

**Тема: «Репродукция живого.  
Нуклеиновые кислоты, их роль  
в биосинтетических процессах  
и репродукции. Амитоз, митоз,  
мейоз. Гаметогенез».**

- **Репродукция на доклеточном и клеточном уровнях жизни:** *редупликация ДНК, амитоз, митоз, мейоз.*
- **Размножение многоклеточных :**  
***БЕСПОЛОЕ** (простое деление, множественное деление ядра-шизогония, почкование, спорообразование, вегетативное.*

- *ПОЛОВОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ:  
конъюгация, копуляция, гаметогония,  
партеногенез.*
- Половое размножение более совершенно по сравнению с бесполом, т.к. при этом образуется большое количество половых клеток и при их образовании происходит перекомбинирование генетического материала, что обеспечивает новое качественное состояние признаков у потомков.

- **Амитоз**, прямое деление ядра клетки. **Амитоз** впервые был описан немецким биологом Р. Ремаком (1841);
- При **Амитозе**- ядерная оболочка и ядрышки не разрушаются, веретено деления в ядре не образуется, **хромосомы** остаются в рабочем (деспирализованном) состоянии т.е . хромосомы не выявляются и равномерного распределения их не происходит. Ядро делится на две относительно равные части без образования ахроматинового аппарата. На этом деление может закончиться, и возникает двухядерная клетка; иногда перешнуровывается и цитоплазма. При повторных **Амитозах** могут образовываться многоядерные клетки.
- Обычно **Амитоз** следует за **эндомитозом**.

# **МИТОЗ**, митотическое или непрямоe деление соматических клеток.

- **ЖЦК** – жизненный цикл клетки включает стадии (фазы):
- **ИНТЕРФАЗА**, её периоды: пресинтетический ( $G_1$ ), синтетический (S) и постсинтетический ( $G_2$ );
- **ПРОФАЗА**;
- **МЕТАФАЗА**;
- **АНАФАЗА**;
- **ТЕЛОФАЗА**



**ранняя**



### ПРОФАЗА

**поздняя**



### МЕТАФАЗА



**ранняя**



**поздняя**



### ТЕЛОФАЗА



### ЦИТОКИНЕЗ



- Ядро увеличивается в размерах;
- Хромосомы не спирализованы – представлены в виде хроматина;
- К концу интерфазы хромосомы спирализуются, и поэтому становятся видны хромосомные нити.

- присутствует ядрышко;
- присутствует ядерная оболочка;
- видны хромосомные нити.

- исчезает ядрышко;
- исчезает ядерная оболочка;
- видны спирализованные хромосомные нити;
- центриоли расходятся к полюсам.

- хромосомы максимально спирализованы;
- хромосомы располагаются в центре экватора клетки, в одной плоскости;
- центриоли формируют митотическое веретено;
- нити веретена деления прикрепляются к центромерам хромосом.

- центромеры хромосом делятся;
- нити веретена деления растягивают
- сестринские хроматиды каждой хромосомы
- к противоположным полюсам клетки.

- хромосомы претерпевают деспирализацию, расплетаются;
- контуры хромосом теряют свою четкость;
- митотическое веретено разрушается;
- восстанавливается ядерная оболочка;
- появляются ядрышки.

- из фрагмопласта веретена деления формируется клеточная стенка, которая делит все содержимое
- цитоплазмы на две равные части;
- митоз заканчивается.



## ПРОФАЗА

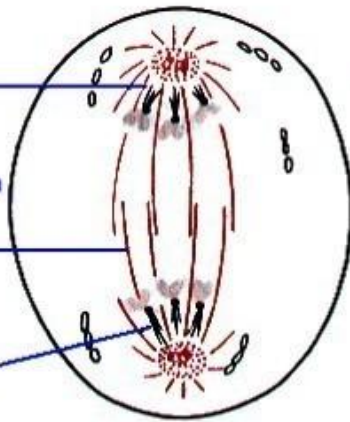


↓ ЯДЕРНАЯ ОБОЛОЧКА РАСПАДАЕТСЯ

## ПРОМЕТАФАЗА

## АНАФАЗА

Кинетохорные микротрубочки укорачиваются, по мере того как хроматида движется к полюсу  
Удлиняющаяся полюсная микротрубочка  
Укорачивающаяся кинетохорная микротрубочка



↑ ↓  
Полюсы раздвигаются

↓ ЯДЕРНАЯ ОБОЛОЧКА ВОССТАНАВЛИВАЕТСЯ

## ТЕЛОФАЗА

## МЕТАФАЗА

Хромосомы образуют метафазную пластинку посередине между полюсами



Полюс веретена

Полюсная микротрубочка

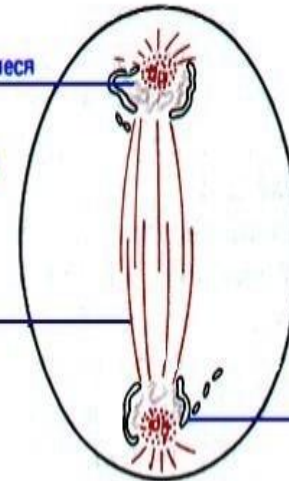
↓ ВНЕЗАПНОЕ РАЗДЕЛЕНИЕ СЕСТРИНСКИХ КИНЕТОХОРОВ

## АНАФАЗА

## ТЕЛОФАЗА

Деконденсирующиеся хромосомы (хроматиды) без кинетохорных микротрубочек

Полюсная микротрубочка



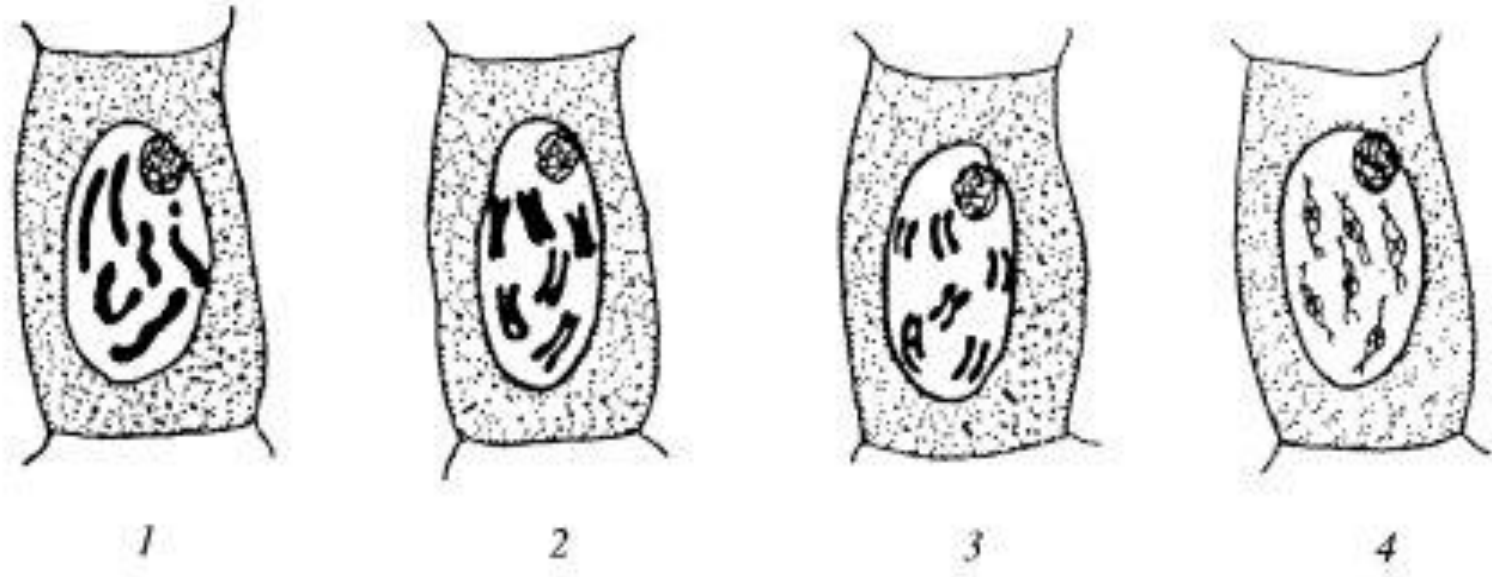
Вокруг отдельных хромосом вновь образуется ядерная оболочка

↓ БОРОЗДА ДЕЛЕНИЯ ПЕРЕТЯГИВАЕТ КЛЕТКУ НАДВОЕ

## ЦИТОКИНЕЗ

# ЭндоМИТОЗ

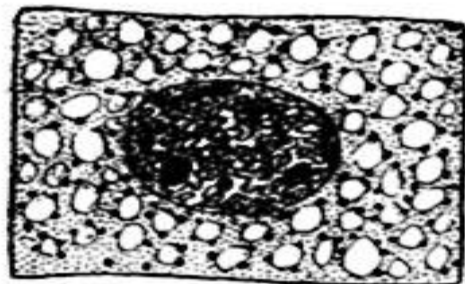
- **Эндомитоз** (гр. endon - внутри). При эндомитозе после репродукции хромосом деления клетки не происходит. Это приводит к увеличению числа хромосом иногда в десятки раз по сравнению с диплоидным набором, т. е. приводит к возникновению полиплоидных клеток. Эндомитоз встречается в, интенсивно функционирующих клетках различных тканей, например в клетках печени.



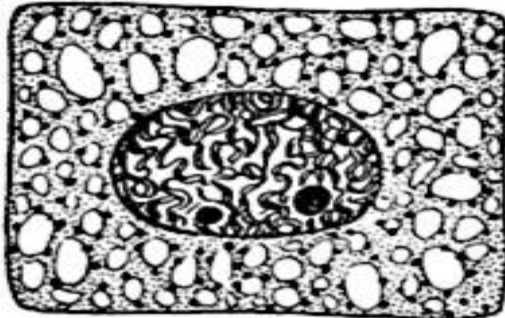


# Мейоз

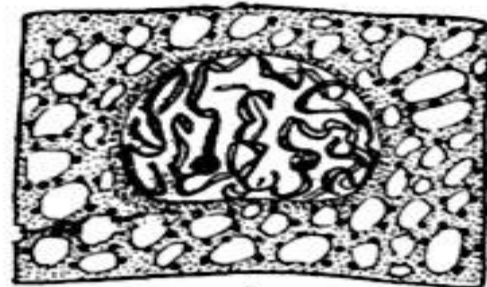
- Мейоз происходит во время гаметогенеза. Состоит из двух делений мейоз1и мейоз 2.
- **Интерфаза 1**
- В интерфазе 1 происходит удвоение количества хромосомного материала путем редупликации молекул ДНК ( $2n4c$ ).
- **Первое деление мейоза (редукционное деление, или мейоз I).** Сущность редукционного деления заключается в уменьшении числа хромосом в два раза: из исходной диплоидной клетки образуется **две клетки с набором  $n2c$**
- **Профаза 1** (профаза первого деления) состоит из ряда стадий:
- **Лептотена** (стадия тонких нитей). Хромосомы видны в световой микроскоп в виде клубка тонких нитей, на которых видны утолщения – хромомеры



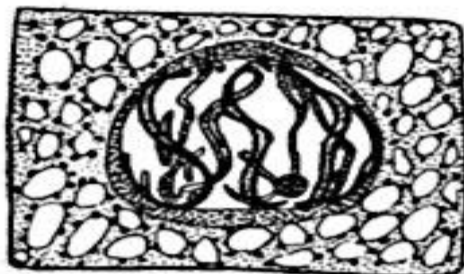
1



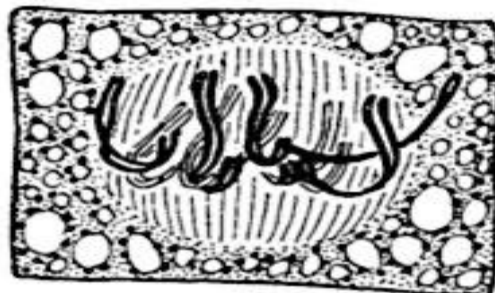
2



3



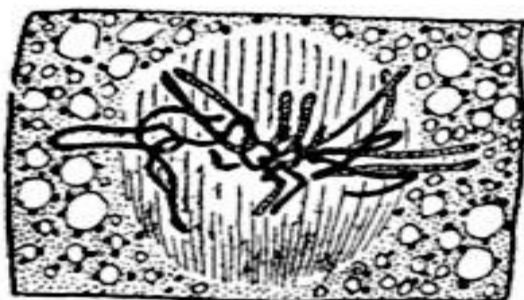
4



5



6



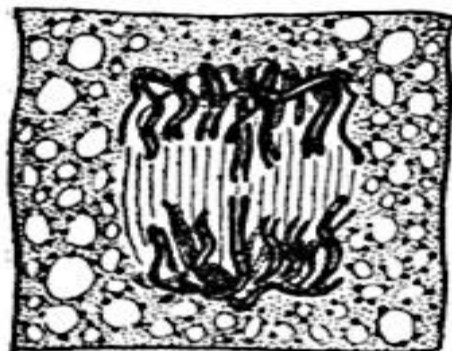
7



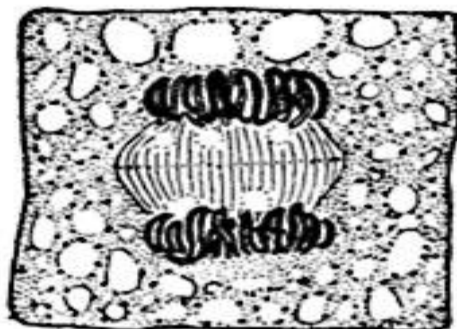
8



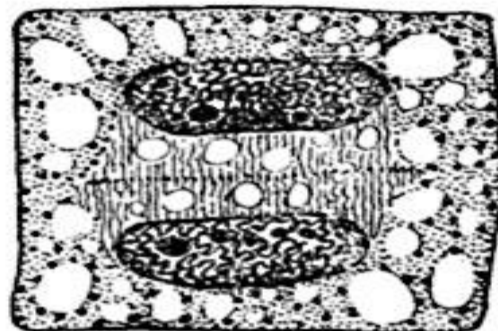
9



10



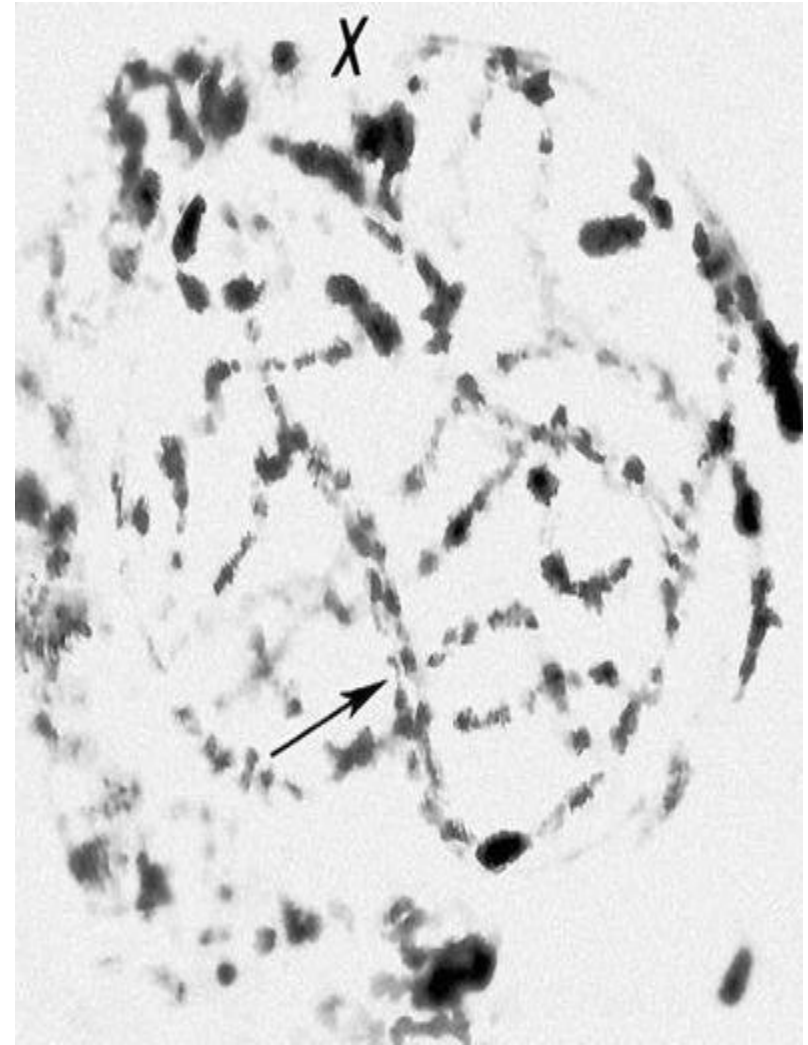
11



12

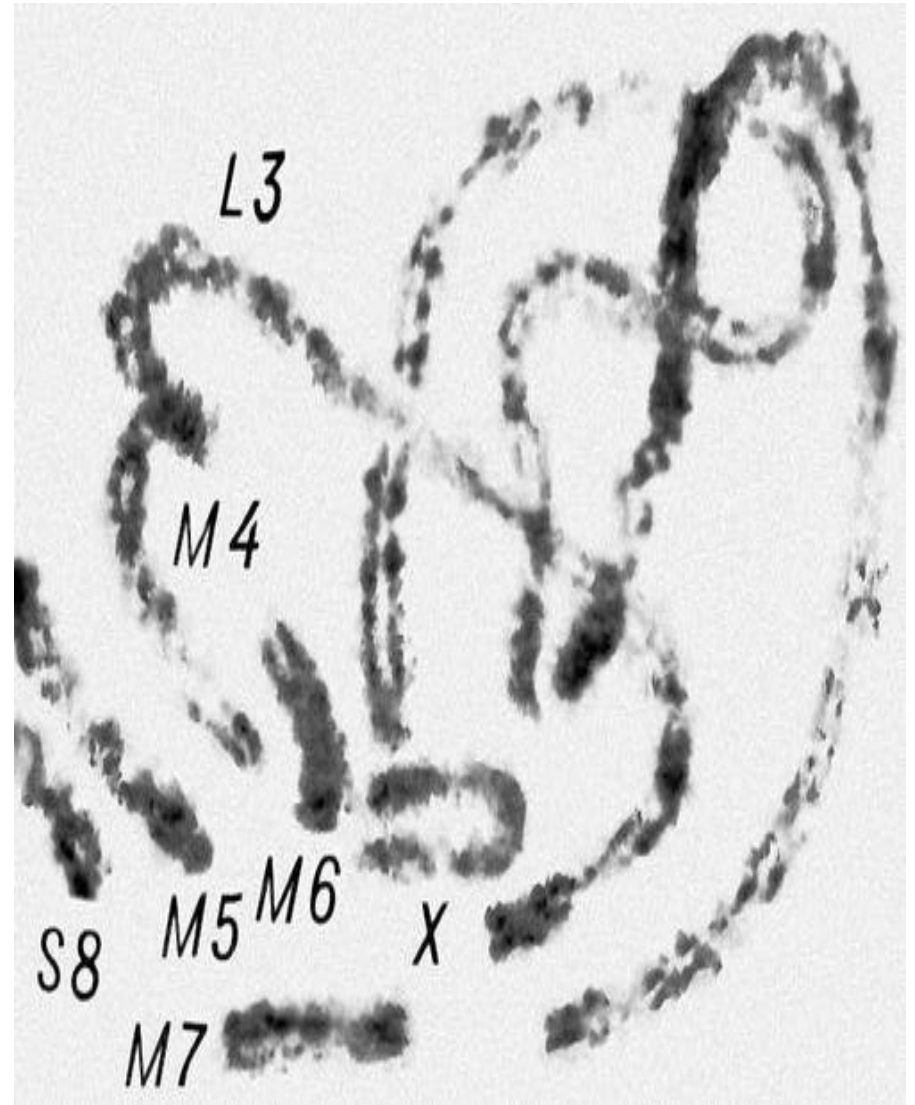
# Продолжение мейоза

- **Зиготена** (стадия сливающихся нитей). Происходит *конъюгация гомологичных хромосом* (от лат. *conjugatio* – соединение, спаривание, временное слияние). При конъюгации образуются *биваленты*. Количество бивалентов равно гаплоидному числу хромосом. Гомологи удерживаются друг около друга с помощью белковых комплексов.



## Продолжение мейоза

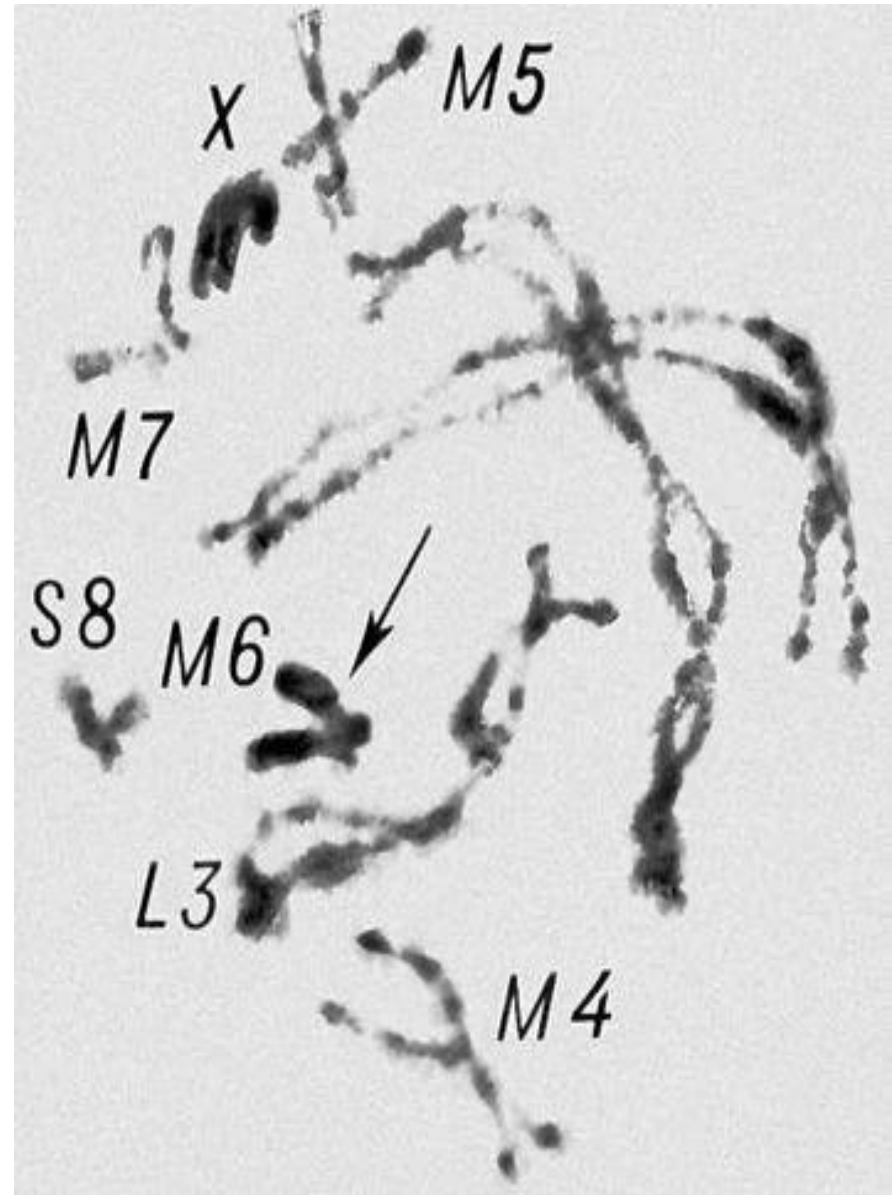
- **Пахитена** (стадия толстых нитей). Хромосомы спирализуются, хорошо видна их продольная неоднородность. Происходит **кроссинговер** – перекрест хромосом, в результате которого они обмениваются участками хроматид.





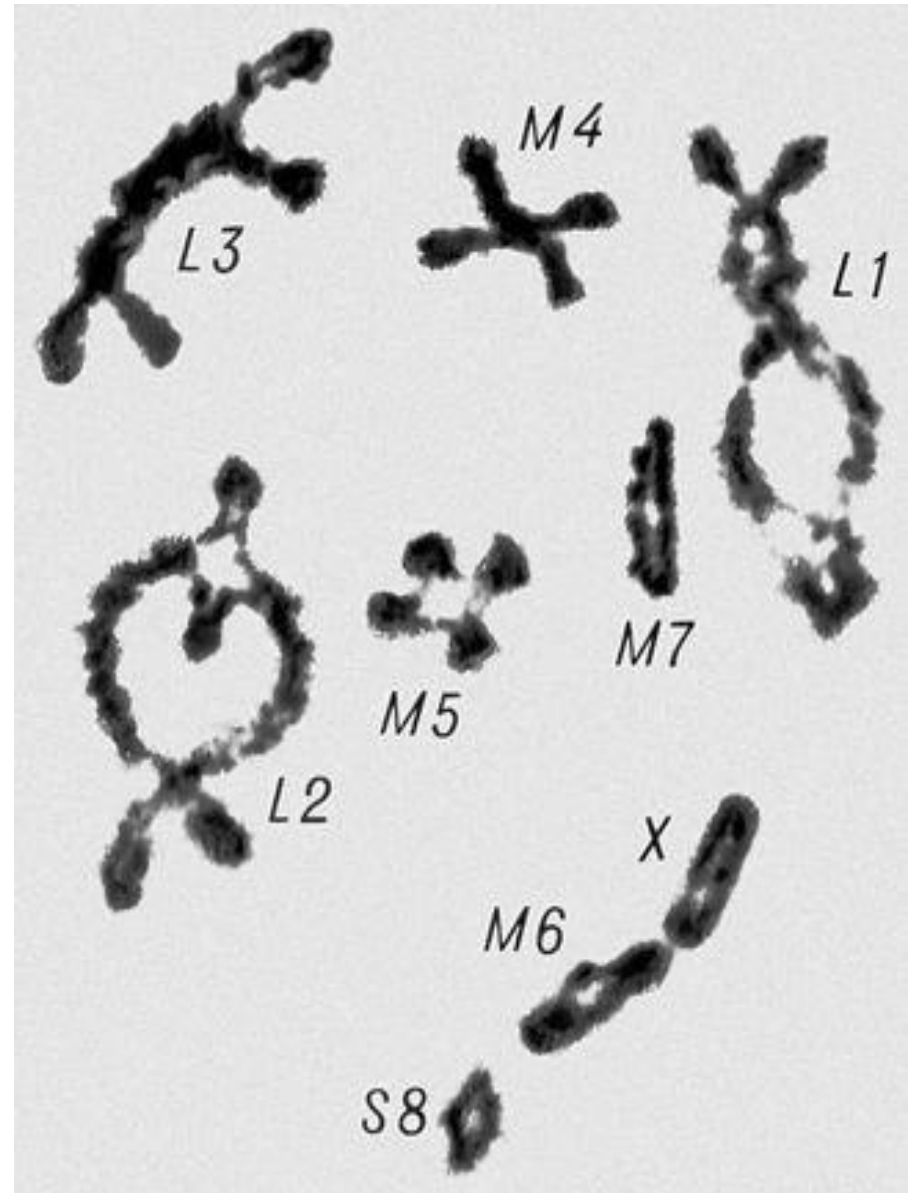
## Продолжение мейоза

- **Диплотена** (стадия двойных нитей). Гомологичные хромосомы в бивалентах отталкиваются друг от друга. Они соединены в отдельных точках, которые называются **хиазмы** (от древнегреч. буквы  $\chi$  – «хи»).



# Завершение мейоза

- **Диакинез.**
- Отталкивание гомологичных хромосом продолжается, но они удерживаются вместе лишь в отдельных точках хиазм, приобретая причудливую форму колец, крестов и т.д. На этой стадии хромосомы максимально спирализованы, укорочены, утолщены.

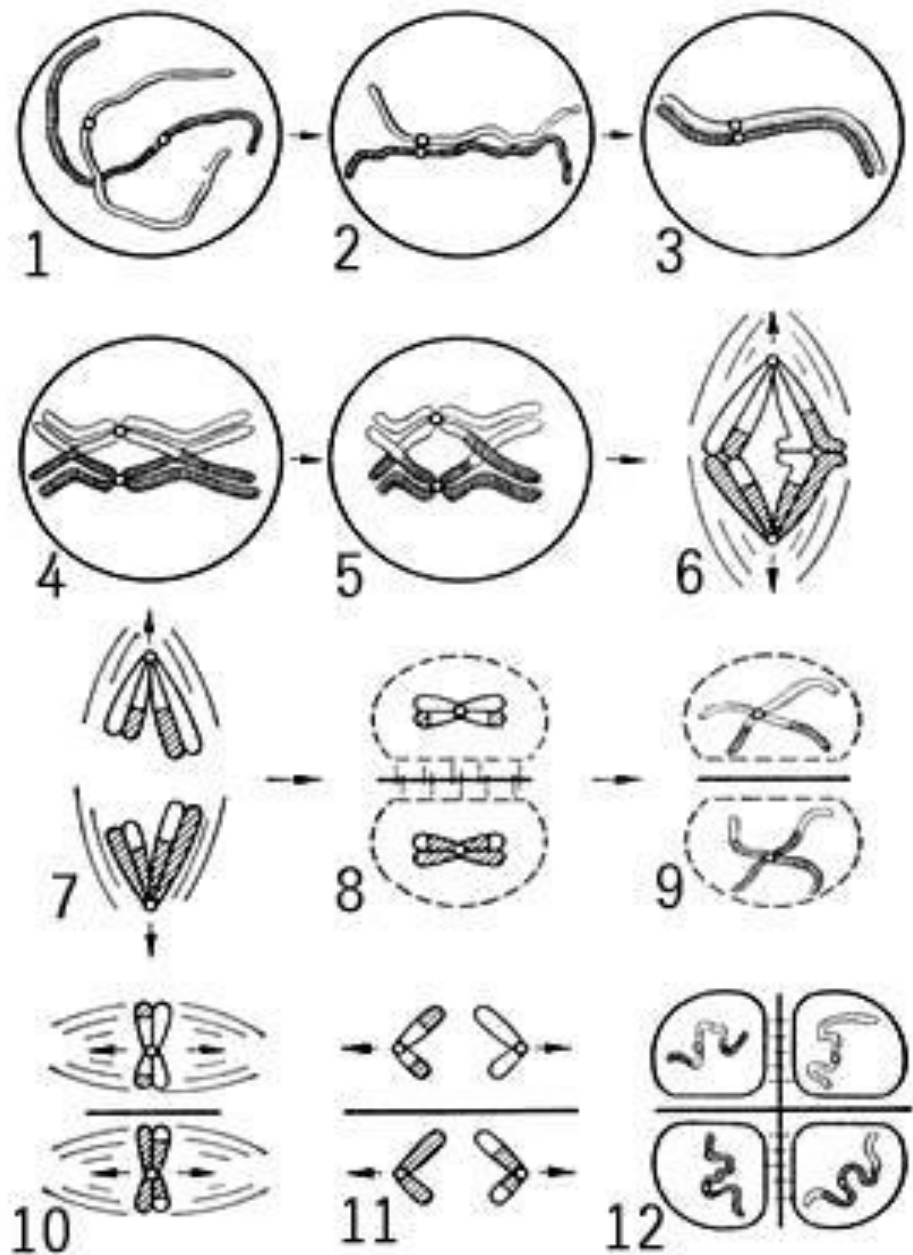




- **Метафаза I** (*метафаза первого деления*)
- Спирализация хромосом достигает наибольшей степени. Они перемещаются в области экватора. *Метафаза I* заканчивается формированием веретено деления. Далее биваленты располагаются в направлении к противоположным полюсам и отталкиваются друг от друга.
- **Анафаза I** (*анафаза первого деления*)
- Начинают расходиться к полюсам не хроматиды, а целые гомологичные хромосомы каждой пары, так как в отличие от митоза центромера не делится и хроматиды не разъединяются. Отличие митоза от мейоза.
- **Телофаза I** (*телофаза первого деления*)
- Гомологичные двуххроматидные хромосомы полностью расходятся к полюсам клетки. Формируются два гаплоидных ядра n2c. В большинстве случаев (но не всегда) телофаза I сопровождается цитокинезом.

# Схема поведения хромосом на стадиях мейоза

- 1 — лептотена;
- 2 — зиготена;
- 3 — пахитена;
- 4 — диплотена;
- 5 — диакинез;
- 6 — метафаза I;
- 7 — анафаза I;
- 8 — телофаза I;
- 9 — интеркинез;
- 10 — метафаза II;
- 11 — анафаза II;
- 12 — телофаза II.



- **Интерфаза 2**
- Отличается от интерфазы 1 тем, что не происходит репликации ДНК,
- **Второе деление мейоза (эквационное деление, или мейоз II).** Сущность эквационного деления заключается в образовании 4 гаплоидных клеток с набором пс.
- **Профаза II, Метафаза II, Анафаза II** (см. митоз).
- **Телофаза II** (телофаза второго деления).  
Однохроматидные хромосомы полностью переместились к полюсам клетки, формируются ядра. Содержание ДНК в каждой из клеток составляет 1с.
- **Биологическое значение мейоза** заключается в поддержании постоянства числа хромосом при наличии полового процесса. Кроме того, вследствие кроссинговера происходит рекомбинация – появление новых сочетаний наследственных задатков в хромосомах. Мейоз обеспечивает также комбинативную изменчивость – появление новых сочетаний наследственных задатков при дальнейшем оплодотворении.

# Размножение организмов

- **Бесполое:** спорообразование; вегетативное размножение, деление на двое, множественное деление, почкование, полиэмбриония, фрагментация.
- **Половое:**
  - У одноклеточных:** копуляция, конъюгация.
  - У многоклеточных:** без оплодотворения (партеногенез), с оплодотворением.
  - Копуляция** (малярийный плазмодий).  
Одноклеточные организмы модифицируются в половые клетки.
  - Конъюгация-** это половой процесс приводящий к рекомбинации генов. При этом не происходит образование половых клеток.
  - Партеногенез-** яйцеклетка начинает дробиться и развивается в новую особь без слияния со сперматозоидом, т.е без оплодотворения.

# **Классификация яйцеклеток по количеству желтка:**

- **алецитальные** (безжелтковые), характерны для плацентарных млекопитающих и для человека.
- **олиголецитальные или изолецитальные** (маложелтковые), характерны для хордовых, двустворчатых и брюхоногих моллюсков.
- **мезолецитальные или телолецитальные** (со средним количеством желтка), характерны для рыб, земноводных, пресмыкающиеся и птиц
- **полилецитальные или центролецитальные** (многожелтковые), характерны для членистоногих

## Сравнительная характеристика ДНК и РНК.

Признаки	РНК	ДНК
1.Нахождение в клетке	Ядро, митохондрии, рибосомы, хлоропласты.	Ядро, митохондрии, хлоропласты.
2.Нахождение в ядре	Ядрышко	Хромосомы
3.Строение макромолекулы	Одинарная полинуклеотидная цепочка, кроме вирусов.	Двойная, свёрнутая, правозакрученная спираль (Дж. Уотсон и Ф. Крик в 1953 г. Нобелевская премия)
4.Состав нуклеотида	1.Азотистое основание( А – аденин, У – урацил, Г – гуанин, Ц – цитозин). 2.Углевод рибоза. 3.Остаток фосфорной кислоты	1.Азотистое основание ( А – аденин, Т – тимин, Г – гуанин, Ц – цитозин). 2.Углевод дезоксирибоза. 3.Остаток фосфорной кислот.
5.Свойства	Неспособна к самоудваиванию, лабильна.	Способна к самоудваиванию по принципу комплементарности: А-Т; Т-А; Г-Ц; Ц-Г, стабильна.
6.Функции	И-РНК (или м-РНК) определяет порядок расположения аминокислот в белке; т-РНК подносит аминокислоты к месту синтеза белка (к рибосомам); р-РНК определяет структуру рибосом.	Химическая основа гена; хранение и передача наследственной информации о структуре белков.



# Гаметогенез

- Процесс образования половых клеток - гаметогенез - протекает в половых железах (гонадах). У высших животных женские гаметы образуются в яичниках, мужские - в семенниках .
- Фаза размножения характеризуется многократными митотическими делениями клеток стенки семенника или яичника, приводящими к образованию многочисленных сперматогоний и овогоний. У мужчин начинается с наступлением половой зрелости и продолжается постоянно в течение почти всей жизни. В женском организме размножение овогоний начинается в эмбриогенезе и завершается в детском возрасте.

- Фаза роста сопровождается увеличением объема цитоплазмы клеток, накоплением ряда веществ, репликацией ДНК и удвоением хромосом. Клетки получают название сперматоцитов и овоцитов 1 порядка.
- Фаза созревания характеризуется мейозом.

При сперматогенезе в результате мейоза 1 образуются два одинаковых сперматоцита 2 порядка, каждый из которых после второго деления мейоза формирует по две сперматиды.

- При овогенезе особенности:
  - 1) профаза мейоза 1 осуществл. еще в эмбриональном периоде, а остальные события мейоза продолжаются после полового созревания организма. Каждый месяц в одном из яичников половозрелой женщины созревает одна яйцеклетка. При этом завершается 1 деление мейоза, образуются крупный овоцит 2 порядка

- и маленькое первое полярное тельце, которые вступают в мейоз 2.
- На стадии метафазы мейоза 2 овоцит 2 порядка **овулирует** - выходит из яичника в брюшную полость в яйцевод. Дальнейшее созревание его возможно лишь после слияния со сперматозоидом. Если оплодотворения не происходит, **овоцит 2 порядка погибает** и выводится из организма. **В случае оплодотв.** он завершает мейоз 2, образуя зрелую яйцеклетку - **овотида** - и **второе полярное тельце**. Т.о, формируются : при сперматогенезе- **4 сперматиды (nc)**, при овогенезе – **1 овотида и 3 полярных тельца (nc)**  
Биологическая значимость этого этапа овогенеза – сохранить все накопленные вещества цитоплазмы около одного гаплоидного ядра для обеспечения нормального питания и развития оплодотворенной яйцеклетки.
- Фаза формирования характерна только для сперматогенеза, сперматиды приобретают свойственную спермиям морфологию и подвижность.
- Очень существенным отличием мейоза при овогенезе является наличие стадии- **диктиотены**, которой нет при сперматогенезе. Она наступает вслед за диплотеной. На этой стадии мейоз в овоцитах прерывается на многие годы и переход в стадию диакинез которая наступает лишь при созревании яйцеклетки

## *Характеристика овогенеза и сперматогенеза*

признаки	сперматогенез	овогенез
Половые железы, половые клетки	Яички, сперматозоиды	Яичники, яйцеклетки
<p><b>Характерные особенности половых клеток:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-относительные размеры</li> <li>-подвижность</li> <li>- форма</li> <li>- наличие питательных веществ</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>55 мк</b></p> <p style="text-align: center;"><b>подвижные</b></p> <p style="text-align: center;"><b>округлые со жгутиком</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Отсутствует</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>130-169 мк</b></p> <p style="text-align: center;"><b>неподвижные</b></p> <p style="text-align: center;"><b>округлые</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Имеется</b></p>
<p><b>Особенности развития половых клеток на разных стадиях:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- стадия размножения</li> <li>- стадия роста</li> <li>- стадия созревания</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-путем митоза образуются сперматоциты;</li> <li>- увеличиваются в размерах ;</li> <li>-путем мейоза образуются гаплоидные сперматиды, из которых формируются сперматозоиды</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- путем митоза образуются овоциты;</li> <li>- увеличиваются в размерах;</li> <li>- путем мейоза образуются гаплоидные овоциты, из которых формируется яйцеклетка</li> </ul>

# Половые клетки

- **Сперматозоиды** подвижны, небольших размеров, имеют головку, шейку и хвост. На переднем конце головки расположена **акросома**, состоящая из видоизмененного комплекса Гольджи, **фермент гиалуронидаза**. Основную массу головки занимает ядро. В шейке находится **центриоль** и спиральная нить, образованная **митохондриями**. Размеры у человека 52-70мкм.
- **Яйцеклетки** неподвижны, имеют шарообразную форму. **Содержат все типичные клеточные органоиды**, но отл. по строению. Размеры у человека **130-200 мкм**. Содержат питательные вещества (**желток**), покрыты оболочками, которые выполняют защитную функцию, обеспечивают обмен веществ, служат для внедрения зародыша в стенку матки и др. функции.

## Сравнительная характеристика овогенеза и сперматогенеза

- 1. Гаметогенез** включает стадии размножения, роста и созревания клеток.  
Сперматогенез включает также стадию формирования (ее нет при овогенезе). Сперматозоиды проходят дополнительную четвертую стадию для того, чтобы приобрести своеобразную форму и сформировать аппарат движения.
- 2. Из сперматоцита I** порядка получается четыре половых клетки, а из ооцита I порядка получается одна полноценная половая клетка.
- 3. Яйцеклетки** образуются циклически, процесс повторяется через 21-35 дней (менструальный цикл). У мальчиков процесс образования сперматозоидов идет непрерывно и сохраняется в течение всей половой зрелости мужчины.
- 4. Взрослый** мужчина производит 30 миллионов спермиев в день, а женщина - порядка 500 зрелых яйцеклеток за всю свою жизнь.
- 5. Стадия** размножения при сперматогенезе идет постоянно, а при овогенезе заканчивается после рождения.
- 6. Стадия** роста при сперматогенезе короче, чем при овогенезе.
- 7. Стадия** созревания при овогенезе имеет особенности, которые заключаются в неравномерности делений при созревании, что приводит к выделению полярных телец, что отсутствует при сперматогенезе.
- 8. Сперматогенез** более подвержен влиянию внешней среды, нежели овогенез, что связано с различием в расположении половых органов - семенники находятся вне брюшной полости.
- 9. Образование** яйцеклеток начинается еще до рождения девочки, а завершается для яйцеклетки только после ее оплодотворения, а неблагоприятные факторы внешней среды могут повлечь генетические аномалии у потомства.