

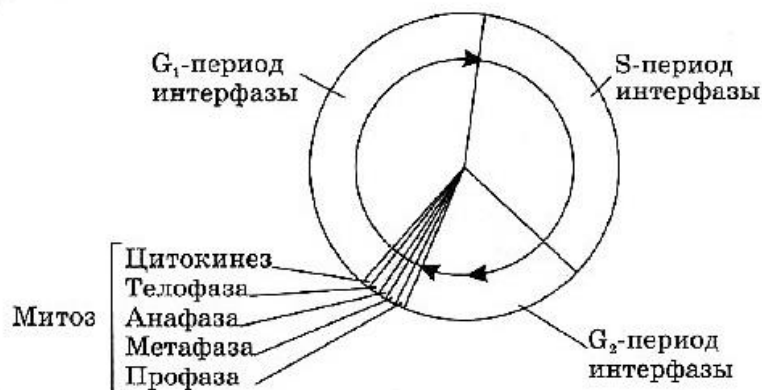
# Жизненный цикл клетки. Митоз и мейоз

**Клеточный цикл** (жизненный цикл клетки) — время существования клетки от начала одного деления до начала следующего деления, состоит из интерфазы и собственно процесса деления.

**Интерфаза** — период между делениями, в котором происходят процессы роста и развития клетки, удвоения ДНК, синтеза белков и органических соединений.



Продолжительность интерфазы в клетках растений и животных, способных к делению, составляет в среднем 10–20 часов, тогда как митоз занимает около 1–2 часов.



## Виды деления клеток

| Амитоз  | Митоз   | Мейоз                        |
|---|---|------------------------------|
| Прямое деление ядра                                   | Непрямое деление                                    | Редукционное деление         |
| Не образуются хромосомы                               | Образуются хромосомы                                | Образуются хромосомы         |
| Не образуется веретено деления                        | Образуется веретено деления                         | Образуется веретено деления  |
| Наследственная информация распределяется неравномерно | Наследственная информация распределяется равномерно | Происходит образование гамет |

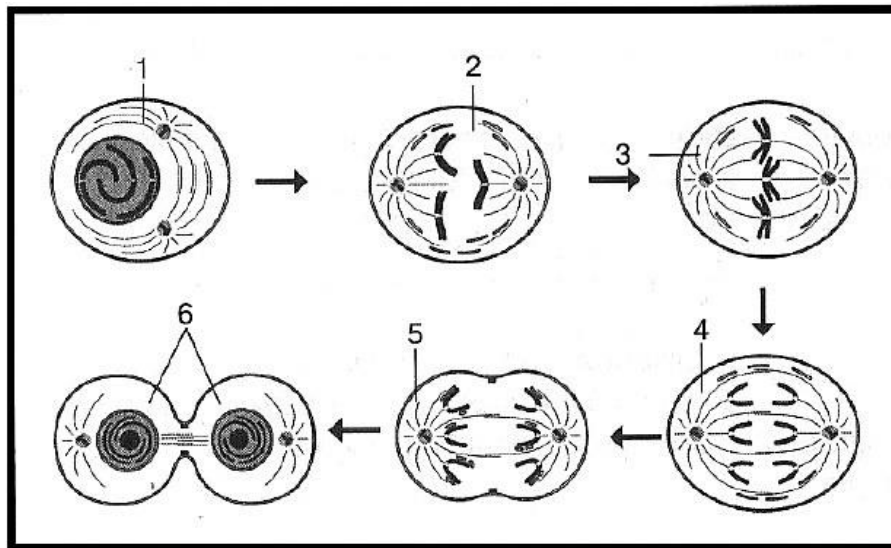
## Митоз и амитоз

**Митоз** (непрямое деление клетки) — процесс равномерного распределения между дочерними клетками ядерного наследственного материала.

В результате митоза из одной материнской клетки с диплоидным (двойным) набором хромосом образуются две диплоидные дочерние клетки, содержащие полную генетическую информацию в том же объёме, что и родительская. Митоз обеспечивает сохранность наследственных признаков и увеличение количества клеток или одноклеточных организмов.

### Стадии (фазы) митоза:

- **Профаза** — спирализация хромосом, уменьшение их функциональной активности; репликация практически не идёт; разрушение оболочки ядра; образование веретена деления; прикрепление хромосом к нитям веретена деления.
- **Метафаза** — спирализация хромосом достигает максимума; хромосомы утрачивают свою функциональную активность, образуют экваториальную пластинку.
- **Анафаза** — деление центромер; расхождение по нитям веретена сестринских хромосом. Анафаза заканчивается, когда центромеры достигают полюсов клетки.
- **Телофаза** — деспирализация хромосом; образование ядерной оболочки; деление цитоплазмы; между дочерними клетками формируется клеточная стенка.



Стадии митоза

- 1 — профаза
- 2 — прометафаза
- 3 — метафаза
- 4 — анафаза
- 5 — телофаза
- 6 — цитокинез

**Амитоз** — прямое деление клетки, при котором ядро делится путём перешнуровки без предшествующей перестройки:

- хромосомы не проходят цикла спирализации;
- не образуется веретено деления;
- клетка делится сразу после репликации ДНК;
- ДНК между дочерними клетками распределяется неравномерно.

Амитоз проходит быстрее, чем митоз. В результате амитоза увеличивается количество дочерних клеток, но одновременно могут появляться двух- и многоядерные клетки.

Амитоз характерен для одноклеточных и некоторых клеток многоклеточных организмов (клетки при патологических состояниях).

## Мейоз

**Мейоз** — способ деления эукариотических клеток, в результате которого из одной материнской клетки образуются четыре дочерние с уменьшенным в два раза набором хромосом. На этапе интерфазы (предшествует мейозу) происходит репликация ДНК с последующим удвоением хромосом. Клетки с диплоидным набором хромосом, каждая состоит из одной хромосомной нити (хромонемы). После интерфазы хромосомы становятся удвоенными, а их диплоидное число  $2n$  сохраняется. Центриоли в клеточном центре удваиваются.

**Стадии (фазы) мейоза I (редукционное деление):**

1. **Профаза I** — спирализация хромосом; конъюгация; кроссинговер; хроматиды начинают расходиться; биваленты обособляются и располагаются по периферии ядра; ядрышко исчезает.
2. **Метафаза I** — начинается с момента разрушения ядерной оболочки; биваленты располагаются в экваториальной плоскости, прикрепленные к нитям веретена деления.
3. **Анафаза I** — центромеры каждой пары гомологичных хромосом разъединяются, и к полюсам клетки отходят гомологичные хромосомы, состоящие из двух хроматид.
4. **Телофаза I** — начинается с достижения хромосомами полюсов клетки (у каждого полюса —  $n$  хромосом): происходит редукция числа хромосом; образуется ядерная оболочка; делится цитоплазма; формируется клеточная стенка.

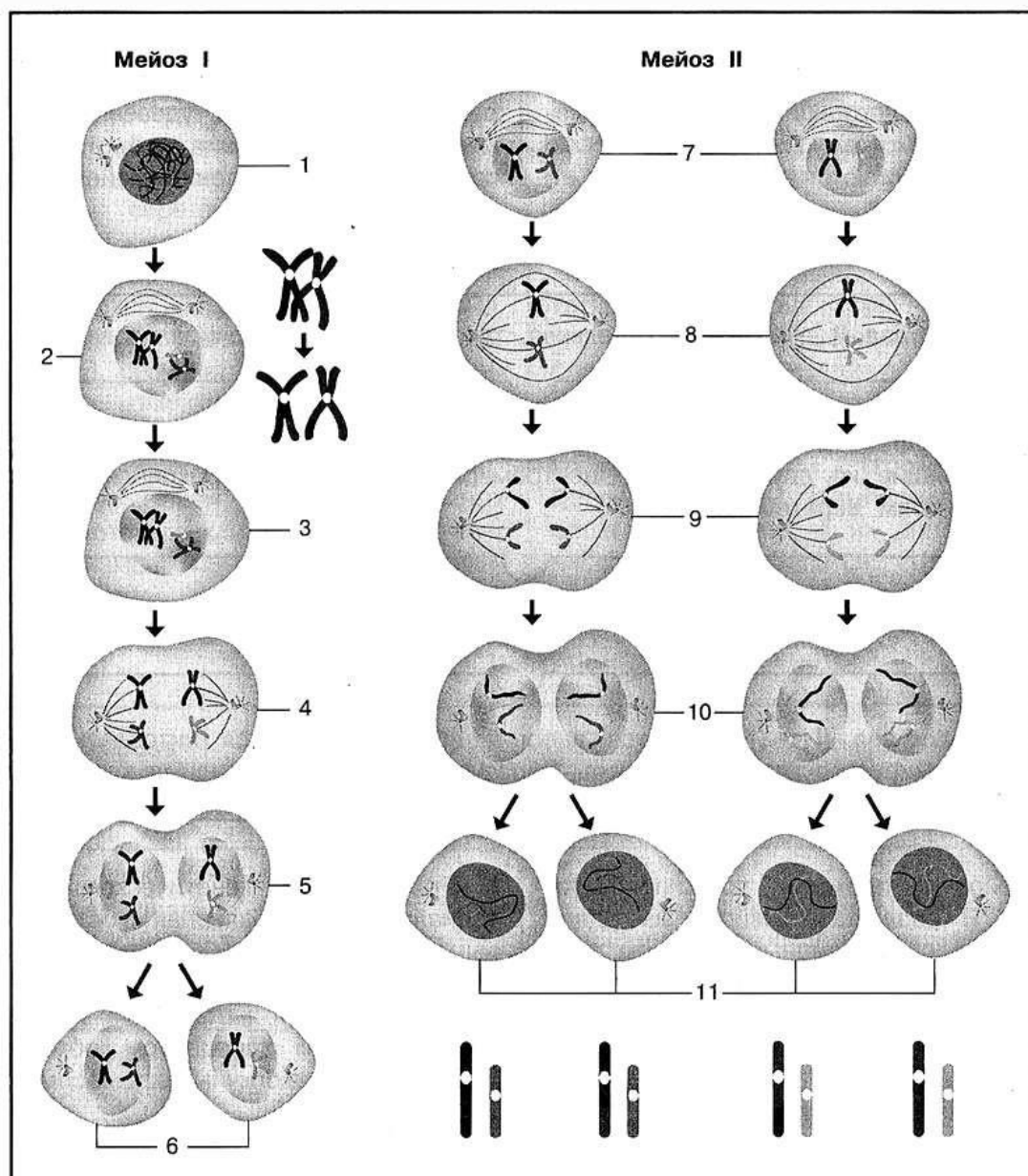
Завершение мейоза I сопровождается образованием двух дочерних клеток, содержащих гаплоидный набор хромосом, которые в свою очередь остаются удвоенными.



Во время кратковременной интерфазы (**интеркинеза**) не происходит репликация ДНК, нет удвоения хромосомы, две дочерние клетки вступают во второе деление мейоза.

**Стадии (фазы) мейоза II** (по типу митоза — равное деление):

1. **Профаза II** — непродолжительная, так как хроматиды спирализованы.
2. **Метафаза II** — образуются экваториальная пластинка, хромосомы, состоящие из двух хроматид, центромерными участками прикрепляются к нитям веретена деления.
3. **Анафаза II** — хроматиды расходятся к полюсам клетки.
4. **Телофаза II** — образуется ядерная оболочка; делится цитоплазма; формируется клеточная стенка. Образуются четыре гаплоидные клетки.



**Стадии мейоза:**

- 1 — клетка
- 2 — профаза I
- 3 — метафаза I
- 4 — анафаза I
- 5 — телофаза I

- 6 — дочерние клетки
- 7 — профаза II
- 8 — метафаза II
- 9 — анафаза II
- 10 — телофаза II
- 11 — дочерние клетки

Мейоз II проходит по типу митоза. В результате мейоза из одной клетки с диплоидным набором хромосом после двух последовательных делений образуются  $4n$  клетки.

### Черты мейоза

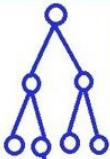
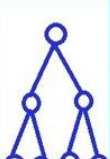


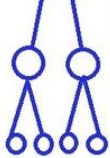
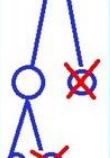
1. Редукция числа хромосом (если бы не было уменьшения числа хромосом при образовании половых клеток, то из поколения в поколение их количество возрастало бы и был бы утрачен один из важнейших признаков каждого вида — постоянство числа хромосом),
2. Конъюгация (сближение и переплетение) гомологичных хромосом.
3. Рекомбинация генетического материала, обусловленная случайным расхождением материнских и отцовских гомологичных хромосом в дочерние клетки, а также кроссинговером (процессом обмена участками гомологичных хромосом).

Таким образом, **мейоз** — непрерывный процесс, состоящий из двух последовательных делений ядра и цитоплазмы, перед которыми репликация происходит только один раз. Энергия и вещества, необходимые для обоих делений мейоза, накапливаются во время интерфазы I.

## Развитие половых клеток. Роль мейоза и митоза

### Развитие половых клеток

Важно понять, что образование из каждой диплоидной клетки четырех гамет происходит поэтапно и сопровождается уменьшением числа хромосом вдвое. Процесс формирования половых клеток называется **гаметогенезом**. У многоклеточных организмов различают **сперматогенез** — формирование мужских половых клеток и **овогенез** - формирование женских половых клеток. Рассмотрим гаметогенез, происходящий в половых железах животных — семенниках и яичниках.

| Общая схема гаметогенеза у животных |  |   |   |  |  |
|-------------------------------------|--|---|---|--|--|
|                                     |  | Сперматогенез<br>(процесс образования мужских половых<br>клеток в половых железах)  |   | Оогенез<br>(процесс образования женских половых<br>клеток в половых железах)         |  |
| Зона<br>размножения                 | митоз<br>происходит уве-<br>личение количе-<br>ства клеток                         |  | клетки зачаткового<br>эпителия<br><br>сперматогонии<br><br>сперматоцит I по-<br>рядка (46 хромосом) |  | клетки зачатков<br>эпителия<br><br>овогонии<br><br>овоцит I порядка<br>(46 хромосом)                         |
| Зона<br>роста                       | рост клеток до<br>размеров, свой-<br>ственных поло-<br>вым клеткам<br>данного вида |  | сперматоцит<br>I порядка  |  | овоцит<br>I порядка  |
| Зона<br>созревания                  | I деление мейоза<br>II деление мейоза  |  | сперматоциты II<br>порядка (23 хромо-<br>сомы)<br>сперматозоиды<br>(23 хромосомы)                   |  | овоцит II порядка<br>(23 хромосомы)<br>1-е полярное тельце<br><br>яйцо (23 хромосомы)<br>2-е полярное тельце |

**Сперматогенез** — процесс превращения диплоидных предшественников половых клеток -сперматогониев в сперматозоиды.

1. Сперматогонии делятся на две дочерние клетки — сперматоциты первого порядка.
2. Сперматоциты первого порядка делятся мейозом (1-е деление) на две дочерние клетки -сперматоциты второго порядка.
3. Сперматоциты второго порядка приступают ко второму мейотическому делению, в результате которого образуются 4 гаплоидные сперматиды.
4. Сперматиды после дифференцировки превращаются в зрелые сперматозоиды.

Сперматозоид состоит из головки, шейки и хвоста. Он подвижен, и благодаря этому вероятность встречи его с гаметой увеличивается.

У мхов и папоротников спермин развиваются в антеридиях, у покрытосеменных растений они образуются в пыльцевых трубках в результате митотического деления микроспор.

**Овогенез** — образование яйцеклеток у особей женского пола. У животных он происходит в яичниках. В зоне размножения находятся овогонии — первичные половые клетки, размножающиеся митозом.

Из овогониев после первого мейотического деления образуются овоциты первого порядка.

После второго мейотического деления образуются овоциты второго порядка, из которых формируется одна яйцеклетка и три направительных тельца, которые затем гибнут. Яйцеклетки неподвижны, имеют шаровидную форму. Они крупнее других клеток и содержат запас питательных веществ для развития зародыша.

У мхов и папоротников яйцеклетки развиваются в архегониях, у цветковых растений — в семязпочках, локализованных в завязи цветка.

## *Деление клетки — основа роста, развития и размножения организмов.*

### *Роль мейоза и митоза*

Если у одноклеточных организмов деление клетки приводит к увеличению количества особей, т. е. размножению, то у многоклеточных этот процесс может иметь различное значение. Так, деление клеток зародыша, начиная с зиготы, является биологической **основой взаимосвязанных процессов роста и развития**. Подобные же изменения наблюдаются у человека в подростковом возрасте, когда число клеток не только увеличивается, но и происходит качественное изменение организма. В основе размножения многоклеточных организмов также лежит деление клетки, например при бесполом размножении благодаря этому процессу из части организма происходит восстановление целостного, а при половом — в процессе гаметогенеза образуются половые клетки, дающие впоследствии новый организм.

В результате митоза происходит равномерное распределение наследственного материала между дочерними клетками — точными копиями материнской. Без митоза было бы невозможным существование и рост многоклеточных организмов, развивающихся из единственной клетки — зиготы, поскольку все клетки таких организмов должны содержать одинаковую генетическую информацию.

В процессе деления дочерние клетки становятся все более разнообразными по строению и выполняемым функциям, что связано с активацией у них все новых групп генов

вследствие межклеточного взаимодействия. Таким образом, митоз необходим для развития организма.

Этот способ деления клеток необходим для процессов бесполого размножения и регенерации (восстановления) поврежденных тканей, а также органов.

В результате мейоза обеспечивается постоянство кариотипа при половом размножении, так как уменьшает вдвое набор хромосом перед половым размножением, который затем восстанавливается в результате оплодотворения. Кроме того, мейоз приводит к появлению новых комбинаций родительских генов благодаря кроссинговеру и случайному сочетанию хромосом в дочерних клетках. Благодаря этому потомство получается генетически разнообразным, что дает материал для естественного отбора и является материальной основой эволюции. Изменение числа, формы и размеров хромосом, с одной стороны, может привести к появлению различных отклонений в развитии организма и даже его гибели, а с другой — может привести к появлению особей, более приспособленных к среде обитания.

Таким образом, клетка является единицей роста, развития и размножения организмов.