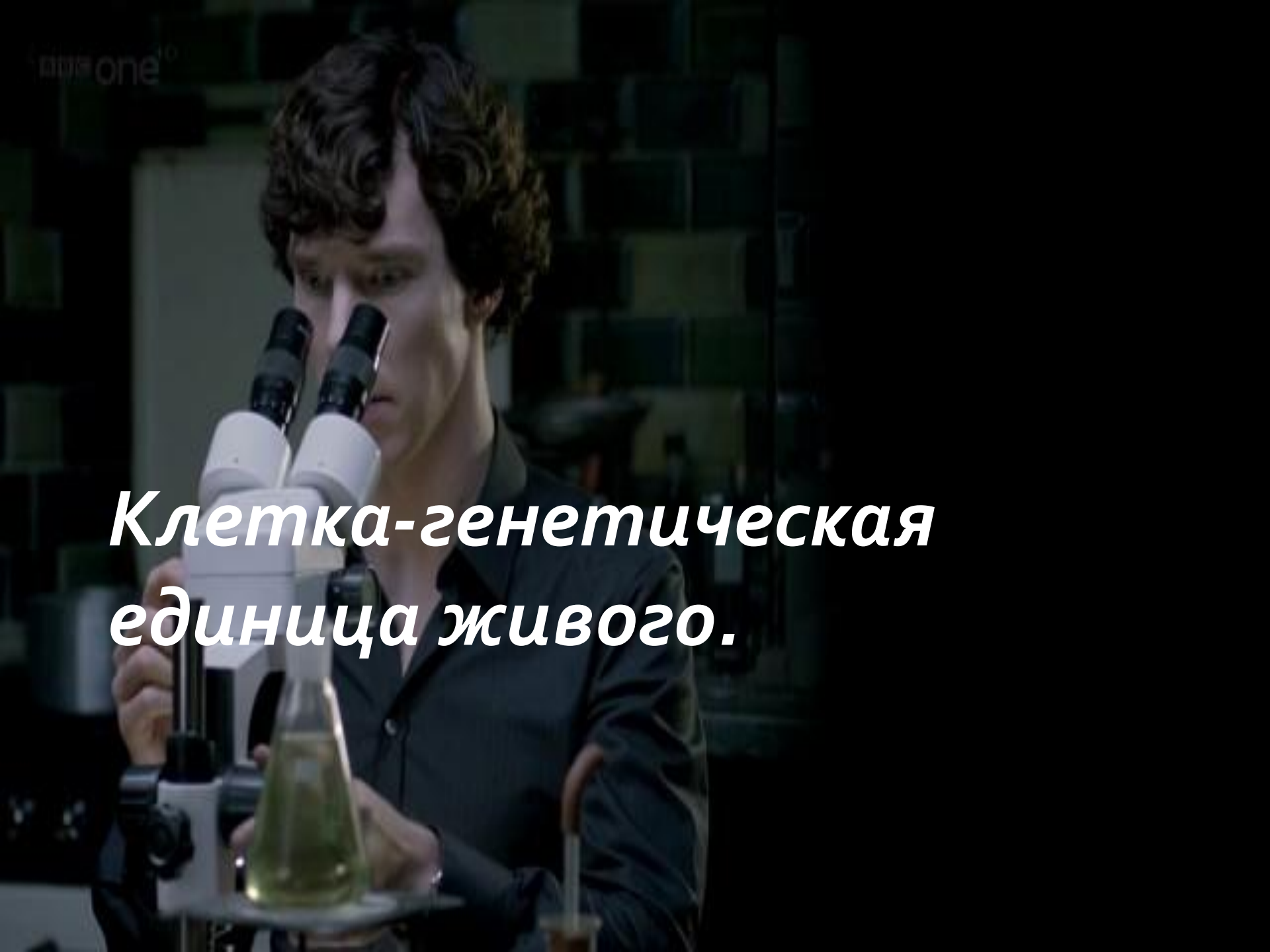


*Клетка-генетическая  
единица живого.*



# Вопросы

- 1) Способы транспорта веществ через клетку.
- 2) Фермент. Строение, разновидности. Фермент-субстрат.
- 3) Организмы по типу питания.
- 4) Энергетический обмен. Этапы.
- 5) Фотосинтез. Световая фаза, темновая фаза. (Продукты.)

# Клетка-генетическая единица.

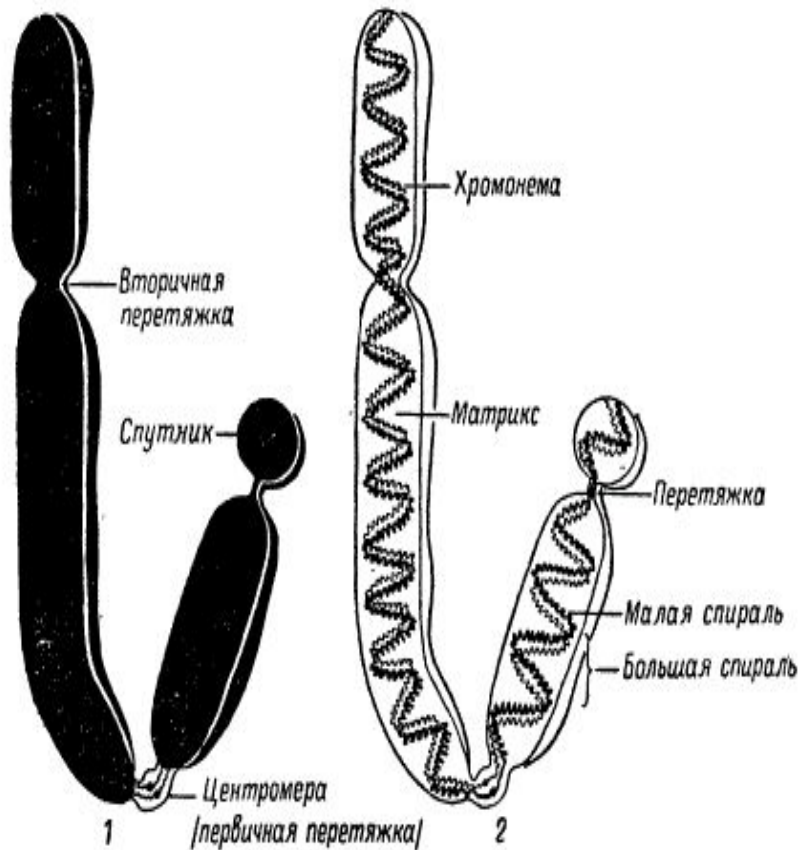
- Клетка- генетическая единица живого. Реализация генетического материала невозможна вне клетки. (вирус)



# Хромосома

- **Хромосо́мы**- нуклеопротеидные структуры в ядре эукариотической клетки, в которых сосредоточена бо́льшая часть наследственной информации и которые предназначены для её хранения, реализации и передачи.
- **Состав:**
- Двухцепочечная молекула ДНК упакованная с белками. (Гистоновые, негистоновые.)
- Лучше всего хромосомы видны в процессе уплотнения. (Конденсации.)
- Конденсация (спирализация) хромосом (chromosome condensation, chromosome spiralization) [лат. *condensatio* — уплотнение, сгущение; греч. *chroma* — цвет, окраска и *soma*— тело] — процесс компактизации (уплотнения) хромосом, начинающийся в интерфазе и достигающий максимума в метафазе; в основе К.х. лежат сложные процессы скручивания (упаковки) хроматина , в которых принимают участие различные гистоны.

# Строение хромосом



1, 7 — метацентрические (равноплечие); 2 — субметацентрическая (слабо неравноплечая); 3, 4, 5 — акроцентрические (резко неравноплечие); 6 — телоцентрическая (с терминальной центромерой); 8 — акроцентрическая со вторичной перетяжкой; 9 — спутничная; центромеры обозначены светлым кружком.

1 — морфология; 2 — внутренняя структура хроматиды, видимая при использовании специальных методов ослабления спирализации.

# Строение хромосом

**А**



**Б**

Метафазная хромосома  
(состоит из двух  
одинаковых хроматид)



# Соматические клетки. Гаметы.

- **Соматические клетки** — клетки, составляющие тело (сому) многоклеточных организмов и не принимающие участия в половом размножении. Таким образом, это все клетки, кроме гамет.
- **Гаметы** (от [греч.](#) γᾰμετή — жена, γᾰμέτης — муж) или **половые клетки** — репродуктивные клетки, имеющие гаплоидный (одинарный) набор хромосом и участвующие в гаметном, в частности, половом размножении

# Соматические клетки.

- 1) Все клетки, образующиеся в митозе.
- 2) Постоянное число хромосом. (46 хромосом.).
- 3) Все хромосомы парные.  
(Диплоидные- $2n$ )
- 4) Хромосомы одной пары называют гомологичными.
- 5) Генетическая формула-  $2n$ (набор хромосом)  $2c$  (Количество ДНК)



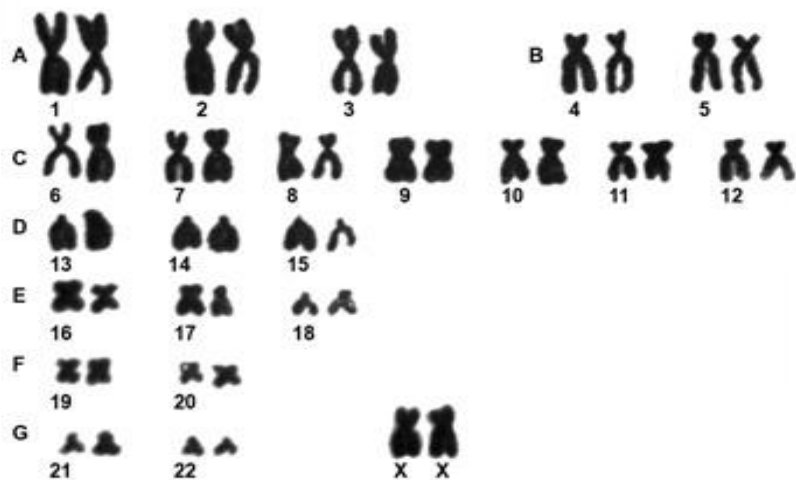
# Половые клетки (гаметы).

- 1) Клетки полового размножения.
- 2) Вдвое меньше соматических. (23)
- 3) Набор хромосом гаплоидный.  
(одинарный.)
- 4) Мейоз.
- 5) Генетическая формула ( $1n1c$ )

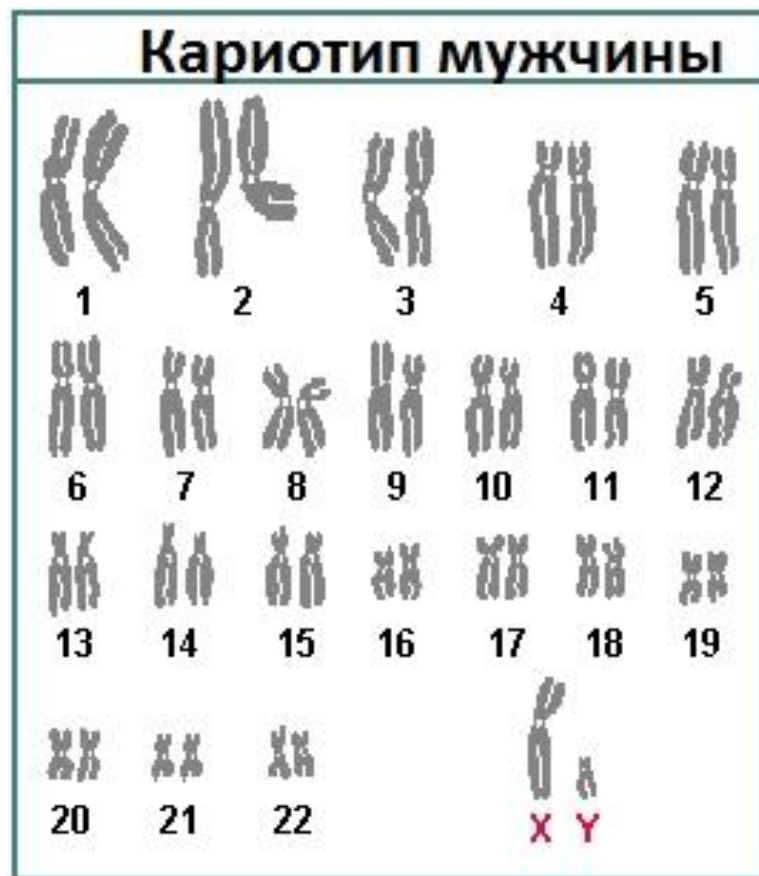
# Две группы хромосом.

- Аутосомы-одинаковые хромосомы, что у женщин, что и у мужчин. (22 пары.)
- Половые хромосомы-пара хромосом, определяющих пол особи.

# Кариотипы



Кариотип женщины 46 / XX



# Кариотип

- Кариотип-совокупность признаков хромосомного набора хромосом. (число, форма, величина.)
- **Кариотипирование** (цитогенетическое исследование)– исследование хромосомного набора человека, позволяющие выявить отклонения в структуре и числе хромосом. Кариотипирование проводится один раз в жизни.

# Синдром Дауна

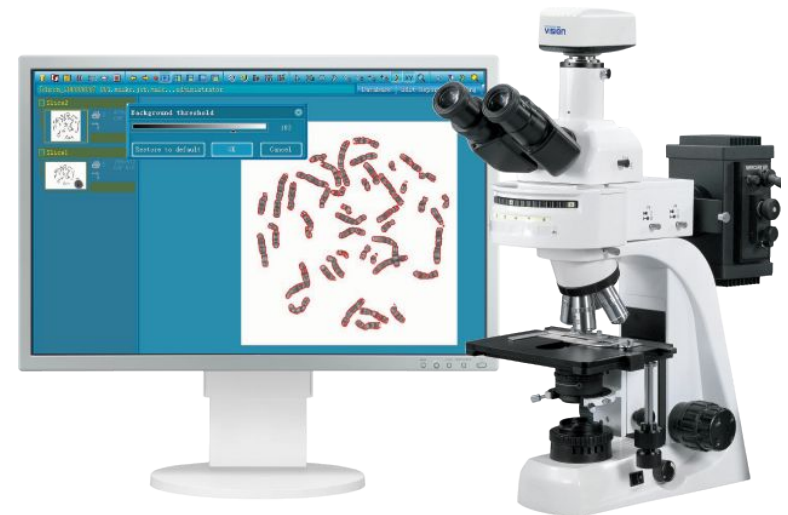
- У детей, рожденных с синдромом **Дауна**, 21-я пара имеет дополнительную хромосому, в результате чего наблюдается присутствие 47 хромосом. Вот это и является главной **причиной** развития **синдрома Дауна**.



# Кариотип.

- Запись кариотипа.
- 44A+XY (46,XY)
- 44A+XX (46,XX)

Для кариотипирования необходимо сдать 10 мл крови из периферической вены в пробирку, содержащую гепарин



# Жизненный цикл клетки

- **Жизненный цикл клетки** отражает все закономерные структурно-функциональные изменения, происходящие с клеткой во времени. **Жизненный цикл** – это время существования **клетки** от момента ее образования путем деления материнской **клетки** до собственного деления или естественной гибели.

# Интерфаза

- Жизненный цикл-интерфаза, митоз.
- Интерфаза: Периоды-**G<sub>1</sub>, S, G<sub>2</sub>**.
- **G<sub>1</sub>** (пресинтетический, постмитотический)-это период роста и развития клетки, в которой происходит активный синтез РНК, белков и других веществ, необходимых для жизнеобеспечения.
- **S** (синтетический)-происходит процесс репликации ДНК. Генетическая формула-2n4c

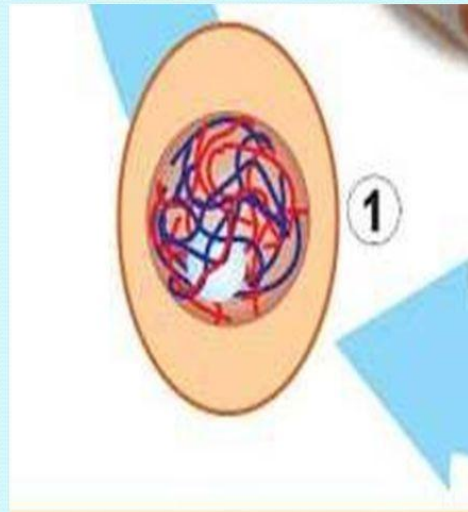


# Интерфаза

- **G<sub>2</sub>**(постсинтетический, премитотический)-интенсивный синтез РНК, белков, АТФ. Разделение центриолей, митохондрий, пластид.
- До конца интерфазы хроматин и ядрышко остаются хорошо различимыми, целостность ядерной оболочки не нарушается.

## Интерфаза

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

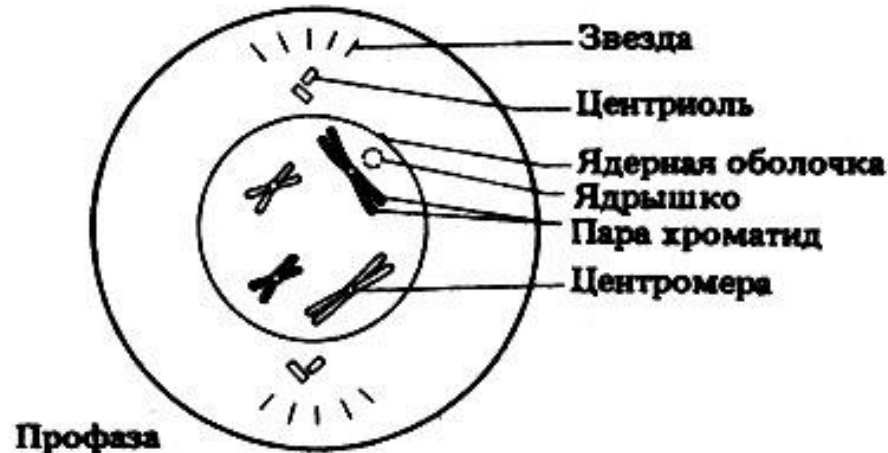


# МИТОЗ

- **Митоз** – это деление соматических клеток (клеток тела). Биологическое значение **митоза** – размножение соматических клеток, получение клеток-копий (с тем же самым набором хромосом, с точно такой же наследственной информацией).
- *Фазы:*
- (Профаза, метафаза, анафаза, телофаза, цитокинез).

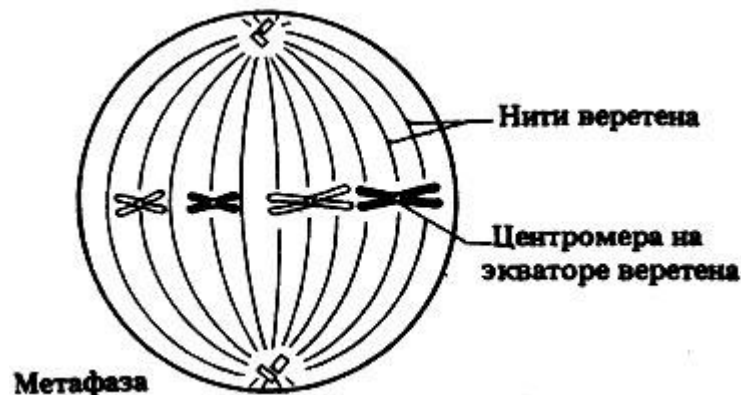
# Профаза

- Профаза-наиболее длительная фаза митоза, в процессе которой происходит конденсация хроматина, в результате чего становятся видны х-образные хромосомы, состоящие из двух хроматид. (дочерних хромосом).
- 2) Исчезновение ядрышка
- 3) Расхождение центриолей к полюсам клетки и начинает формироваться веретено деления из микротрубочек.
- 4) В конце ядерная оболочка распадается.



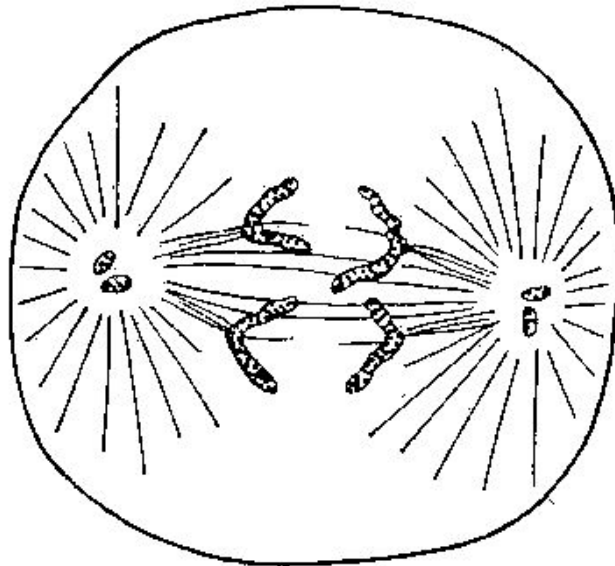
# Метафаза

- 1) Хромосомы выстраиваются по экватору центромерами.
- 2) Присоединение веретена деления. (к центромерам от микротрубочек).-можно изучить кариотип.



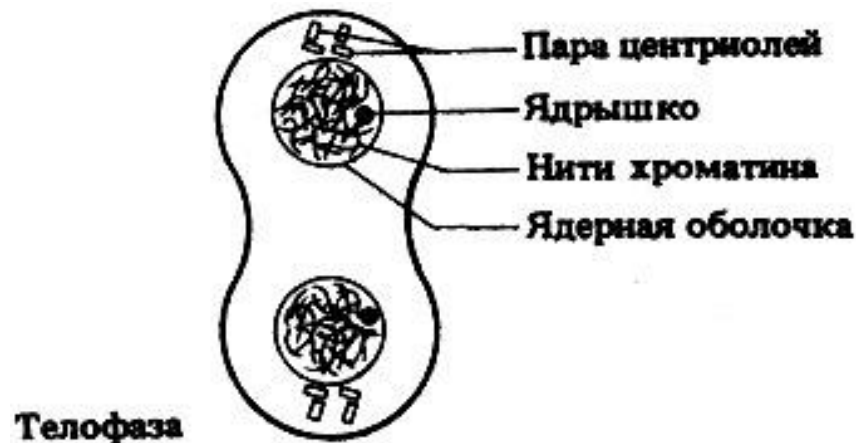
# Анафаза

- 1) Центромеры хромосомы расщепляются и хроматиды расходятся по полюсам, растягивая веретено деления.



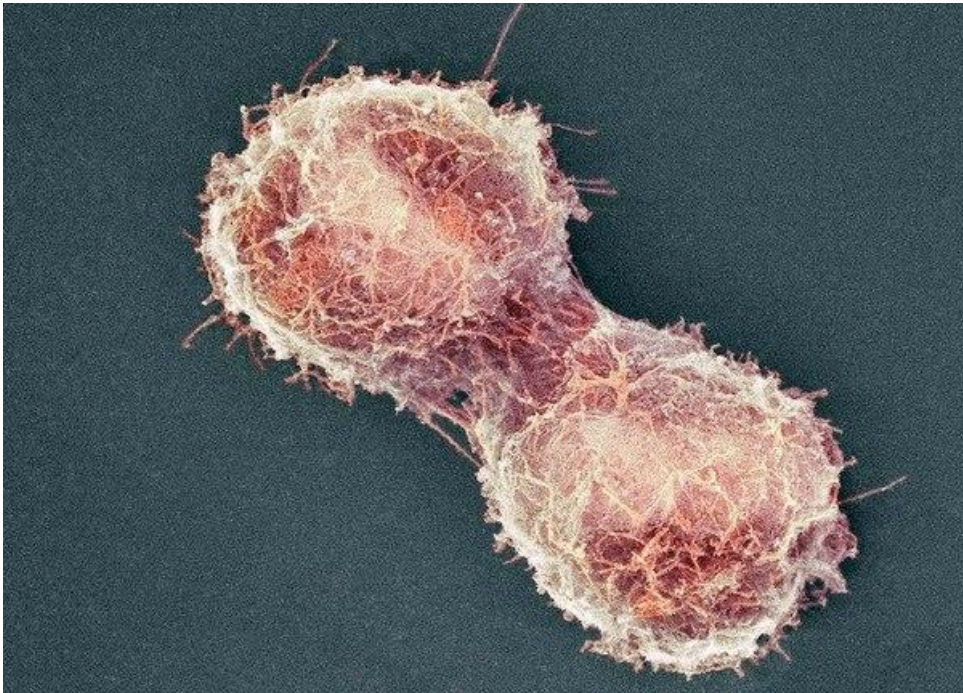
# Телофаза

- 1) Дочерние хромосомы собираются на полюсах.
- 2) Деспирализация.
- 3) Формирование ядерных оболочек.
- 4) Образование ядрышек.

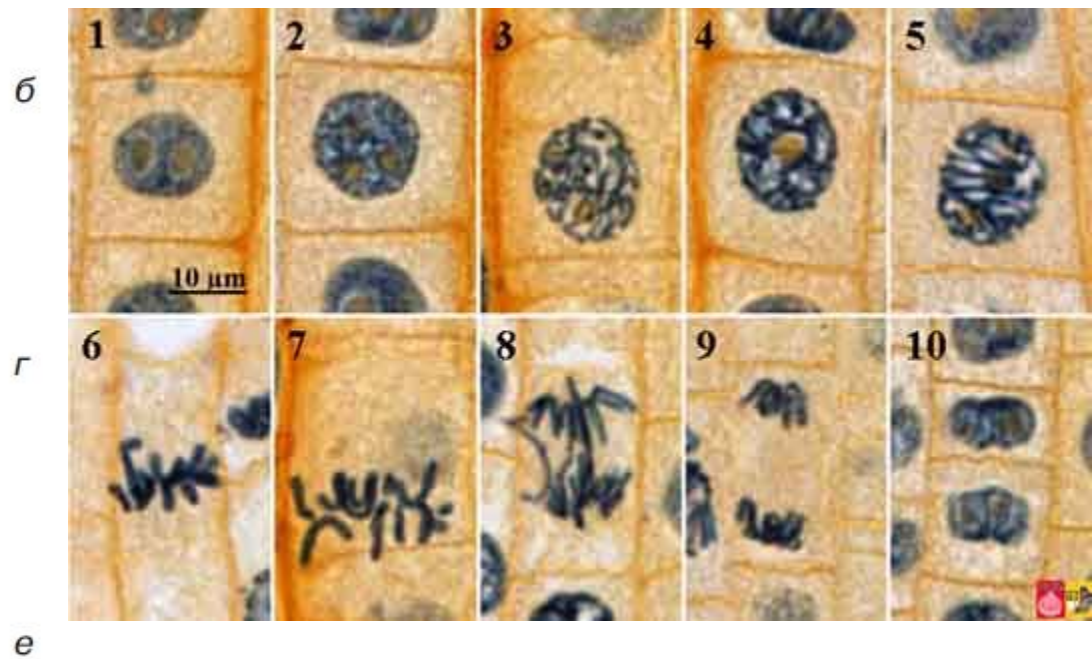
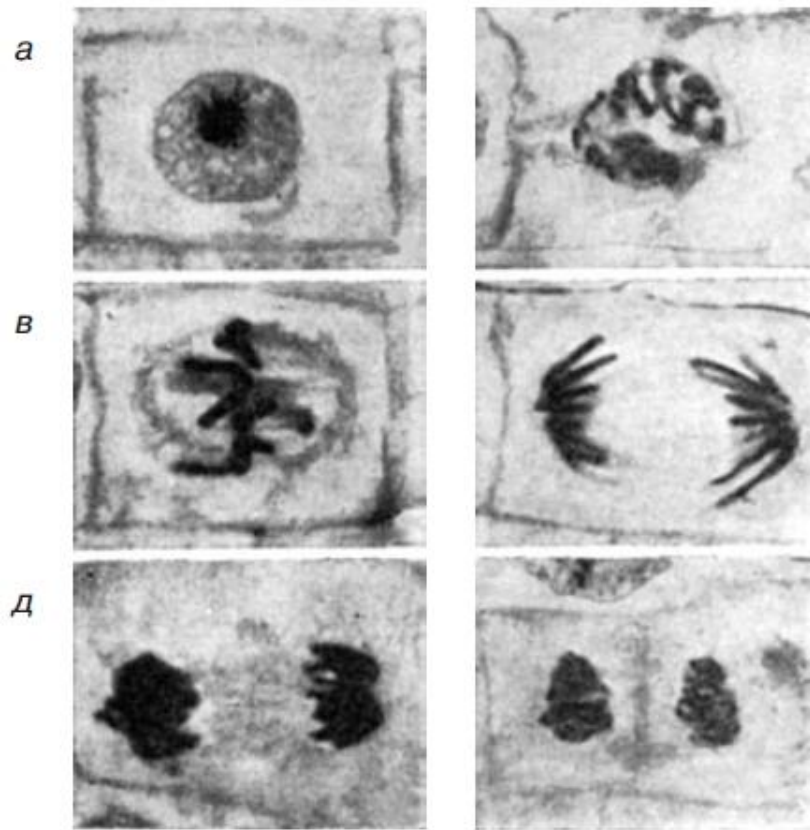


# Цитокинез

- 1) Деление цитоплазмы.
- 2) Распределение всех органоидов.



# Микроскопия.





# Резюме

ХОД МИТОЗА	
ФАЗЫ	ПРОЦЕССЫ
<b>ПРОФАЗА</b> 	Хромосомы спирализуются, в результате чего становятся видимыми. Каждая хромосома состоит из двух хроматид. Ядерная оболочка и ядрышко разрушаются. В клетках животных центриоли расходятся к полюсам клетки.
<b>МЕТАФАЗА</b> 	Хромосомы располагаются по экватору клетки, образуется двухполюсное веретено деления.
<b>АНАФАЗА</b> 	Центромеры делятся, и хроматиды (дочерние хромосомы) расходятся с помощью нитей веретена деления к полюсам клетки.
<b>ТЕЛОФАЗА</b> 	Исчезает веретено деления. Вокруг разошедшихся хромосом образуются новые ядерные оболочки. Образуются две дочерние клетки.

# Мейоз

- **Мейоз** (от греч. мейозис — уменьшение) — это способ деления эукариотических клеток, в результате которого из одной материнской клетки образуются четыре дочерние с уменьшенным в 2 раза набором хромосом. Если в **мейоз** вступает диплоидная соматическая клетка ( $2n$ ), то образуются четыре гаплоидные клетки ( $n$ ).

# Мейоз

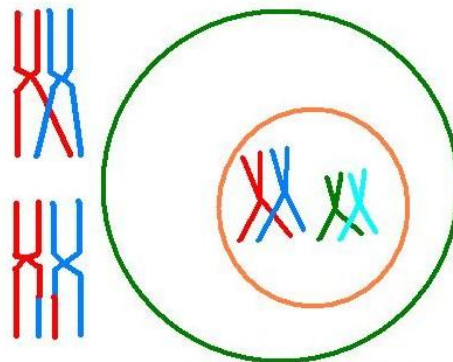
- Мейоз состоит из двух последовательных делений клетки, каждому из которых предшествует интерфаза.
- **Мейоз 1**- первое деление клетки. (редукционное), т.к количество хромосом уменьшается вдвое.
- **Мейоз 2**-(эквационное), т.к количество хромосом не изменяется.

# Мейоз 1

- 1) **Интерфаза 1** протекает подобно интерфазе митоза.
- 2) Мейоз 1: профаза 1, метафаза 1, анафаза1, телофаза 1.

# Профаза 1

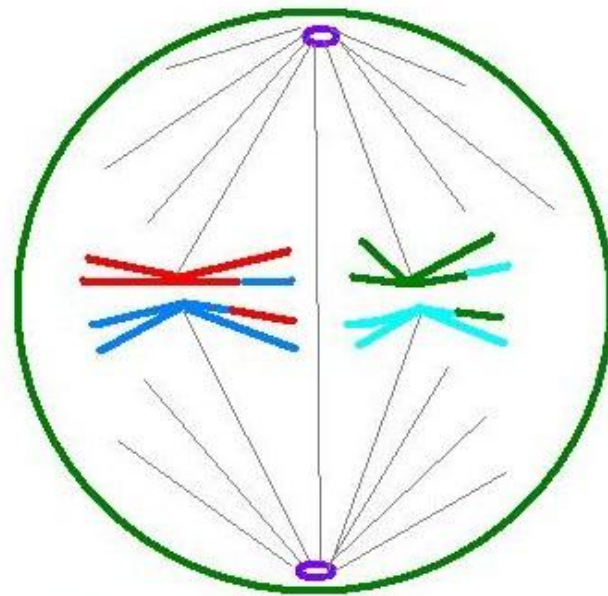
- 1) **Конъюгация** (от лат. conjugatio — соединение) — процесс точного и тесного сближения гомологичных хромосом. (До конца метафазы 1)
- 1) **Кроссинговер** — перекрест, взаимный обмен гомологичными участками гомологичных хромосом в результате разрыва и соединения в новом порядке их нитей — хроматид; приводит к новым комбинациям аллелей разных генов.
- 1) В конце **профазы 1** исчезает ядрышко, центриоли расходятся по полюсам, ядерная оболочка распадается.



**ПРОФАЗА 1**  
(кроссинговер)

# Метафаза 1

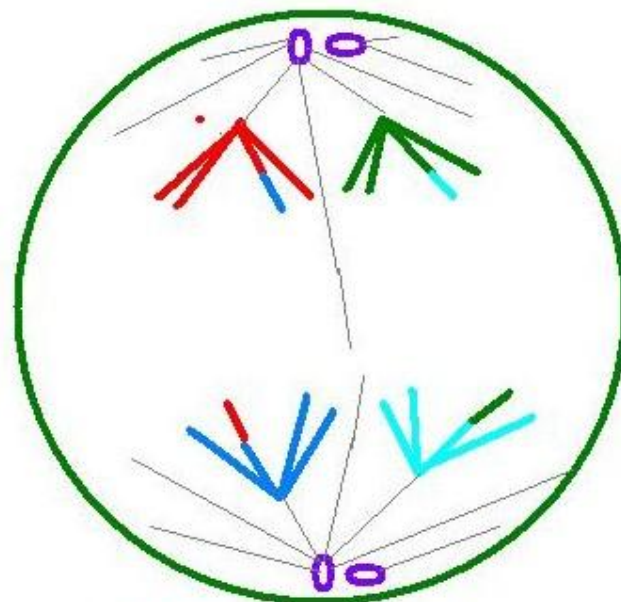
- 1) Пары хромосом по экватору клетки.
- 2) Присоединяется веретено деления.



**МЕТАФАЗА 1**

# Анафаза 1

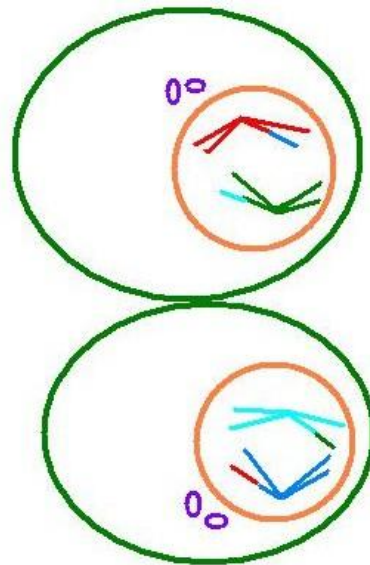
- К полюсам расходятся целые гомологичные хромосомы, состоящие из двух хроматид.



АНАФАЗА 1

# Телофаза 1, Цитокинез.

- Вокруг скоплений хромосом образуется ядерная оболочка, формируются ядрышки.
- Разделение цитоплазмы дочерних клеток.



**ТЕЛОФАЗА 1**



# Конец мейоза 1

- В результате мейоза 1 дочерние клетки ( $1n2c$ ) генетически разнообразны, поскольку их хромосомы, случайным образом разошедшиеся к полюсам клетки, содержат неодинаковые гены.

# Интерфаза 2, мейоз 2.

- Интерфаза 2 очень короткая, не происходит раздвоение ДНК (отсутствует s-период).
- Мейоз: профаза 2, метафаза 2, анафаза 2, телофаза 2.
- Профаза 2-протекает также, но без кроссинговера и конъюгации.

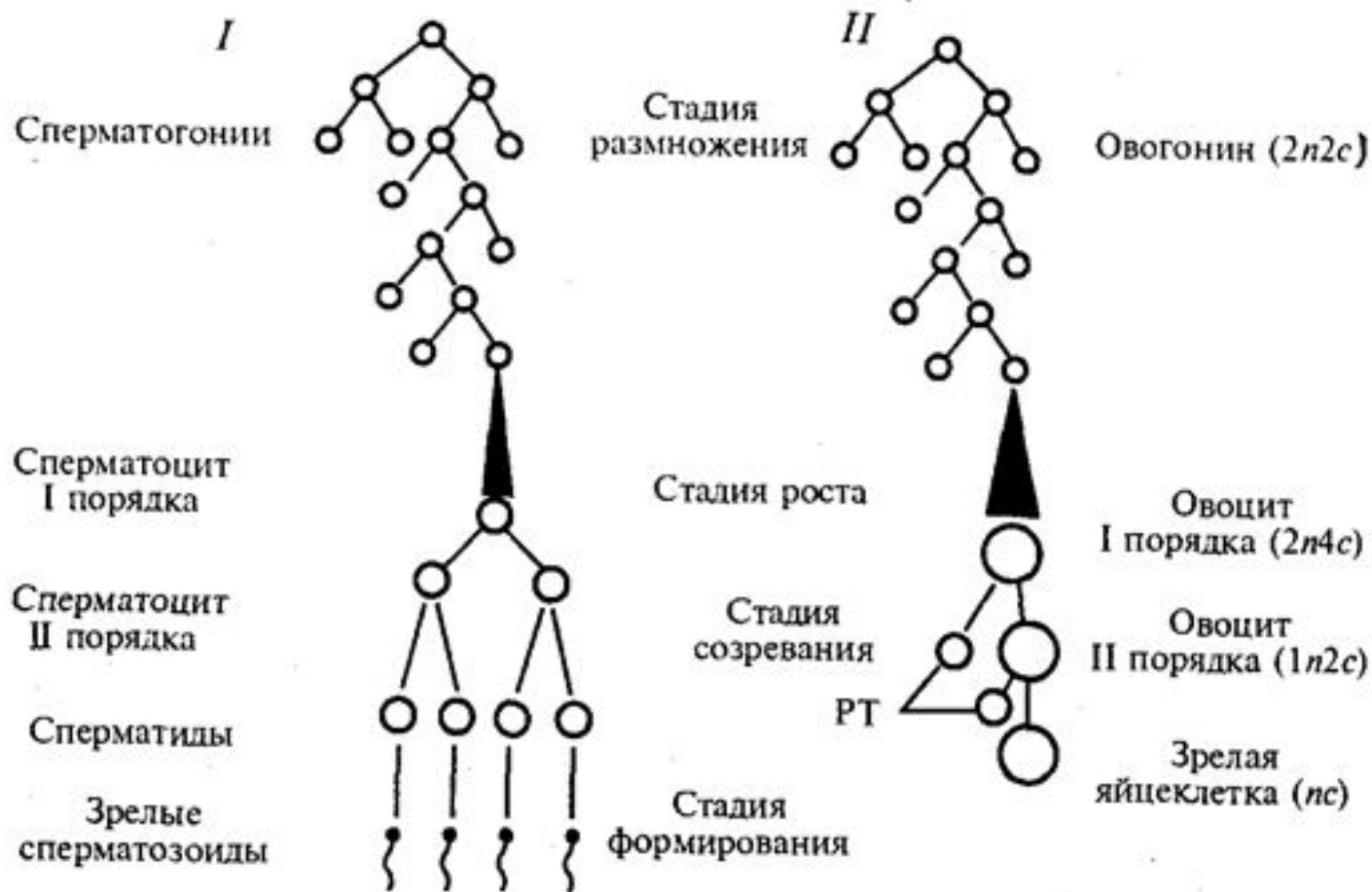
# Метафаза 2, анафаза 2, телофаза 2. Цитокинез 2.

- Метафаза 2- Хромосомы на экваторе.
- Анафаза 2- Расщепляются в центромерах, расходятся хроматиды к полюсам.
- Телофаза 2- формируются ядерные оболочки и ядрышки.
- Цитокинез 2- генетическая формула всех 4 клеток ( $1n1c$ ). Однако у всех разный набор генов.

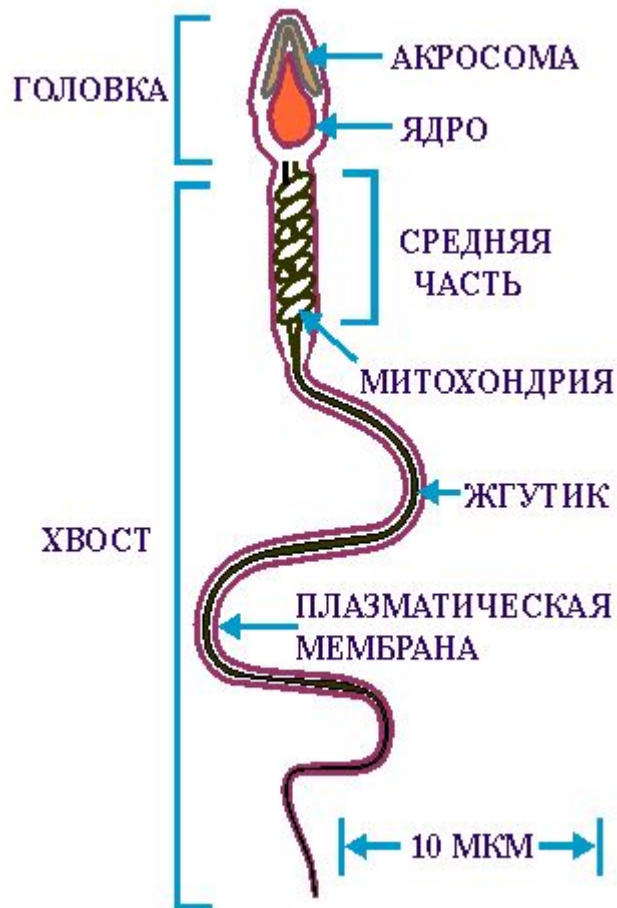
# Половое размножение у животных

- **Сперматогенéз** — развитие мужских половых клеток (сперматозоидов), происходящее под регулирующим воздействием гормонов. Одна из форм гаметогенеза.
- Оогенéз или **овогенéз** (др.-греч. ὠόν — яйцо + γένεσις — возникновение) — развитие женской половой клетки — яйцеклетки (яйца).
- Гаметогенез-развитие половых клеток.

# Сперматогенез, овогенез



# Строение сперматозоида



По морфологии сперматозоиды резко отличаются от всех других клеток, но все основные органеллы в них имеются. Каждый сперматозоид имеет головку, шейку, промежуточный отдел и хвост в виде жгутика (рис.1). Почти вся головка заполнена ядром, которое несет наследственный материал в виде хроматина. На переднем конце головки (на ее вершине) располагается акросома, которая представляет собой видоизмененный комплекс Гольджи. Здесь происходит образование гиалуронидазы — фермента, который способен расщеплять мукополисахариды оболочек яйцеклетки, что делает возможным проникновение сперматозоида внутрь яйцеклетки. В шейке сперматозоида расположена митохондрия, которая имеет спиральное строение. Она необходима для выработки энергии, которая тратится на активные движения сперматозоида по направлению к яйцеклетке. Большую часть энергии сперматозоид получает в виде фруктозы, которой очень богат эякулят. На границе головки и шейки располагается центриоль. На поперечном срезе жгутика видны 9 пар микротрубочек, еще 2 пары есть в центре. Жгутик является органоидом активного движения. В семенной жидкости мужская гамета развивает скорость, равную 5 см/ч (что применительно к ее размерам примерно в 1,5 раза быстрее, чем скорость пловца-олимпийца).

# Строение яйцеклетки

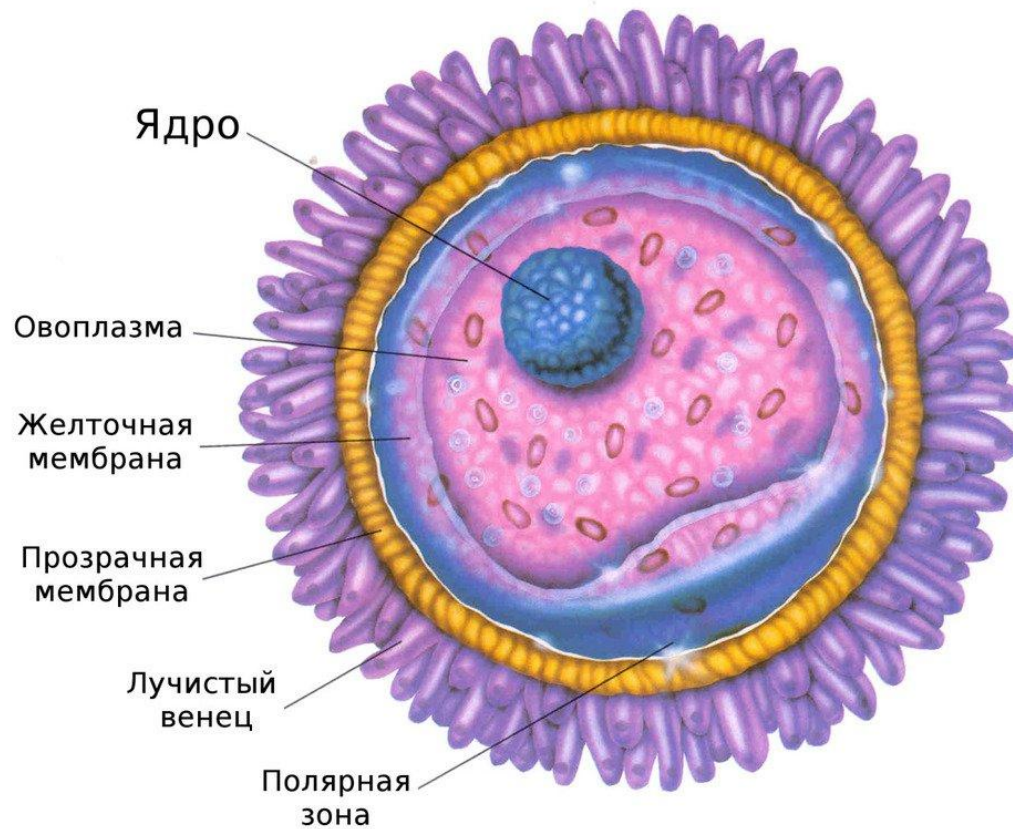
- **Яйцеклетка** (науч. *ооцит*, реже. *овоцит*) — женская [гамета животных](#), [высших растений](#), а также многих [водорослей](#) и других [протистов](#), которым свойственна [оогамия](#). Как правило, яйцеклетки — [гаплоидные клетки](#), но могут иметь другую [плоидность](#) у [полиплоидных](#) организмов.
- В [цитоплазме](#) яйцеклеток (*ооплазме*) содержатся совокупность питательных веществ — [желток](#).
- Яйцеклетки образуются в результате [оогенеза](#). После [оплодотворения](#) из оплодотворенной яйцеклетки ([зиготы](#)) развивается [эмбрион](#).
  
- **По количеству желтка:**
- *Полилецитальные* — содержат большое количество желтка ([членистоногие](#), [рептилии](#), [птицы](#), [рыбы](#), кроме [осетровых](#)).
- *Мезолецитальные* — содержат среднее количество желтка ([осетровые рыбы](#), [амфибии](#)).
- *Олиголецитальные* — содержат мало желтка ([моллюски](#), [иглокожие](#), млекопитающие).
- *Алецитальные* — не содержат желтка (плацентарные млекопитающие)

# Строение яйцеклетки

- По расположению желтка
- Телолецитальная яйцеклетка
- Центролецитальная яйцеклетка
- **Телолецитальные** — желток смещён к вегетативному полюсу яйцеклетки. Противоположный полюс называется анимальным. Сюда относятся некоторые полилецитальные ([рыбы](#), кроме [осетровых](#), [рептилии](#), [птицы](#)) и все мезолецитальные яйца ([осетровые рыбы](#), [амфибии](#)).
- **Гомо (изо)- лецитальные** — желток распределён равномерно. Сюда относятся олиголецитальные яйца ([моллюски](#), [иглокожие](#)).
- **Центролецитальные** — желток расположен в центре яйцеклетки. Сюда относятся некоторые полилецитальные яйца ([членистоногие](#)). Это совершенно особый тип яиц. Анимально-вегетативная полярность этих яиц не выражена, так как место выделения [редукционных телец](#) может быть различным. Вместо анимального и вегетативного полюсов у этих яиц говорят о переднем и заднем полюсах. В центре яйца расположено [ядро](#), а по периферии — ободок свободной от желтка [цитоплазмы](#). Оба этих района — центр и периферия яйца — связаны тонкими цитоплазматическими мостиками, а всё промежуточное пространство заполнено желтком.



# Строение яйцеклетки



# ВИДЕО

- Митоз- <https://www.youtube.com/watch?v=HYKeslgjL8c>
- <https://www.youtube.com/watch?v=VGV3fv-uZYI>
- Мейоз- <https://www.youtube.com/watch?v=SFwurrGdjPY>

# Задачи

## Передача наследственной информации.

(от ДНК к и-РНК и к белку).

ДНК      ГТГ - ГГА - ТТТ - ЦГТ- (I цепь)  
            ЦАЦ - ЦЦТ - ААА - ГЦА - (II цепь)

и-РНК    ГУГ - ГГА - УУУ - ЦГУ -

Антикодоны    ЦАЦ - ЦЦУ - ААА - ГЦА -

т-РНК

Полипептид    вал - гли - фен - арг -

Комплементарность.

ДНК/ и-РНК:    А - У;  
                      Т - А;  
                      Ц - Г;  
                      Г - Ц.

Комплементарность:

ДНК:    А - Т;  
            Т - А;  
            Г - Ц;  
            Ц - Г



# Задачи

- Участок одной из двух цепей молекулы ДНК содержит 300 нуклеотидов с аденином (А), 100 нуклеотидов с тиминном (Т), 150 нуклеотидов с гуанином (Г) и 200 нуклеотидов с цитозином (Ц). Какое количество нуклеотидов с А, Т, Г и Ц содержится в двуцепочечной молекуле ДНК? Сколько аминокислот должен содержать белок, кодируемый этим участком молекулы ДНК? Ответ поясните.
- Ответ
- Если в одной цепи ДНК 300 А, 100 Т, 150 Г и 200 Ц, то в комплементарной ей цепи, соответственно, 300 Т, 100 А, 150 Ц и 200 Г. Следовательно, в двуцепочечной ДНК 400 А, 400 Т, 350 Г и 350 Ц.
- Если в одной цепи ДНК  $300 + 100 + 150 + 200 = 750$  нуклеотидов, значит там  $750 / 3 = 250$  триплетов. Следовательно, этот участок ДНК кодирует 250 аминокислот.

# Задачи

- В одной молекуле ДНК нуклеотиды с тиминном (Т) составляют 24% от общего числа нуклеотидов. Определите количество (в %) нуклеотидов с гуанином (Г), аденином (А), цитозином (Ц) в молекуле ДНК и объясните полученные результаты.
- Ответ
- Если 24% Т, значит, по принципу комплементарности 24% А. В сумме на А и Т приходится 48%, следовательно, на Г и Ц в сумме приходится  $100\% - 48\% = 52\%$ . Количество Г равно количеству Ц,  $52\% / 2 = 26\%$ .

# Задачи

- В процессе трансляции участвовало 30 молекул тРНК. Определите число аминокислот, входящих в состав синтезируемого белка, а также число триплетов и нуклеотидов в гене, который кодирует этот белок.
- Ответ
- Если было 30 тРНК (каждая несла по одной аминокислоте) значит, белок содержит 30 аминокислот. Каждая аминокислота кодируется одним триплетом, следовательно, в гене 30 триплетов. Каждый триплет состоит из 3 нуклеотидов, следовательно, в гене  $30 \times 3 = 90$  нуклеотидов.

# Задачи

- Белок состоит из 100 аминокислот. Установите, во сколько раз молекулярная масса участка гена, кодирующего данный белок, превышает молекулярную массу белка, если средняя молекулярная масса аминокислоты – 110, а нуклеотида – 300. Ответ поясните.
- Ответ
- Молекулярная масса белка из 100 аминокислот  $100 \times 110 = 11\ 000$ . Сто аминокислот кодируется трехстами нуклеотидами, молекулярная масса гена  $300 \times 300 = 90\ 000$ . Следовательно, молекулярная масса гена больше в  $90/11 = 8,18$  раз

# Задачи

- Участок молекулы ДНК содержит 50 нуклеотидов с гуанином (Г). Определите, сколько нуклеотидов с цитозином (Ц) содержится на этом участке, а также их число в каждой из дочерних молекул ДНК, образующихся в процессе репликации. Поясните каждый полученный результат.
- Ответ
- Напротив гуанина в двойной цепи ДНК стоит цитозин, следовательно, в исходной молекуле 50 нуклеотидов с цитозином. В результате репликации получают молекулы ДНК, полностью идентичные материнской, следовательно, в каждой из них тоже будет по 50 молекул цитозина и 50 молекул гуанина.



**Я человек простой**

**а биология сложная**