



**Половое размножение** – это способ размножения, при котором в результате слияния двух половых клеток развивается новая особь, сочетающая в себе признаки обоих родителей.



**Оплодотворение** — это сближение половых клеток (гамет) с последующим их слиянием.

# Конъюгаци

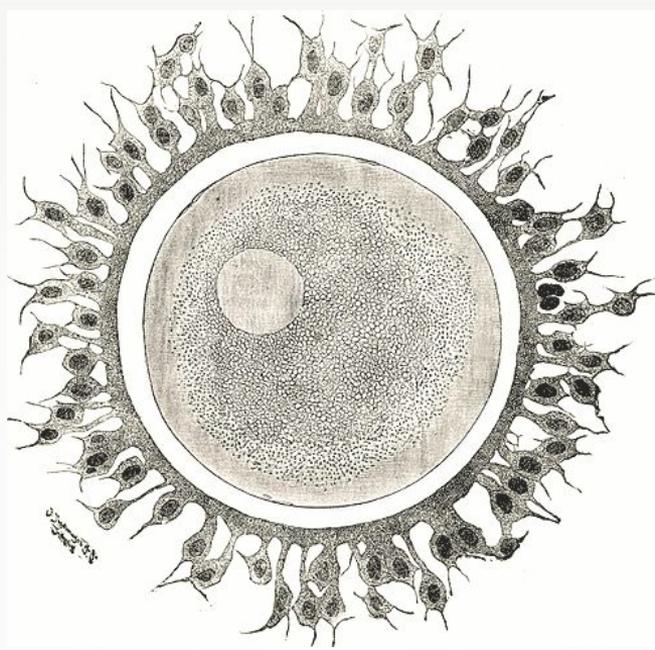
я

Происходит слияние содержимого двух неспециализированных клеток, как у некоторых водорослей и грибов. Или обмен генетическим материалом между особями, как у некоторых бактерий и инфузорий.



Dr. Eugen Lehle

Конъюгация инфузории

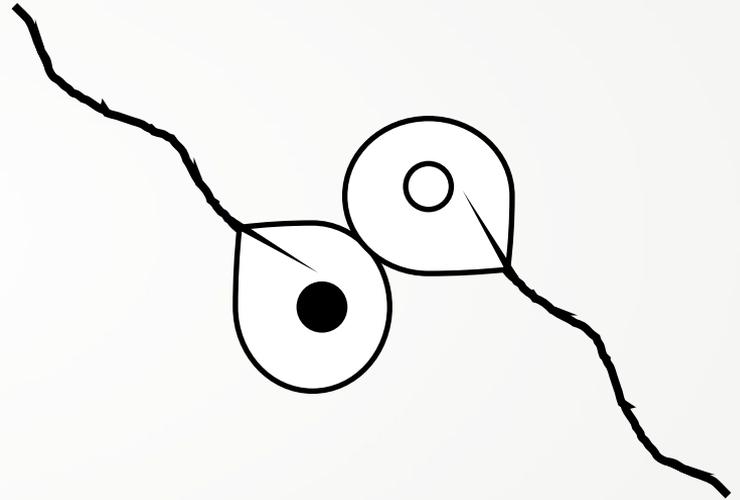


**Копуляция (гаметогамия) — это**  
слияние половых клеток с  
образованием зиготы.

# Изогами

я

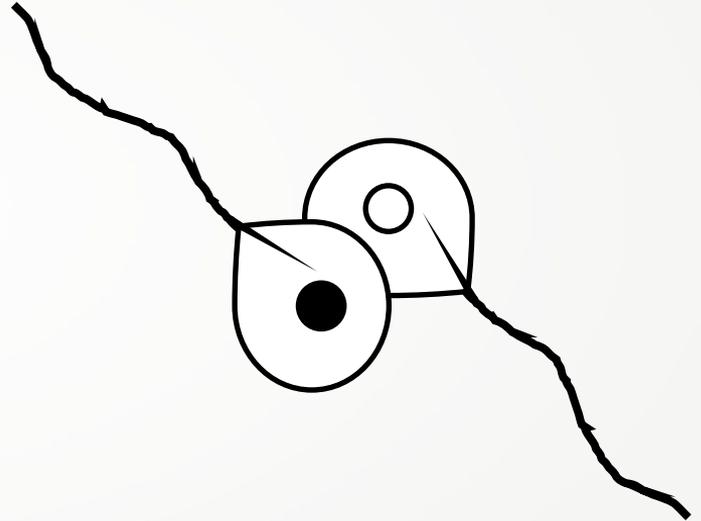
При изогамии сливающиеся гамететы не различаются морфологически, но имеют отличные друг от друга биохимические и физиологические свойства.



# Гетерогамия

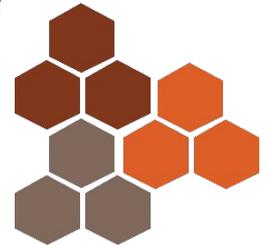
я

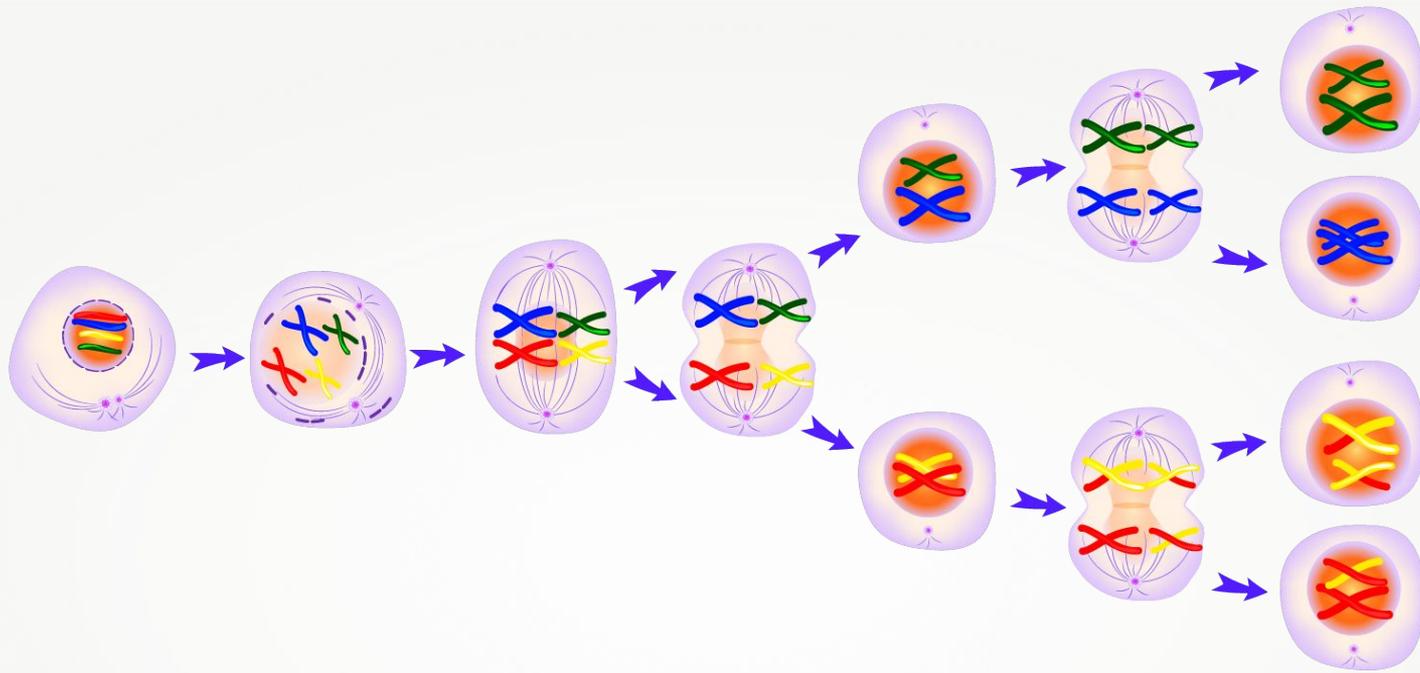
При гетерогамии мужские и женские гаметы сливаются при оплодотворении. Гаметы отличаются морфологически.





Половое размножение приводит к появлению разнообразного потомства и повышает шансы вида на выживание в условиях постоянно меняющейся среды



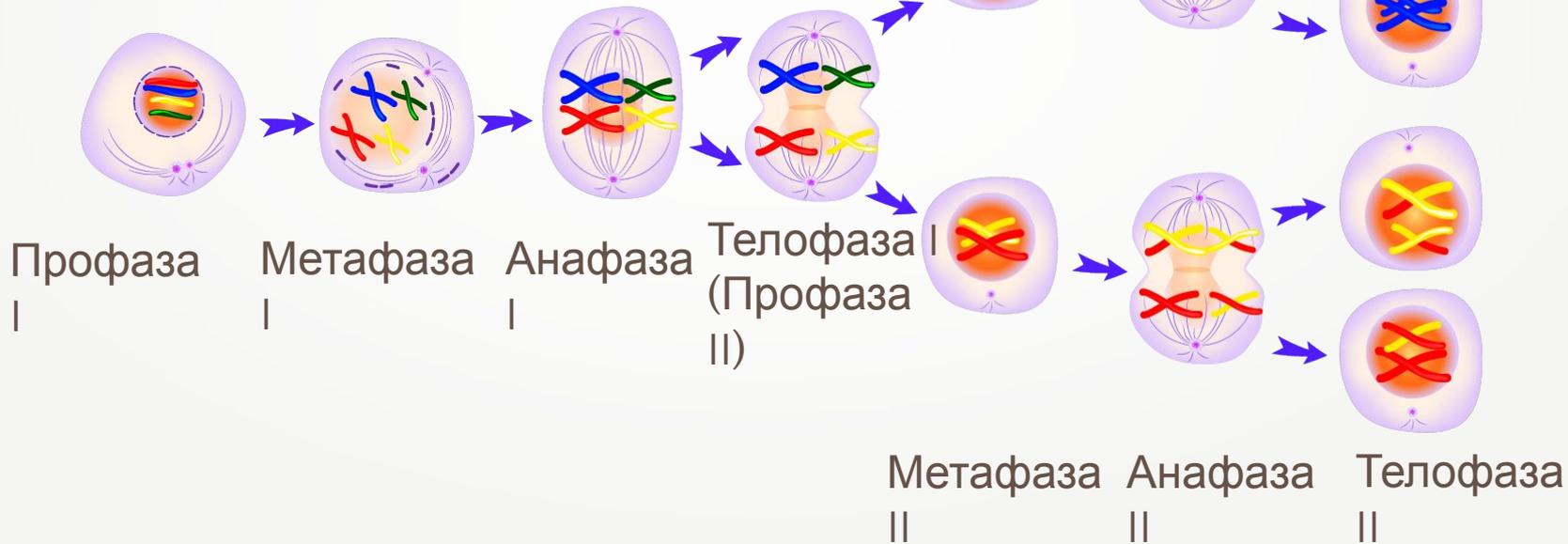


**Мейоз** — способ деления клеток, результатом которого является образование четырёх дочерних гаплоидных клеток из одной материнской диплоидной.

# Мейоз

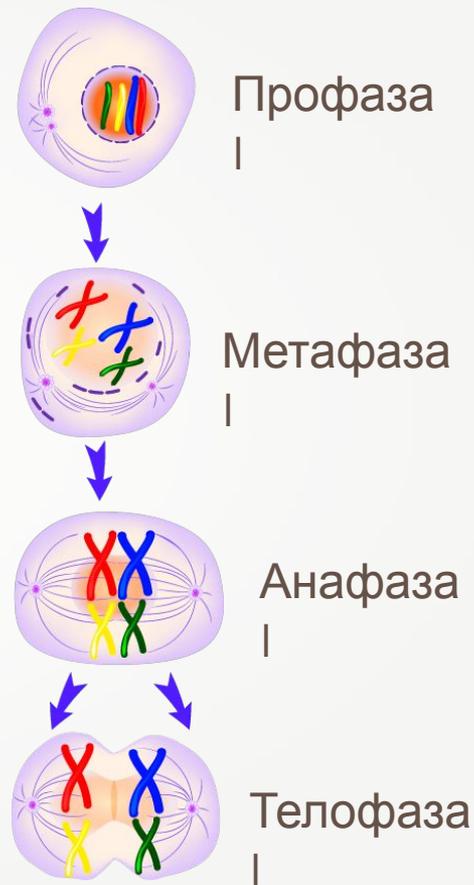
Мейоз I

Мейоз II



# Мейоз I

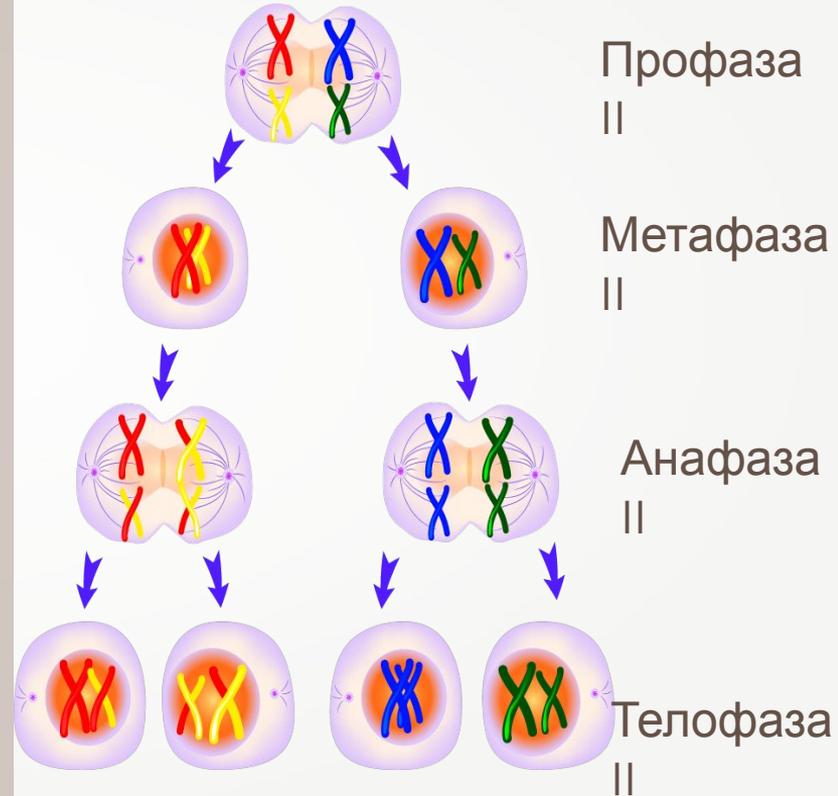
Мейоз I называют редукционным делением. Его результатом является уменьшение числа хромосом в два раза.



# Мейоз

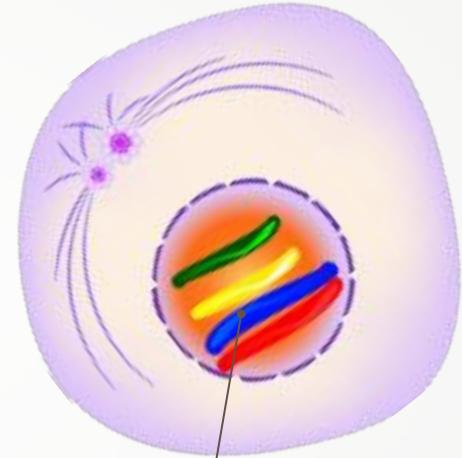
II

Эквационным делением называют мейоз II, при котором гаплоидность образовавшихся клеток сохраняется.



# Профаза

Хроматин постепенно спирализуется с образованием хромосом. Происходит сближение гомологичных хромосом с образованием общей структуры. Эта структура состоит из двух или четырёх хроматид.



Хроматид  
а

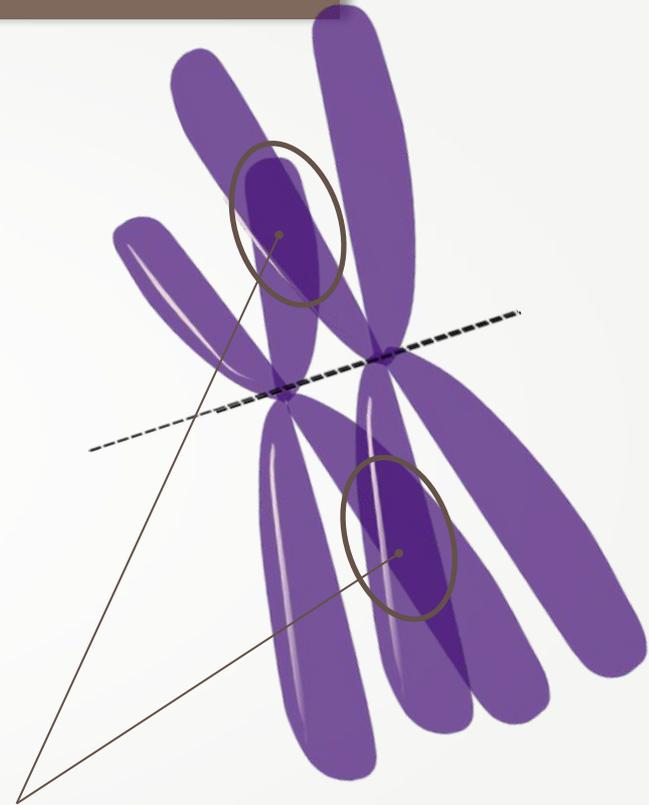
## Профаза



**Конъюгация** — это процесс сближения двух гомологичных хромосом по всей длине с образованием бивалента.

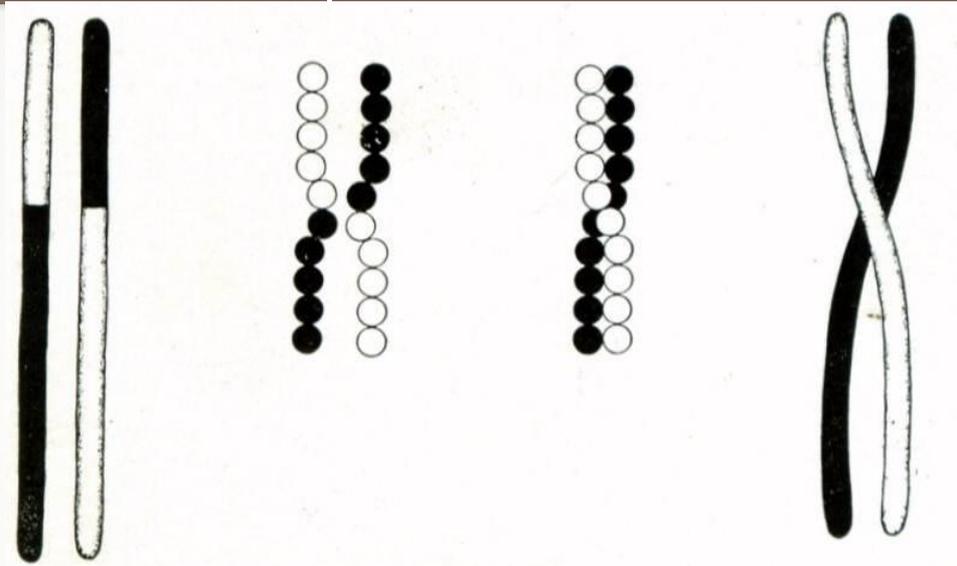
# Профаза

Хромосомы образуют хиазмы, то есть разделяются в области центромер, но остаются связанными в области плеч. Хромосомы расходятся всё больше и больше, и хиазмы перемещаются к их концам.



Хиазм  
ы

## Профаза

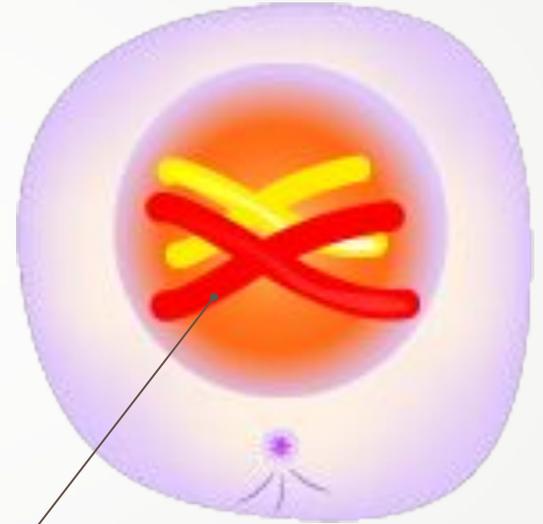


**Кроссинговер** — это обмен участками гомологичных хромосом, который приводит

к рекомбинации генетического

# Метафаза

Метафаза I характеризуется построением бивалентов в экваториальной плоскости клетки. Спирализация хромосом достигает максимума.

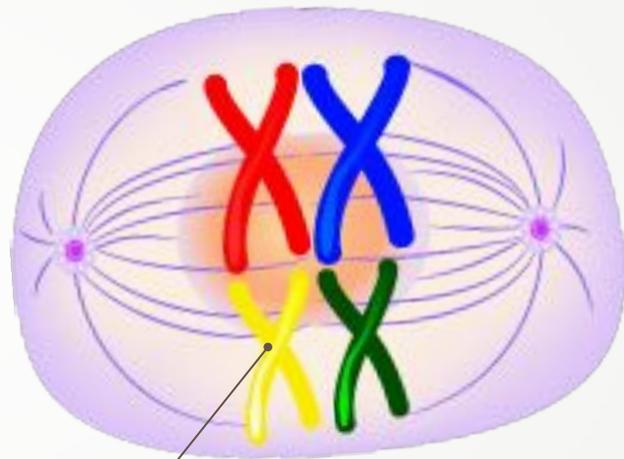


Бивален

т

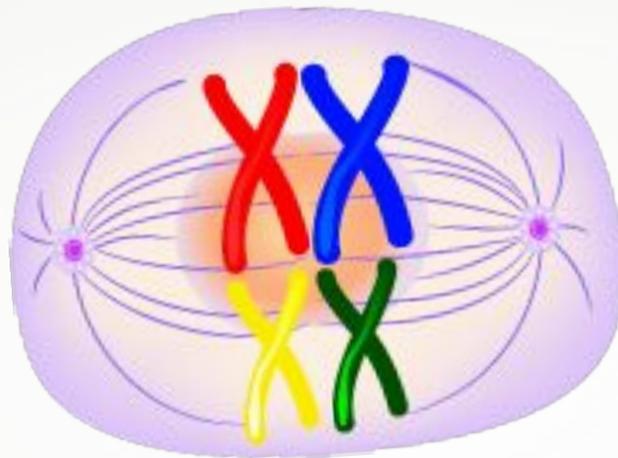
# Анафаза

Состоящие из двух хроматид хромосомы окончательно расходятся и постепенно нитями веретена деления растягиваются к полюсам клетки.



Хромосом  
а

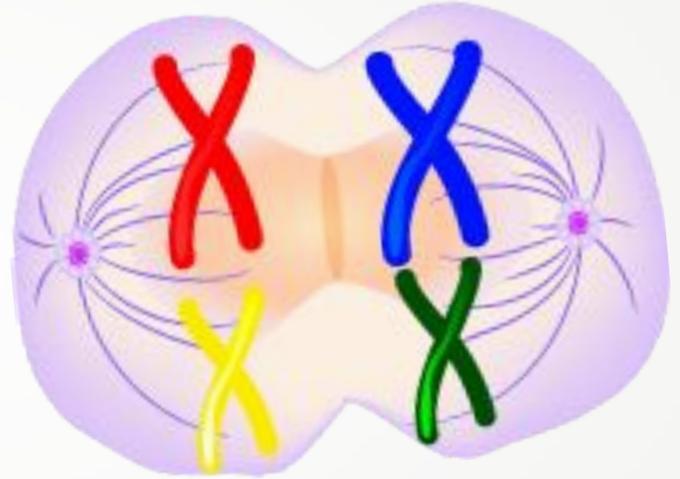
## Анафаза



**Редукция** — это уменьшение числа хромосом.

# Телофаза

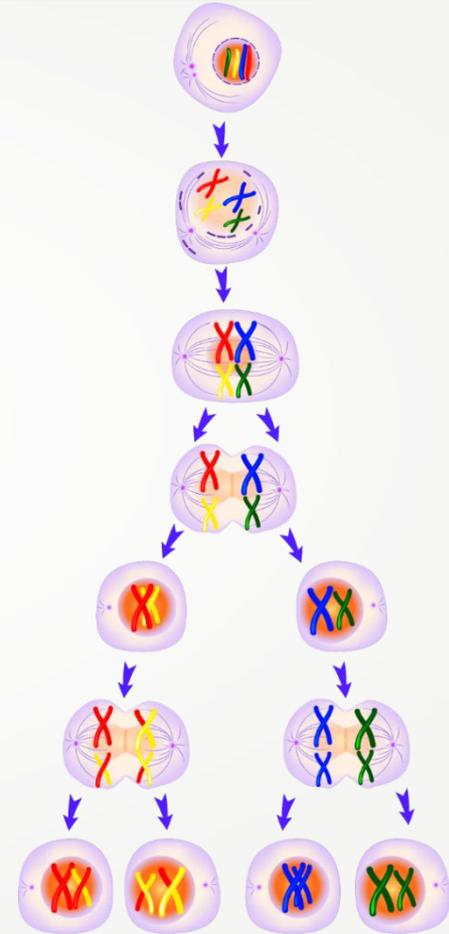
В телофазе I происходит образование двух дочерних клеток вследствие формирования ядер и деления цитоплазмы. Дочерние клетки гаплоидны.



# Интеркине

**Интеркинез** — промежуток времени между мейозом I и мейозом II.

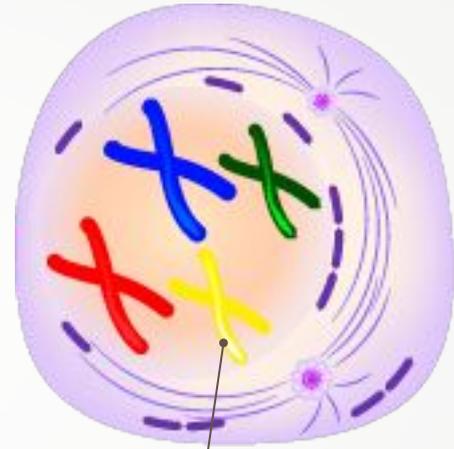
Он непродолжительный, репликации ДНК не происходит, и две дочерние клетки быстро вступают в стадию второго мейотического деления.



# Профаза

II

В профазе II происходит формирование хромосом, которые хаотически располагаются в цитоплазме клетки. Образовывается веретено деления.

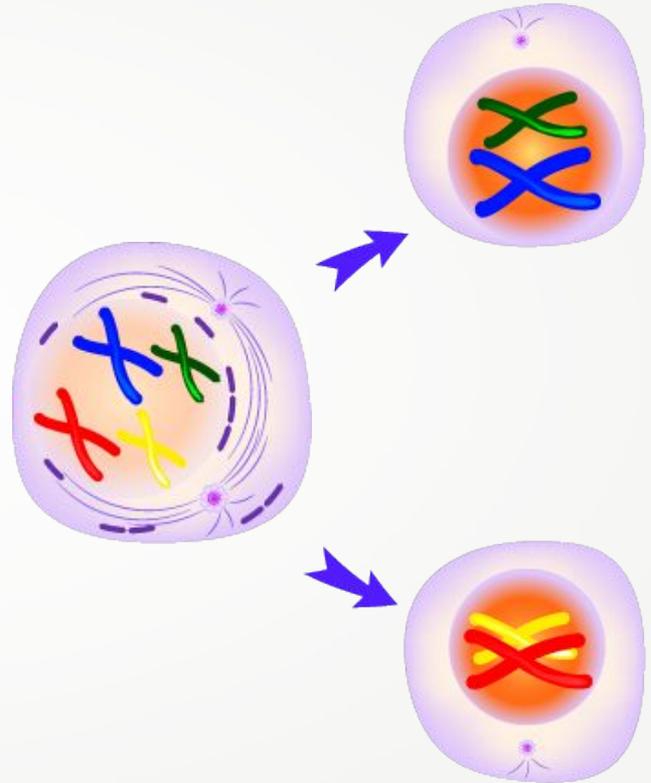


Хромосом  
а

# Метафаза

II

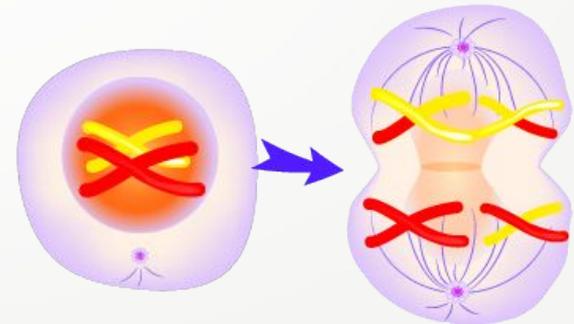
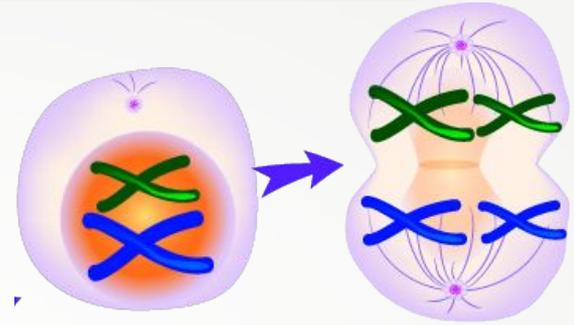
В метафазе II хромосомы располагаются в экваториальной плоскости клетки.



# Анафаза

II

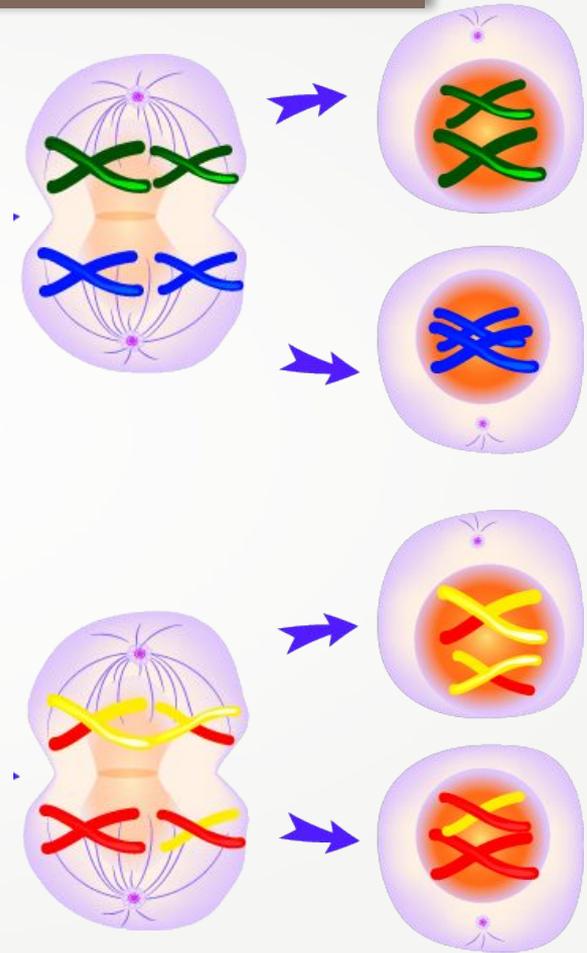
В анафазе II сестринские хроматиды каждой хромосомы расходятся к противоположным полюсам клетки.



# Телофаза

II

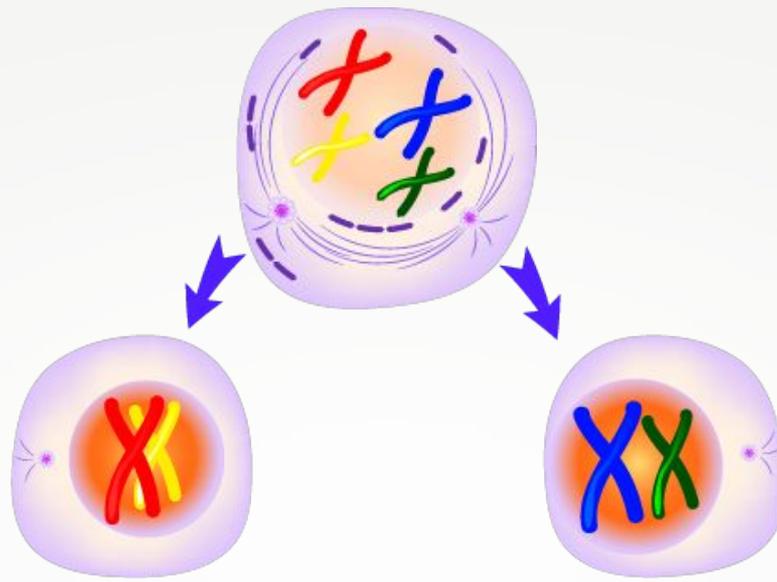
В телофазе II происходит формирование четырёх гаплоидных клеток.



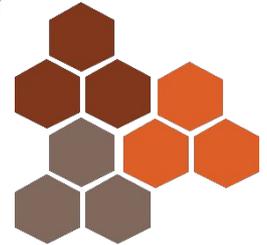
В результате кроссинговера на стадии профазы I и случайного отхождения хромосом и хроматид к одному или другому полюсу клетки в анафазе I и II происходит перераспределение генетического материала.



Кроссинговер



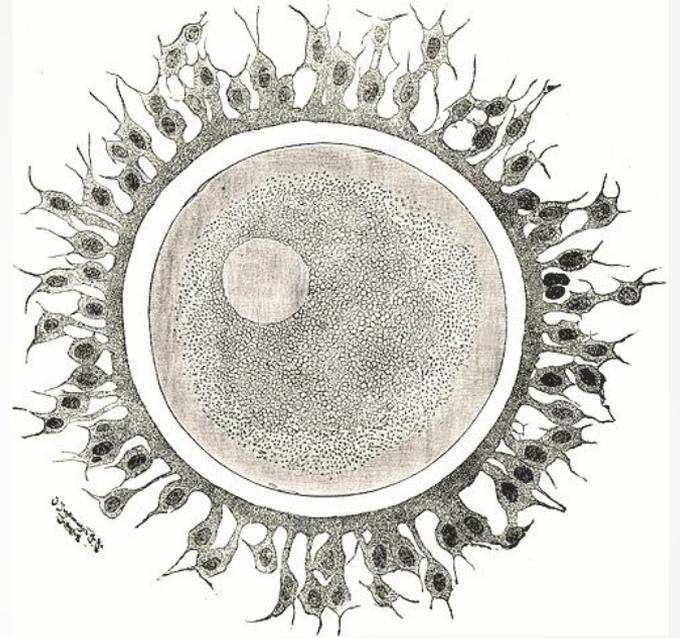
В каждую гаплоидную клетку  
> попадает по одной хромосоме  
из каждой пары хромосом  
материнской клетки.





**Оплодотворение** — это процесс слияния женской половой клетки (яйцеклетки) и мужской половой клетки (сперматозоида).

Оплодотворение активирует яйцо, оно переходит от состояния покоя к развитию — начинается деление зиготы. Зигота является диплоидной, так как она образовалась в результате слияния двух гаплоидных ядер. Из зиготы формируется диплоидный организм.



Зигота

Оплодотворение

```
graph TD; A[Оплодотворение] --> B[Наружное]; A --> C[Внутреннее]; A --> D[Двойное];
```

Наружное

Внутреннее

Двойное

# Наружное

## оплодотворение



Саламандра



Лягушка

# Наружное

## оплодотворение



Бабочка

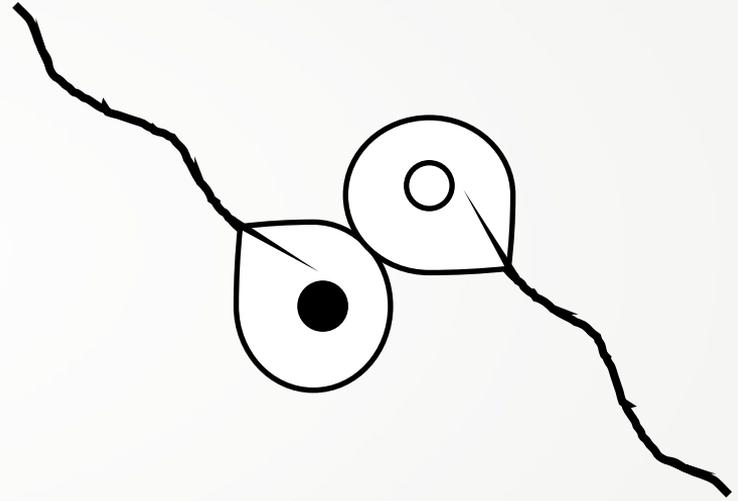


Пчела

# Наружное

## оплодотворение

При таком типе размножения выделяется большое количество гамет, потому что велика вероятность их гибели от неблагоприятных условий среды.



# Внутреннее оплодотворение



Круглые черви (нематоды)



Паук

# Внутреннее оплодотворение



Крокодил



Гремучая змея

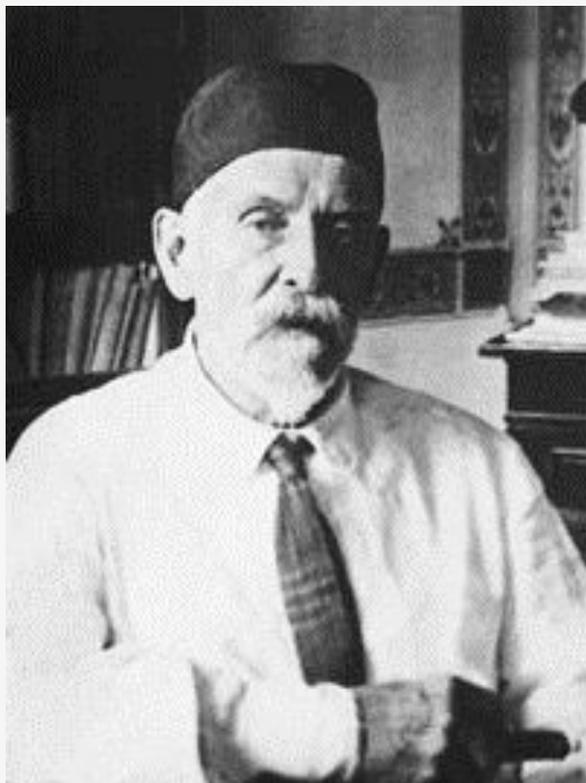
# Внутреннее оплодотворение



Чайка



Белка



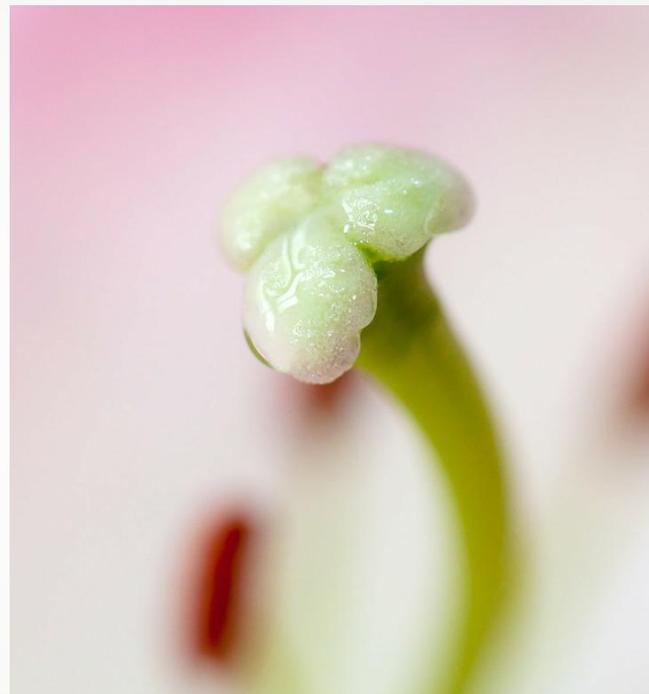
**С.Г.  
Навашин**

**1857-1930 гг.**

В 1898 году русский цитолог и эмбриолог Сергей Гаврилович Навашин открыл двойное оплодотворение, характерное только для цветковых растений.

# Двойное оплодотворение

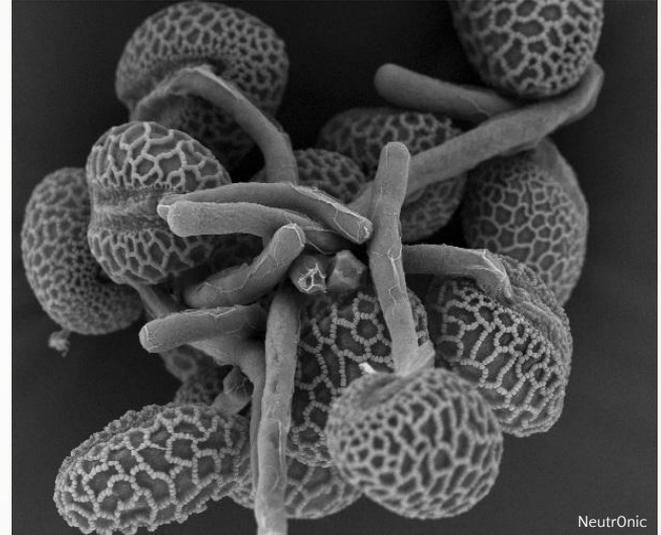
После переноса пыльцы из пыльников на рыльце пестика, пылинка начинает прорастать.



Пестик лилии

# Двойное оплодотворение

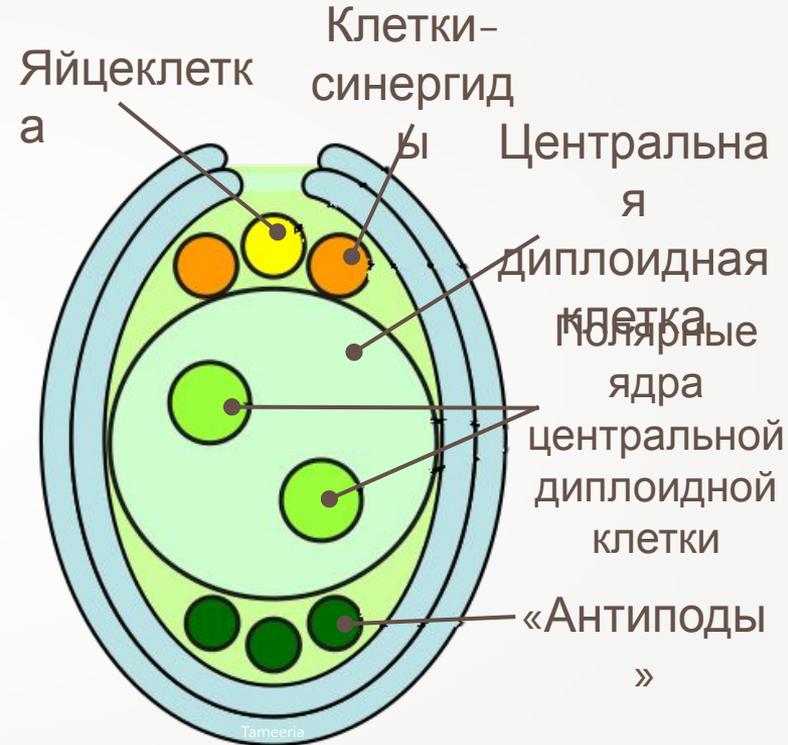
Веgetативная клетка помогает сформировать пыльцевую трубку, по которой движется генеративная клетка.



Пыльцевые трубки,  
проросшие в пыльце  
лилии

# Двойное оплодотворение

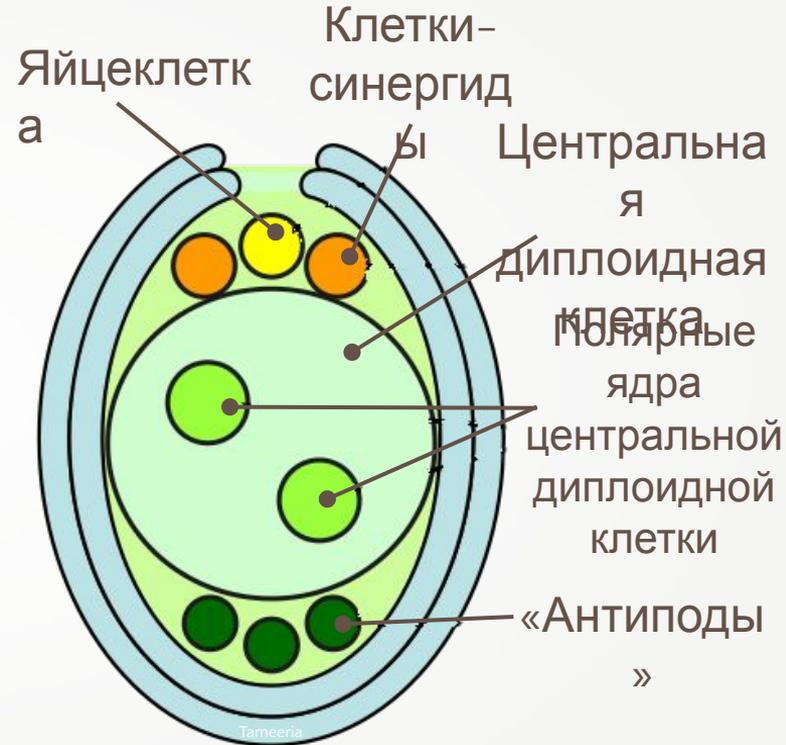
В зародышевый мешок в области пыльцевхода вырастает пыльцевая трубка, кончик которой разрывается, и спермии попадают внутрь зародышевого мешка.



Семязачаток  
с зародышевым  
мешком

# Двойное оплодотворение

Один спермий сливается с яйцеклеткой, так происходит оплодотворение и образуется зигота. Другой сливается с центральным ядром и формирует триплоидное ядро центральной клетки.



Семязачаток  
с зародышевым  
мешком

# Двойное оплодотворение

Из оплодотворённой яйцеклетки развивается зародыш, а из центральной клетки — вторичный эндосперм семени, который содержит питательные вещества.



Плод пастушьей сумки

# Двойное оплодотворение

Покровы семязачатка  
закладывают кожуру семени,  
стенки завязи — околоплодник.



Семена пастушьей  
сумки

Околоплодник выполняет защитную функцию семени, а также содействует их распространению.

