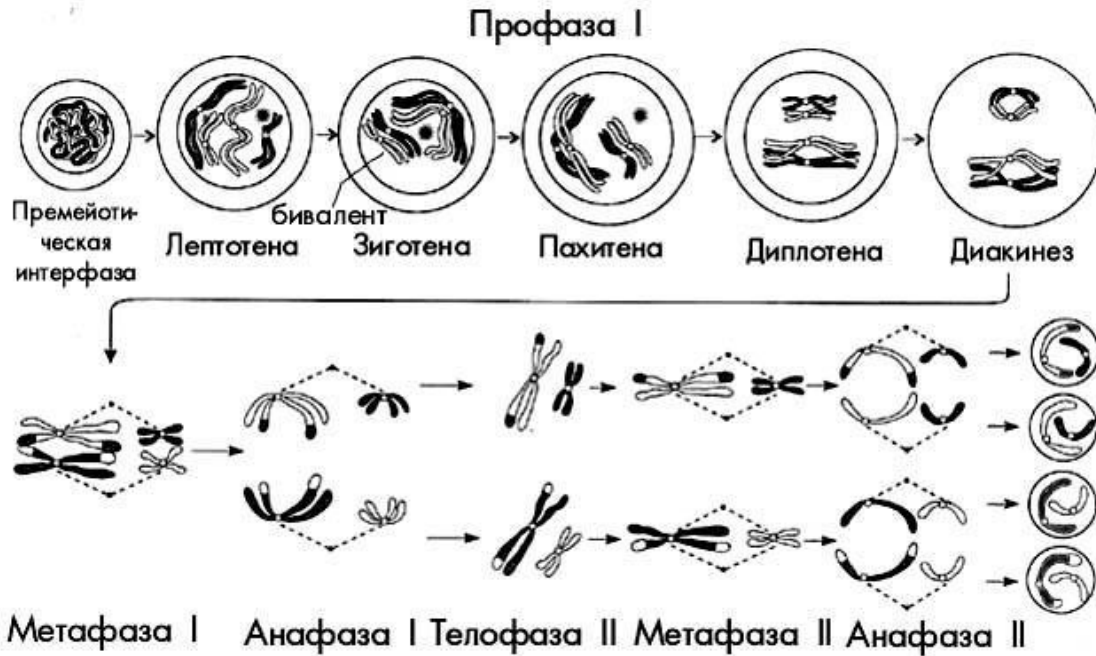




МЕЙОЗ

Шабанова Екатерина
Александровна

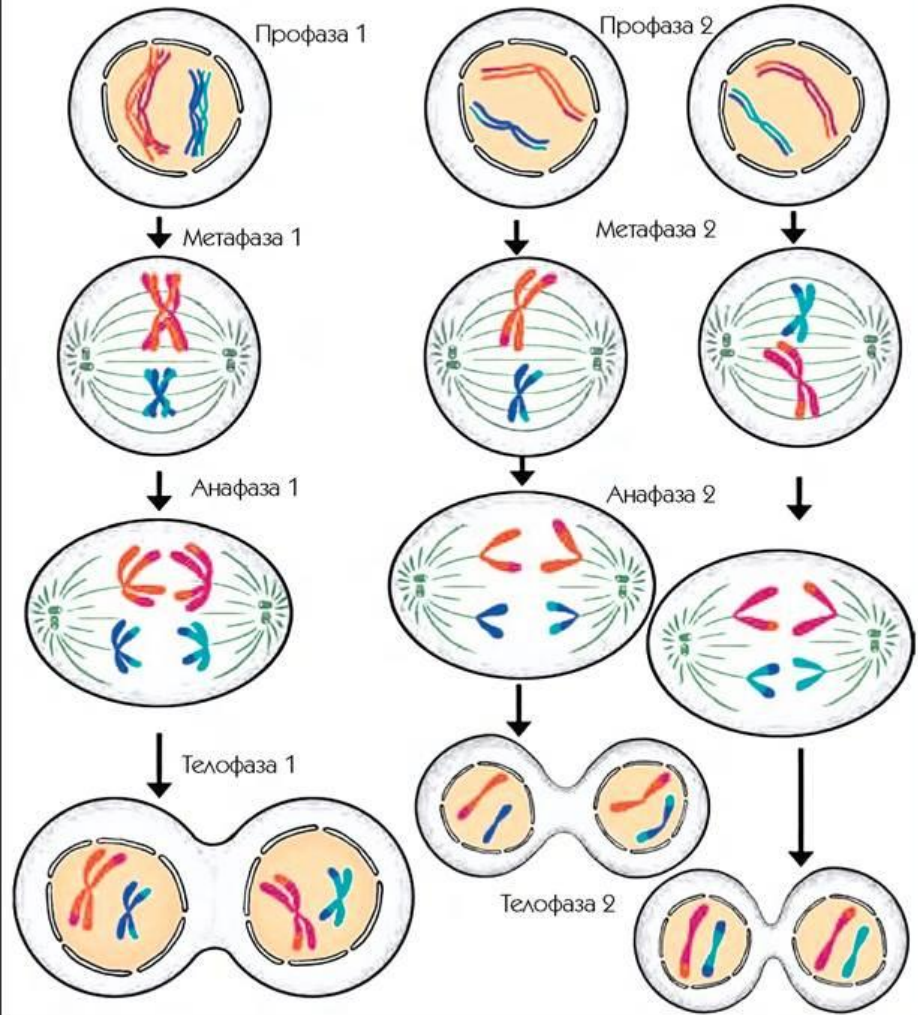
Образовательный центр Орион



Мейоз (от греч. meiosis – уменьшение) – особый тип деления клетки, при котором происходит кратное уменьшение (редукция) набора хромосом и переход клеток из диплоидного состояния в гаплоидное. Это один из этапов, предшествующих процессу полового размножения эукариотических организмов и лежащих в основе формирования половых клеток (гамет).

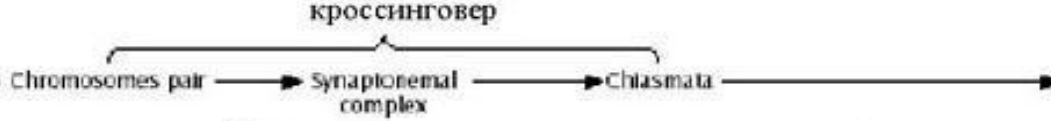
Первое деление мейоза

Второе деление мейоза



Мейоз состоит из двух следующих друг за другом делений, которым предшествует однократное удвоением ДНК: редукционного (мейоз I) и эквационного (мейоз II). В каждом делении выделяются по 4 фазы. Премейотическая интерфаза (интерфаза I) аналогична митотической. Удвоение ДНК (синтез сестринских хроматид) происходит в S-периоде клеточного цикла. Поэтому хромосомы, вступающие в процесс мейотического деления, так же как и в случае митоза, состоят из двух сестринских хроматид ($2n \cdot 2c$).

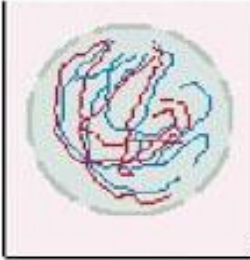
Профаза



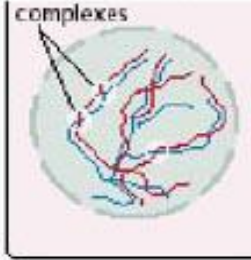
1
Лептотена



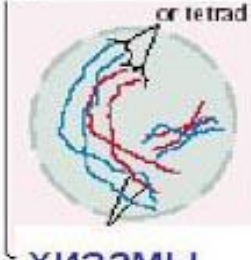
Зиготена



Пахитена



Диплотена



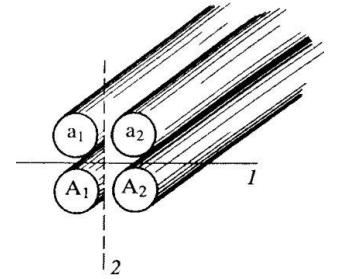
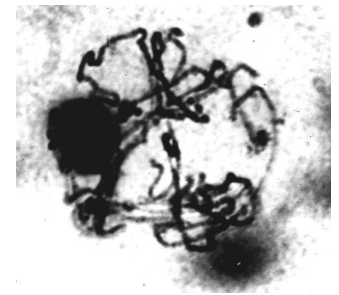
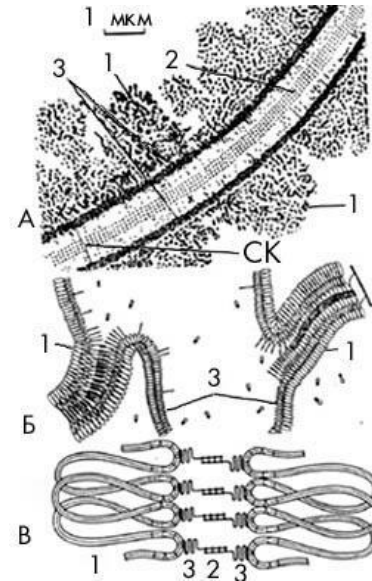
Диакинез



хиазмы

1. **Лептотена** – начало спирализации и уплотнения хромосом, которые становятся различимыми в ядре, приобретая нитевидную форму.

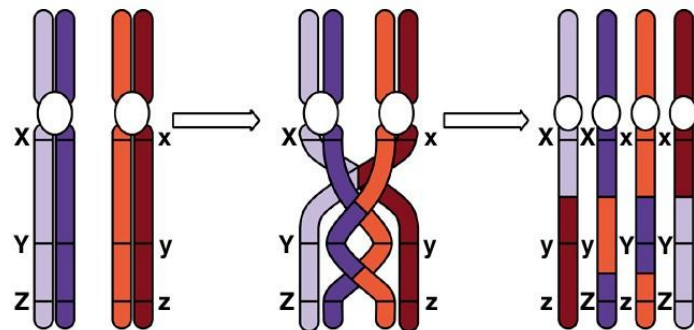
2. **Зиготена**. Основное событие – **конъюгация** (синапсис) гомологичных отцовских и материнских хромосом и образование **бивалентов**. В составе каждого бивалента хромосомы удерживаются с помощью специальной структуры – **синаптонемного комплекса** – белкового образования, которое закрепляет расположение гомологичных участков хромосом точно друг против друга.



Профаза



3. Пахитена - основное событие этой фазы – кроссинговер (от англ. crossing-over – перекрест) – перекрещивание и взаимный обмен гомологичными участками гомологичных хромосом (от отцовской к материнской и наоборот). механизма «разрыв и воссоединение» в ходе которых две несестринские хроматиды рвутся и затем воссоединяются в новом сочетании. Приводит к рекомбинации генетического материала между гомологичными хромосомами (перетасовке отцовских и материнских вариантов генов) и появлению в потомстве новых комбинаций признаков, отличающихся от родительских.

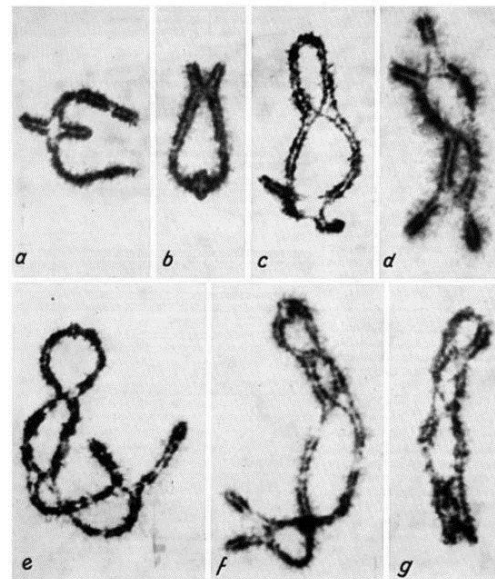


Профаза

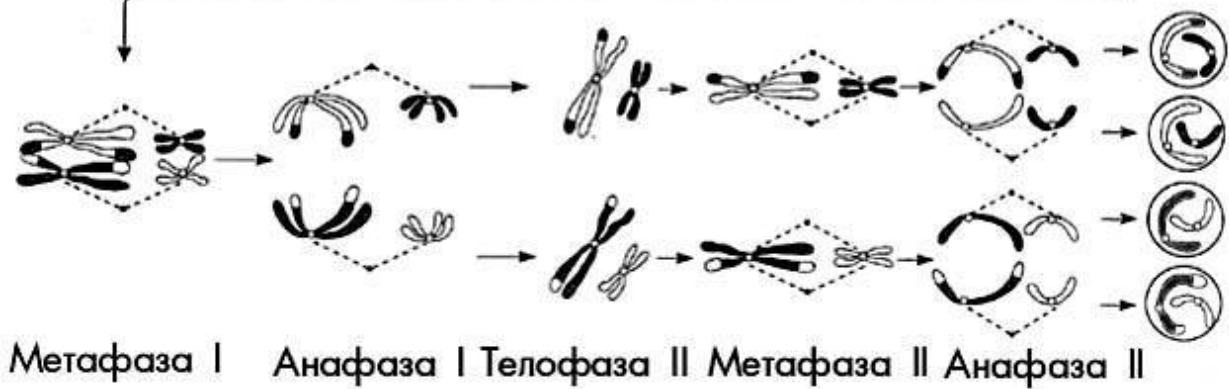


4. Диплотена – начало отталкивания гомологичных хромосом друг от друга в составе каждого бивалента, которое начинается в зоне центромер. При этом в точках перекреста (кроссинговера) видны хиазмы (зоны перекреста хроматид). Хиазмы свидетельствуют об обмене в биваленте участками гомологичных хромосом. Только в этих местах сохраняется СК. В разошедшихся местах он исчезает. Конденсация хромосом на этой стадии продолжается.

5. Диакинез – происходит максимальная конденсация хромосом, их укорачивание и утолщение, хиазмы перемещаются от центромер к концам хромосом (терминализация хиазм). Гомологичные хромосомы удерживаются в составе бивалентов благодаря хиазмам. К концу диакинеза разрушается ядерная оболочка, исчезают ядрышки, образуется веретено деления



Профаза I



Метафаза I (M_I) – биваленты располагаются в плоскости экватора, образуя метафазную пластинку. В отличие от митоза, нити веретена при- 80 крепятся к центромере (кинетохору) каждой из пары гомологичных хромосом лишь с одной стороны (со стороны полюса).



Фото Машкиной О.С.

Анафаза I (AI). В отличие от митоза центромеры не делятся. Соединенные ранее хиазмами концы гомологичных хромосом расходятся. К противоположным полюсам расходятся гомологичные хромосомы, входящие в состав каждого бивалента (но не сестринские хроматиды, как в митозе). Каждая хромосома по-прежнему состоит из двух хроматид. Происходит редукция (уменьшение) числа хромосом в два раза (n) по сравнению с родительской клеткой ($2n$). Причем, каждая материнская и отцовская хромосома имеют равновероятные возможности отойти к тому или иному полюсу, происходит независимое (свободное, случайное) расхождение гомологов каждого бивалента и различное их сочетание с хромосомами из разных пар. Это (наряду с кроссинговером) приводит к дополнительной рекомбинации генетического материала и является еще одной из причин генетического разнообразия формирующихся гамет.

Мейоз I

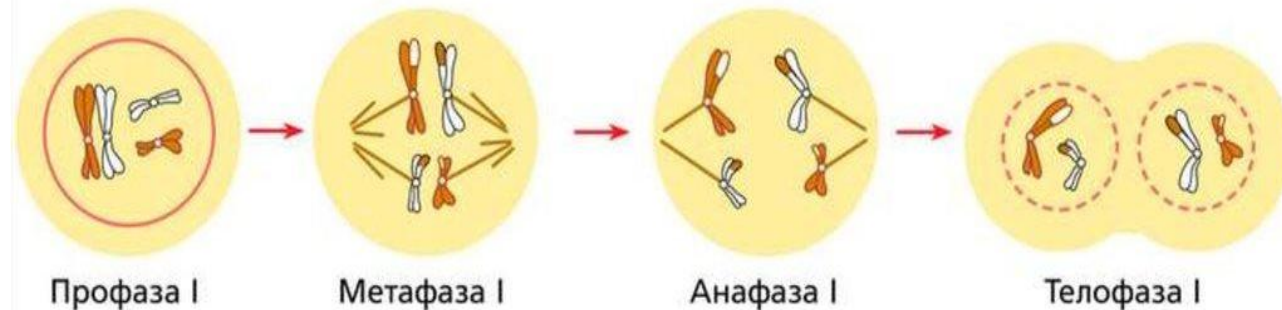


Фото Машкиной О.С.

Телофаза I (ТI). Происходит окончательное расхождение хромосом к полюсам. Хромосомы деконденсируются, удлиняются и вновь становятся неразличимыми, вокруг них формируется ядерная оболочка, образуются ядрышки. Нити веретена деления исчезают. В клетке формируется два гаплоидных ядра, которые могут различаться генотипически. У млекопитающих (в том числе и человека), однодольных растений (рожь, пшеница) происходит цитокинез и образуется две клетки, содержащие гаплоидный (половинный) набор хромосом. Каждая хромосома состоит из двух сестринских хроматид. У большинства двудольных цитокинез отсутствует и клетка остается двуядерной. Интеркнез (интерфаза между мейозом I и мейозом II) происходит быстро или отсутствует вовсе. В отличие от интерфазы мейоза I и митоза на этой стадии не происходит синтеза новой ДНК.

Мейоз I

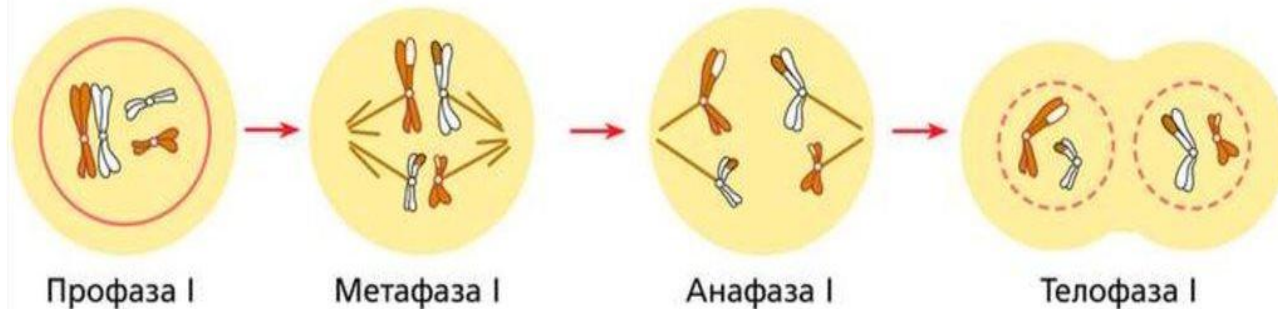


Фото Машкиной О.С.

Второе деление мейоза (мейоз II, эквационное деление) – происходит по типу митоза, но при гаплоидном наборе хромосом.

Профаза II (ПII) – часто проходит очень быстро. Хромосомы компактизируются, ядрышки и ядерная оболочка разрушаются, формируется веретено деления. **Метафаза II** (МII) – Хромосомы (состоящие из двух хроматид) выстраиваются в плоскости экватора. Нити веретена прикрепляются к центромерам (кинетохору). Образуется метафазная пластинка.

Мейоз II

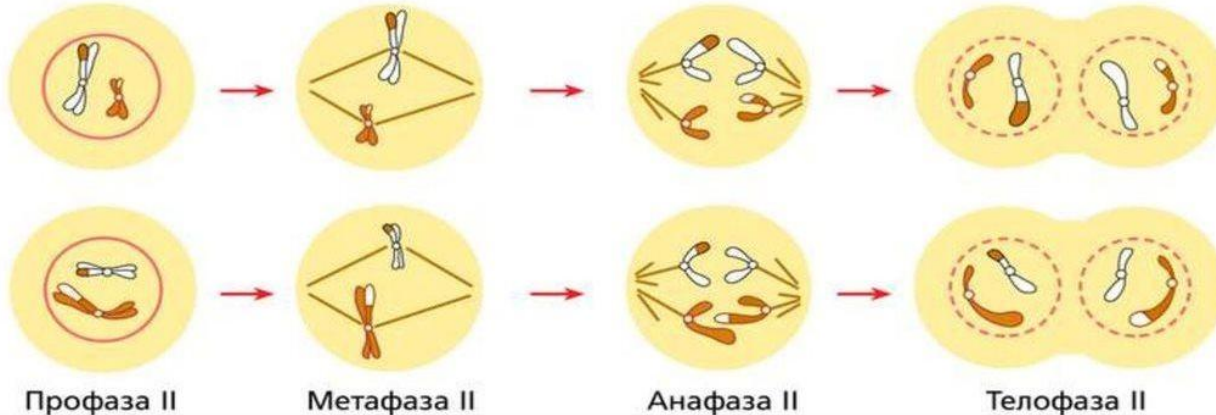


Фото Машкиной О.С.

Анафаза II (AII). Центромера каждой хромосомы продольно делится и сестринские хроматиды (став теперь самостоятельными однохроматидными хромосомами, содержащими по одной молекуле ДНК) расходятся к противоположным полюсам. Хроматиды могут быть неидентичными в результате произошедшего в первом делении кроссинговера. Число же хромосом у каждого полюса остается гаплоидным.

Телофаза II (TII) – Однохроматидные хромосомы деконденсируются, появляются ядрышки и ядерная оболочка, формируется четыре гаплоидных ядра, которые могут различаться генотипически. В клетке происходит

Мейоз II

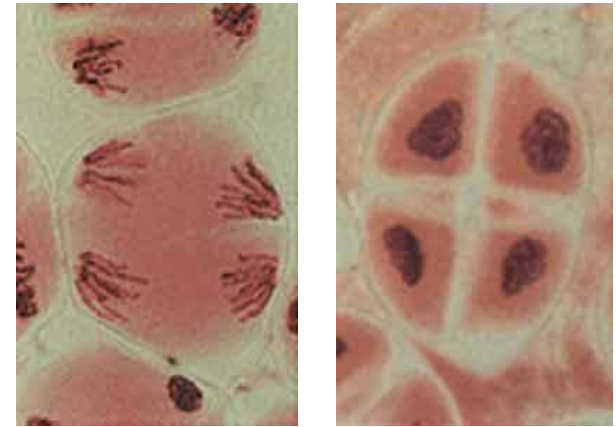
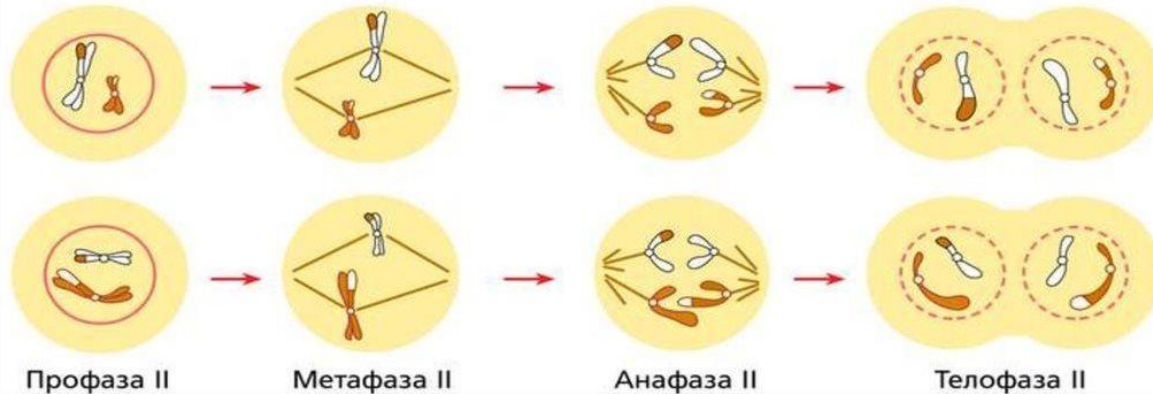
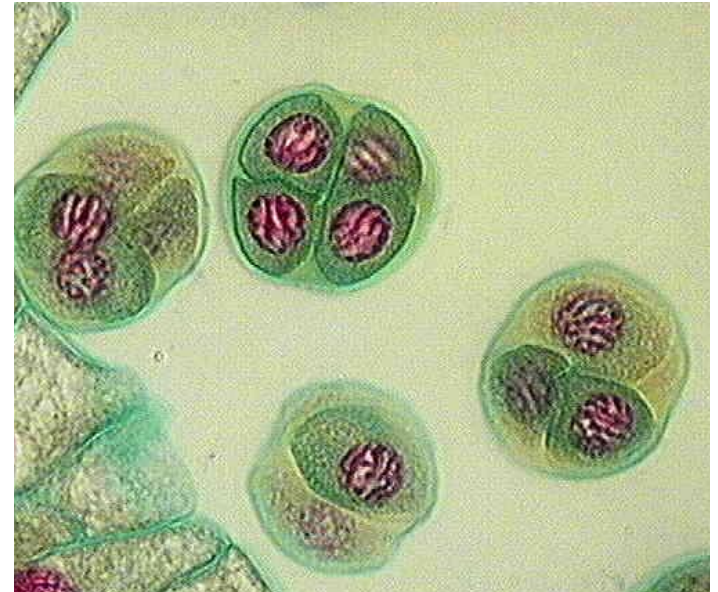


Фото Машкиной О.С.

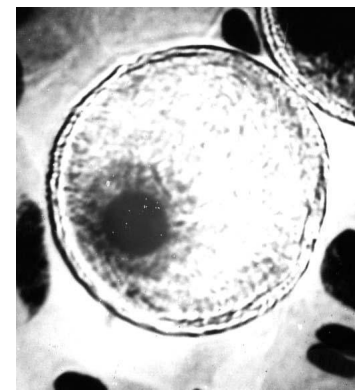
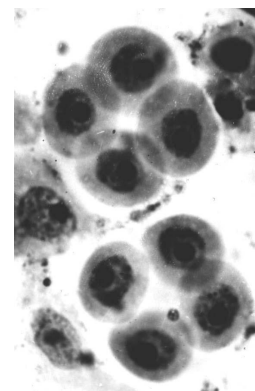
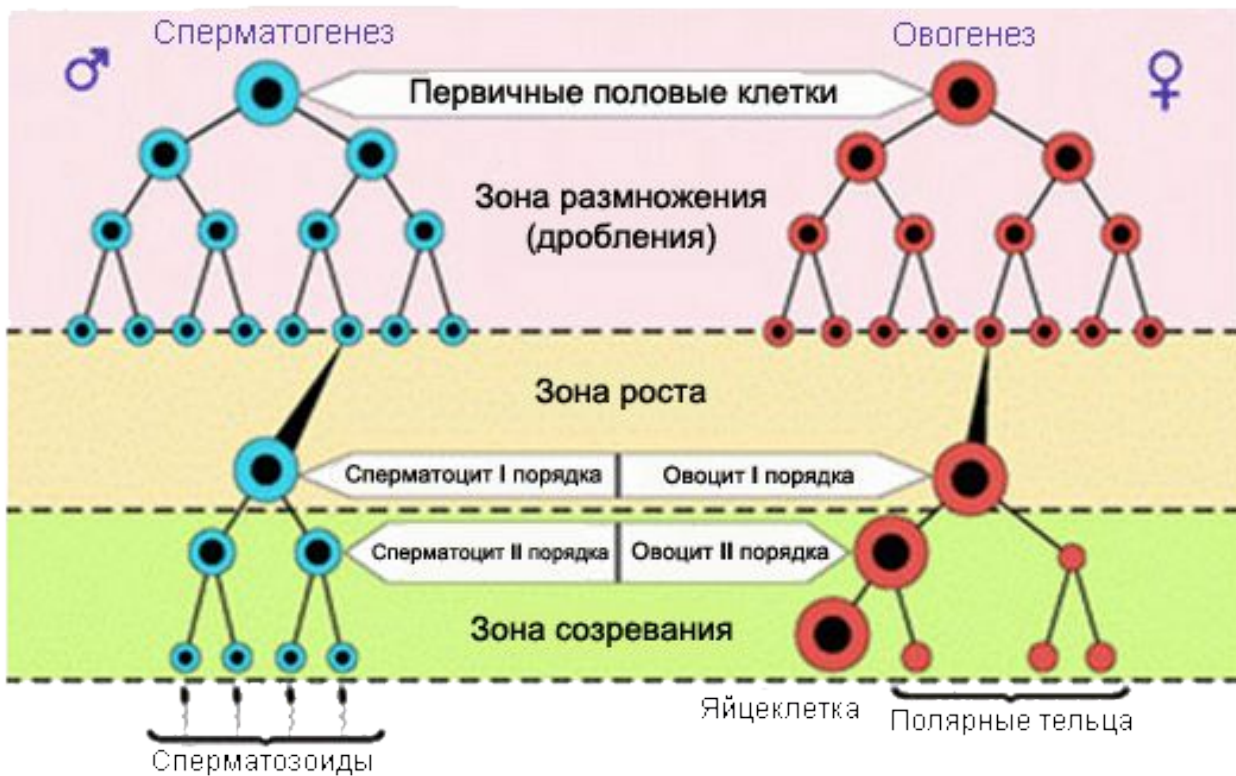
Заканчивается мейоз образованием четырех дочерних гаплоидных клеток (из каждой диплоидной материнской) с различным сочетанием отцовских и материнских хромосом. Это обеспечивает формирование у одного организма половых клеток (гамет) с равным по числу, но различным по составу набором хромосом, что приводит к генетическому разнообразию в потомстве. У животных клеток цитокинез происходит дважды: как в конце первого, так и второго деления мейоза. Дочерние клетки сразу теряют связь с друг другом и становятся независимыми. У некоторых растений при формировании микроспор (мужских спор) цитокинез, происходящий после первого деления мейоза, приводит к формированию диады – двух связанных с друг другом гаплоидных клеток, а после второго деления мейоза – тетрады, в которой четыре гаплоидные клетки окружены общей



БИОЛОГИЧЕСКИЙ СМЫСЛ (ЗНАЧЕНИЕ) МЕЙОЗА:

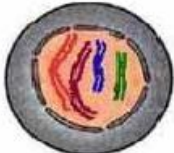

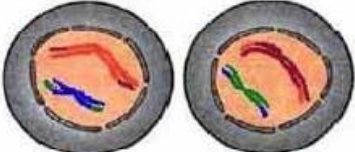
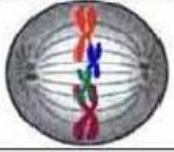

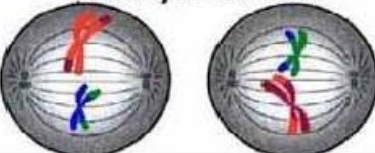


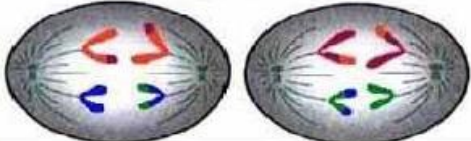



1. Поддержание видового постоянства числа хромосом при половом размножении (сохранение свойственного видам кариотипа). У организмов, размножающихся половым путем, в результате мейоза из одной исходной диплоидной клетки ($2n$) образуются четыре дочерние с гаплоидным (n) набором хромосом, из которых развиваются половые клетки (гаметы). При оплодотворении гаметы сливаются, образуя зиготу, в которой восстанавливается диплоидный набор хромосом, свойственный данному виду. Если бы не было механизма, обеспечивающего уменьшение числа хромосом в два раза, то в каждом последующем поколении диплоидный набор возрастал бы вдвое.
2. Продуцирование генетически разнообразных (неравнозначных) гамет и создание генетического разнообразия в потомстве. То есть мейоз – основа наследственной (комбинативной) изменчивости. Это обусловлено следующим: а) в процессе кроссинговера происходит перераспределение (рекомбинация) генетического материала между гомологичными хромосомами; б) в анафазе I происходит независимое расхождение хромосом, входящих в биваленты (материнских и отцовских), т. е. и в AI происходит перекомбинация генетического материала. Случайное и различное сочетание мужских и женских гамет при оплодотворении также обеспечивает

Гаметогенез у человека



Тетрада и одноядерное пыльцевое зерно.
Фото Машкиной О.С.

(n - набор хромосом = 2; c - количество ДНК в хромосоме)

Митоз	Мейоз	
	<i>Первое деление</i>	<i>Второе деление</i>
ПРОФАЗА $2n4c$ 	Профаза I $2n4c$ 	Профаза II $1n2c$ 
МЕТАФАЗА $2n4c$ 	Метафаза I $2n4c$ 	Метафаза II $1n2c$ 
АНАФАЗА $4n4c$ 	Анафаза I $2n4c$ 	Анафаза II $2n2c$ 
ТЕЛОФАЗА $2n2c$ 	Телофаза I $1n2c$ 	Телофаза II $1n1c$ 

ВОПРОСЫ?