретена деления растягивают их к полюсам клетки. Число хромосом в клетке становится диплоидным, но на каждом полюсе формируется гаплоидный набор.

Поскольку в метафазе II хроматиды хромосом располагаются в плоскости экватора случайно, *в анафазе происходит третья рекомбинация генетического материала клетки*, так как в результате кроссинговера хроматиды стали отличаться друг от друга и к полюсам отходят дочерние хроматиды, но отличные друг от друга.

Второе деление мейоза (эквационное)



Телофаза II (nc). Нити веретена деления исчезают, хромосомы деспирализуются, вокруг них восстанавливается ядерная оболочка, делится цитоплазма.

В результате мейоза из одной диплоидной клетки *(2n)* образуется четыре гаплоидных *(n)*. Очень важное значение имеет кроссинговер. Он увеличивает генетическое разнообразие половых клеток, так как в результате этого процесса образуются хромосомы, несущие гены и отца, и матери.

Таким образом, мейоз лежит в основе комбинативной изменчивости.

Рефлексия (ответить на вопросы):

- Мейоз:

Особый вид деления клеток, при котором число хромосом в дочерних клетках уменьшается в два раза.

- Перекрест хромосом, кроссинговер:

Во время конъюгации в гомологичных хромосомах могут происходить поперечные разрывы и хромосомы обмениваются одинаковыми участками. Это явление получило название перекрест хромосом, или кроссинговер.

- Набор хромосом в клетках после 1-го деления мейоза:

Образуются две клетки с гаплоидным набором хромосом, но хромосомы из двух хроматид.

- Перекрест хромосом, кроссинговер:

Во время конъюгации в гомологичных хромосомах могут происходить поперечные разрывы и хромосомы обмениваются одинаковыми участками. Это явление получило название перекрест хромосом, или кроссинговер.

- Набор хромосом в клетках после 1-го деления мейоза:

Образуются две клетки с гаплоидным набором хромосом, но хромосомы из двух хроматид.

Домашняя работа:

- 1. Учить параграф 6.1-6.2.4.
- 2. Подготовиться к проверочной работе по данной теме.