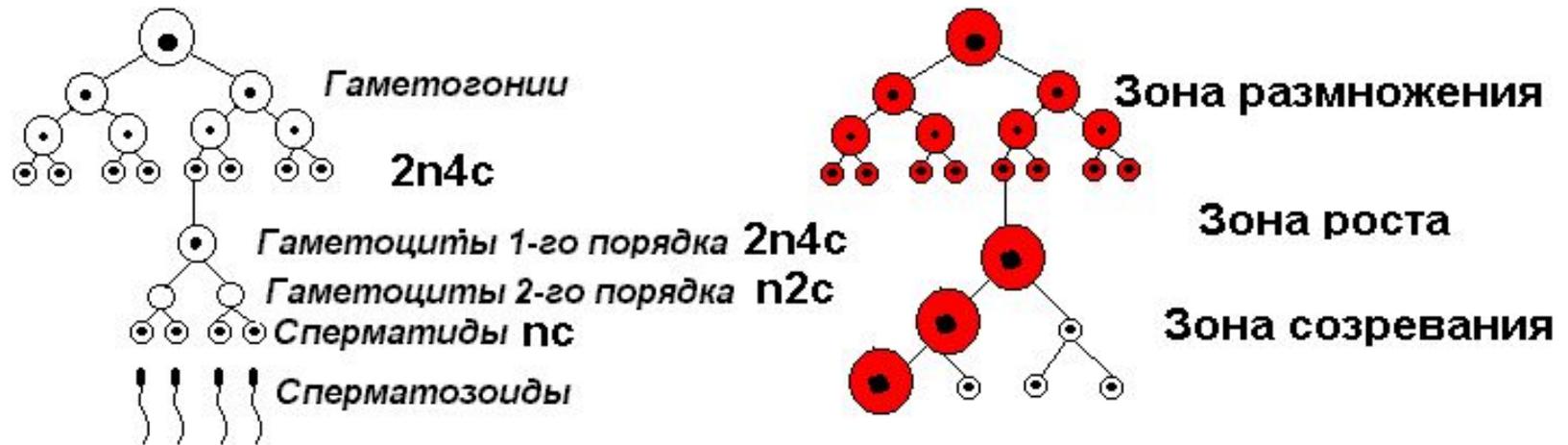


# Тема: «Гаметогенез, оплодотворение»

Задачи:

Дать характеристику гаметогенезу и  
оплодотворению у животных

# Гаметогенез

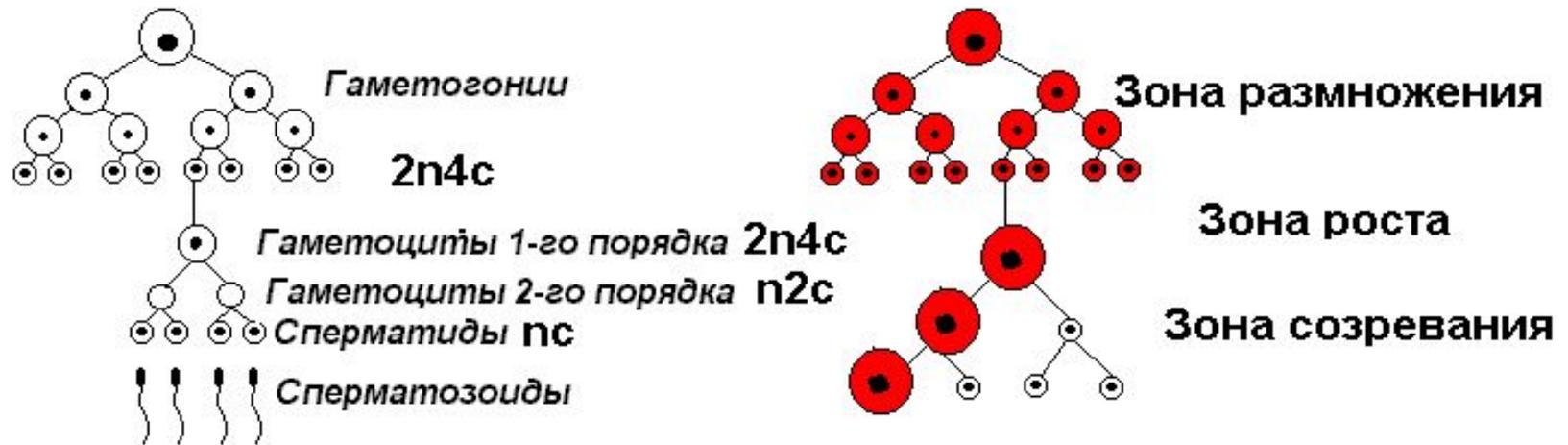


**Гаметогенез** — это процесс развития половых клеток — гамет.

## Этапы гаметогенеза

Процесс образования сперматозоидов называется **сперматогенезом**, а образование яйцеклеток — **оогенезом**. В образовании гамет различают три фазы: **фазу размножения**, **фазу роста**, **фазу созревания**. В сперматогенезе имеется еще одна фаза — **фаза формирования**.

# Гаметогенез



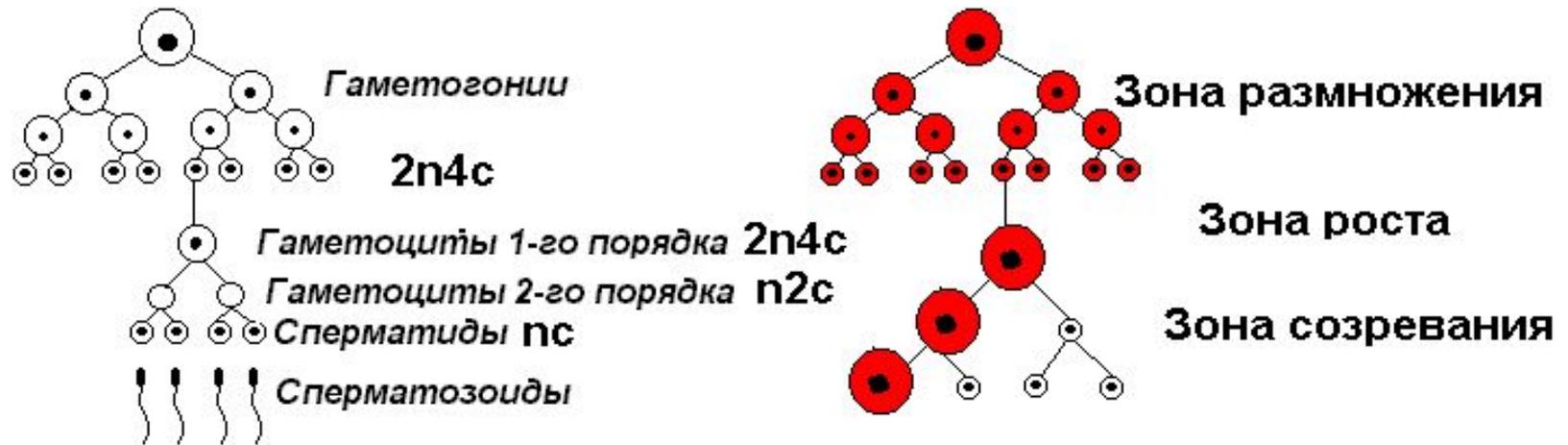
## Фаза размножения:

Диплоидные клетки многократно делятся митозом. Их называют *оогонии* и *сперматогонии*. Набор хромосом  $2n$ .

## Фаза роста:

Сущность этой фазы — *рост* сперматогоний и оогоний, кроме того, в эту фазу происходит репликация ДНК, каждая хромосома становится двуххроматидной ( $2n\ 4c$ ). Образовавшиеся клетки называются *ооциты 1-го порядка* и *сперматоциты 1-го порядка*.

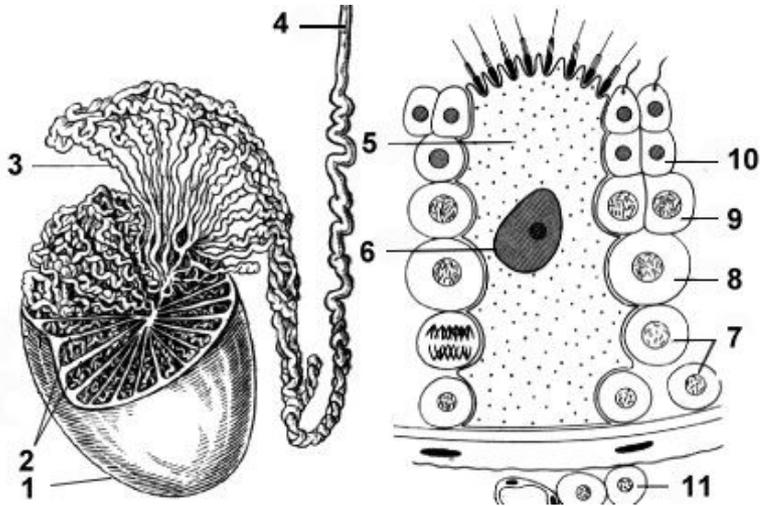
# Гаметогенез



## Фаза созревания:

Сущность фазы — мейоз. В первое мейотическое деление вступают **гаметоциты 1-го порядка**. В результате первого мейотического деления образуются **гаметоциты 2-го порядка** (набор хромосом  $n2c$ ), которые вступают во второе мейотическое деление, и образуются клетки с гаплоидным набором хромосом ( $nc$ ). Овогенез на этом этапе практически заканчивается, а сперматогенез включает еще одну фазу, во время которой сперматозоиды приобретают свою специфическую структуру.

# Сперматогенез

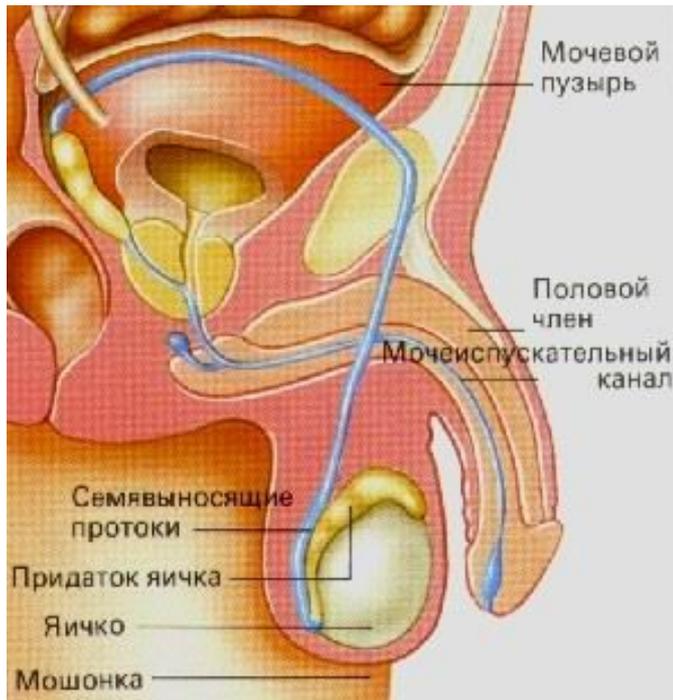


Во время периода полового созревания диплоидные клетки в семенных канальцах семенников делятся митотически, в результате чего образуется множество более мелких клеток, называемых *сперматогониями*.

**Клетки Сертоли** обеспечивают механическую защиту, опору и питание развивающихся гамет.

**Лейдиговы клетки** образуют мужские половые гормоны

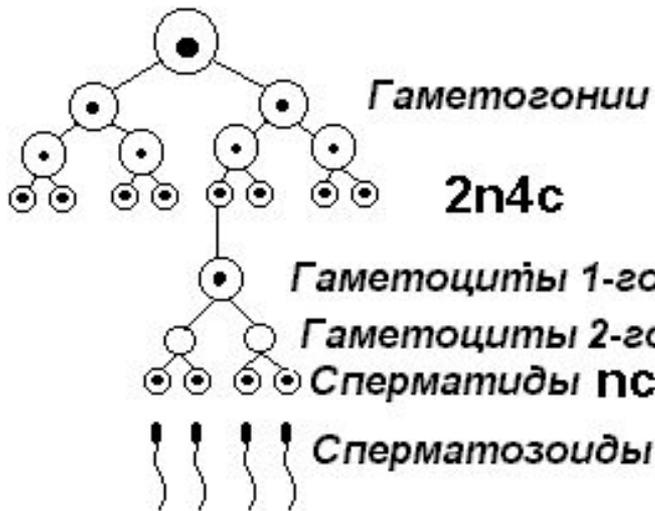
Затем сперматогонии вступают в *фазу роста* и увеличивается в размерах. Увеличившиеся в размерах сперматогонии называются *сперматоцитами 1-го порядка*.



# Сперматогенез

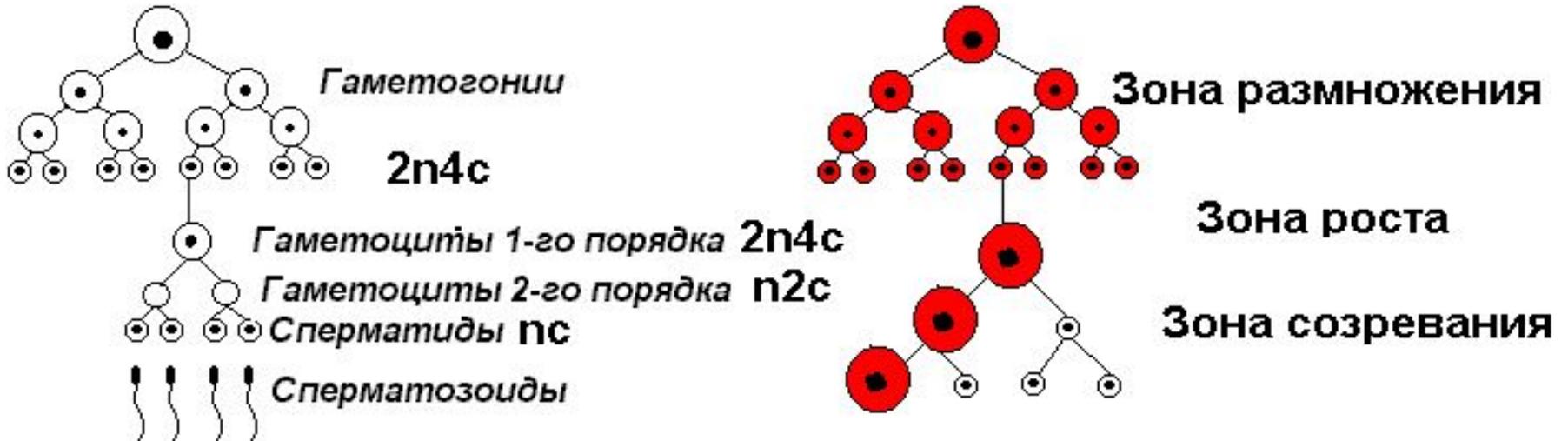
Период созревания начинается тогда, когда сперматоцит 1-го порядка подвергается первому мейотическому делению, в результате чего образуются два *сперматоцита 2-го порядка*.

Затем эти вновь образовавшиеся клетки делятся (второе мейотическое деление), и в результате образуются гаплоидные *сперматиды*. Таким образом, из одного сперматоцита 1-го порядка возникают четыре гаплоидных *сперматиды*.



# Сперматогенез

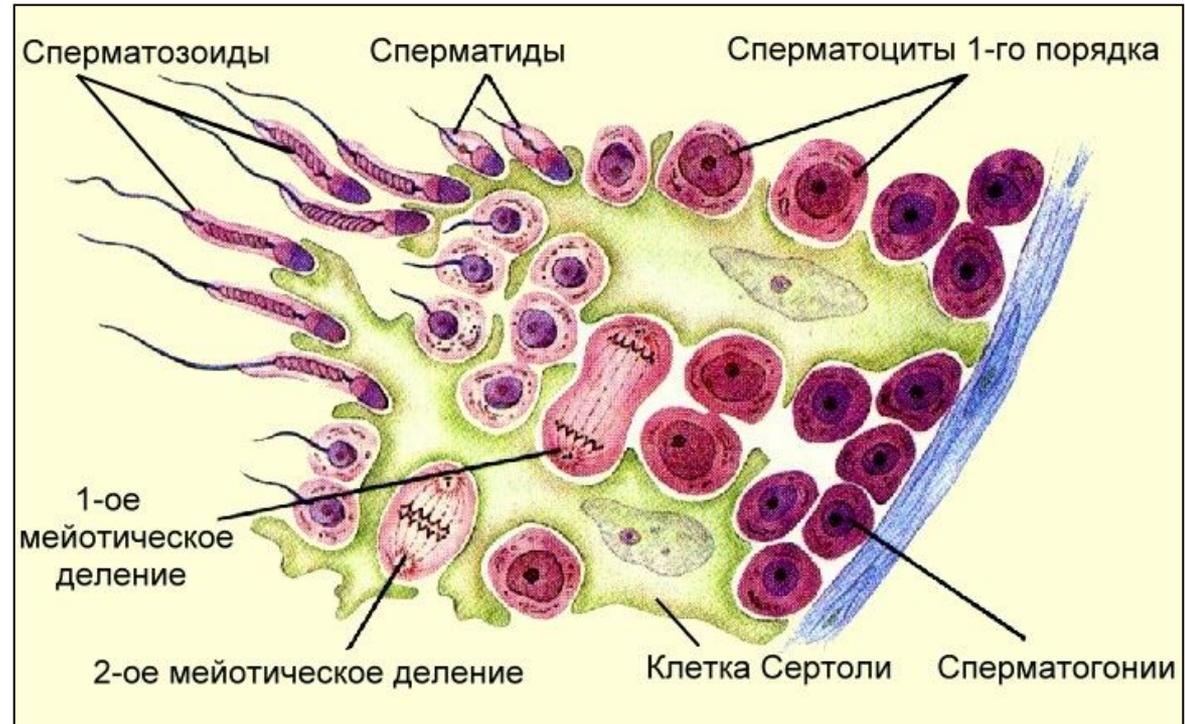
Период формирования сперматозоидов характеризуется тем, что первично шаровидные сперматиды превращаются в *сперматозоиды*. Процесс превращения сперматид в сперматозоиды называется *спермиогенезом*. В нем участвуют все элементы ядра и цитоплазмы. Ядро сперматид уплотняется вследствие гиперспирализации хромосом, которые становятся генетически инертными.



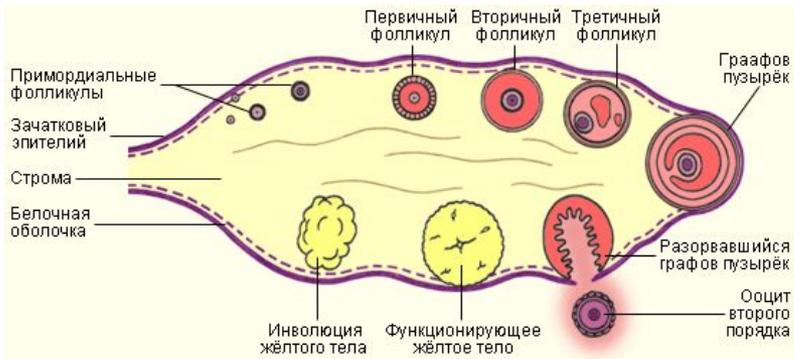
# Сперматогенез

Аппарат Гольджи перемещается к одному из полюсов ядра и образует *акросому*. Центриоли занимают место у противоположного полюса ядра.

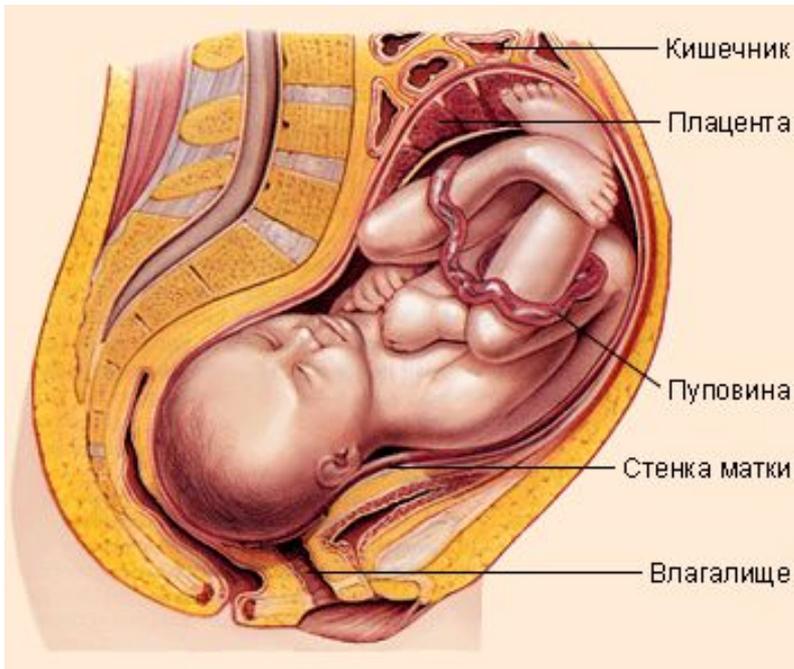
У основания жгутика в виде спирального чехла концентрируются митохондрии. Почти вся цитоплазма сперматиды отторгается.



# Овогенез



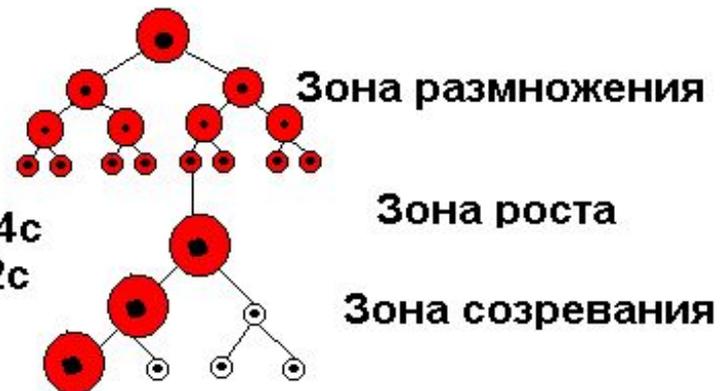
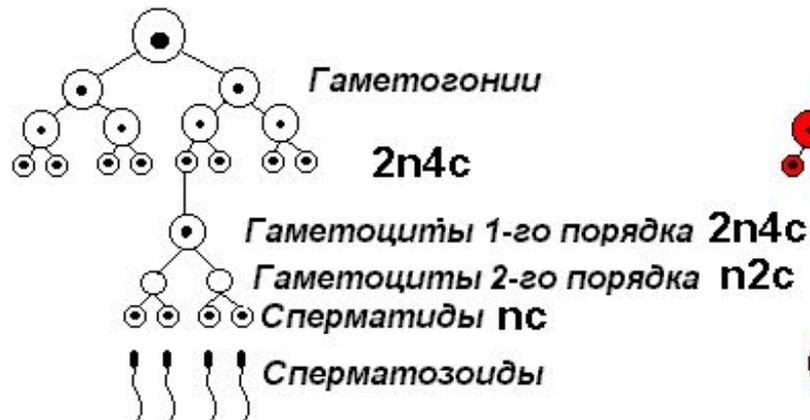
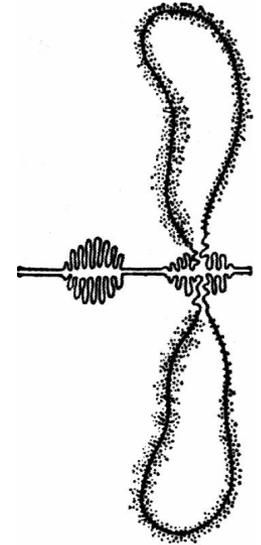
Все периоды развития яйцеклеток осуществляются у животных в яичниках. В отличие от образования сперматозоидов, которое происходит только после достижения половой зрелости (в частности, у позвоночных животных), процесс образования яйцеклеток начинается еще у зародыша.



*Период размножения* полностью осуществляется на зародышевой стадии развития и заканчивается к моменту рождения (у млекопитающих и человека).

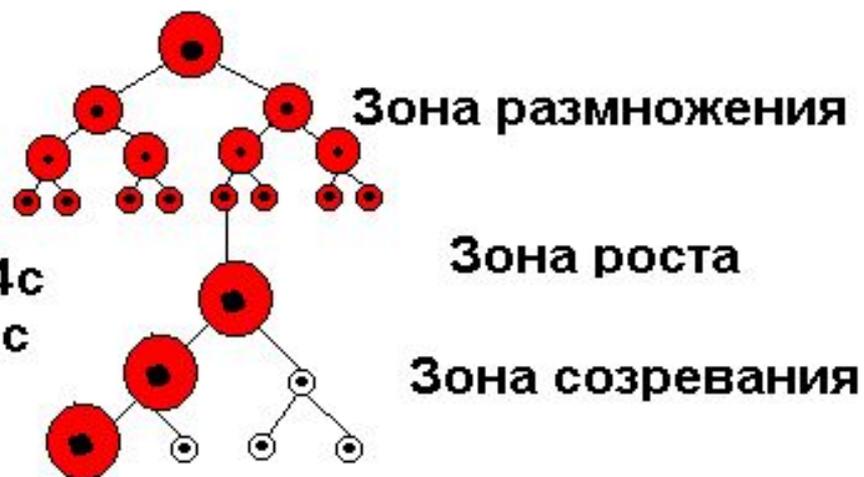
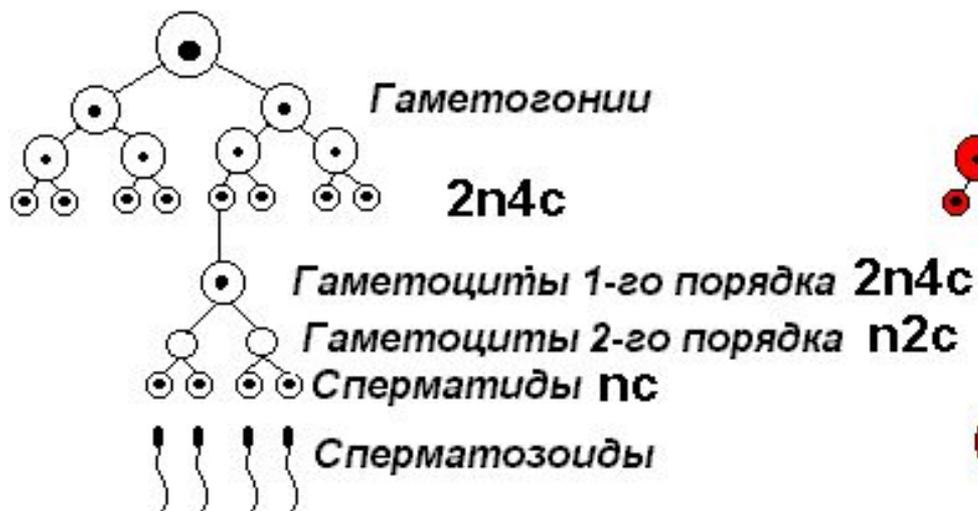
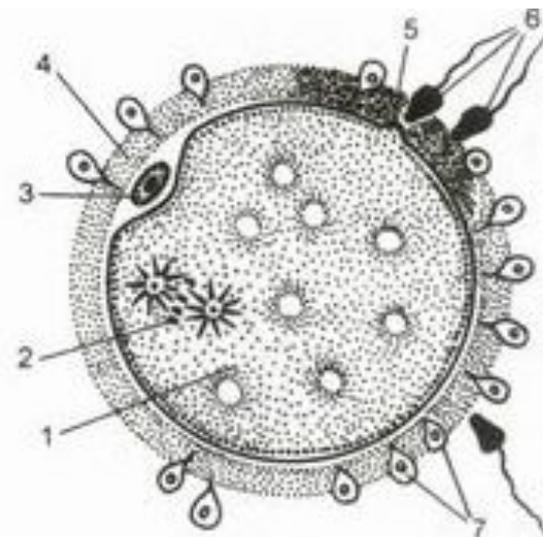
# Овогенез

1. **Зона размножения.** Овогонии подвергаются митотическому делению. Дочерние клетки, возникшие в результате деления овогоний, называются **овоцитами 1-го порядка**.
2. **Зона роста.** Овоциты увеличиваются в размерах, накапливая питательные вещества, становятся овоцитами 1-го порядка.
3. **Зона созревания.** Овоциты 1-го порядка вступают в **профазу I**, которая **останавливается на стадии диплотены**. Происходит выпетливание «генов домашнего хозяйства», хромосомы имеют вид «ламповых щеток».



## Овогенез

В 10-12 лет ежемесячно один из овоцитов 1-го порядка вступает в период созревания. В результате первого мейотического деления возникают две дочерние клетки. Одна из них, относительно мелкая, называется *первым полярным тельцем*, а другая, более крупная – *овоцит 2-го порядка*.

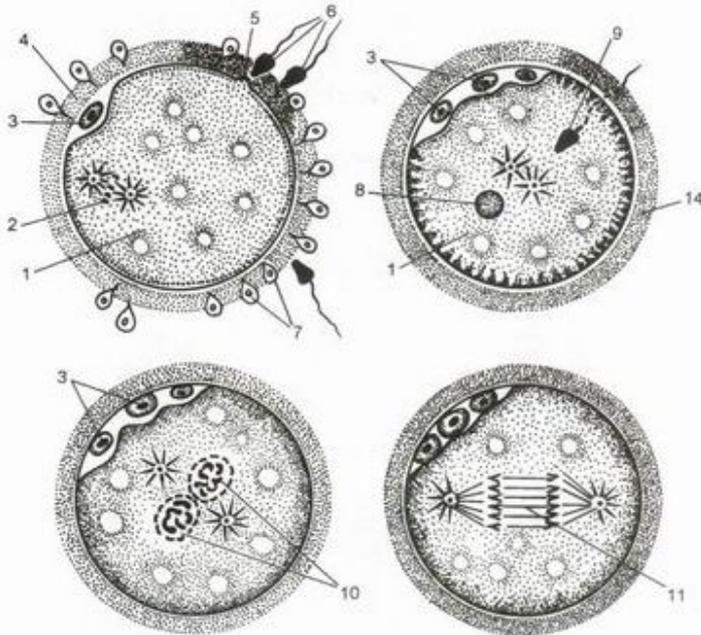
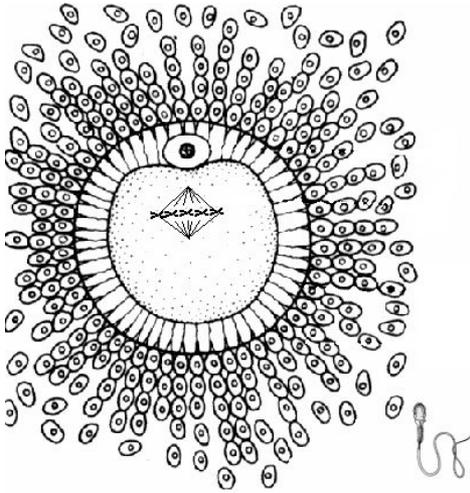


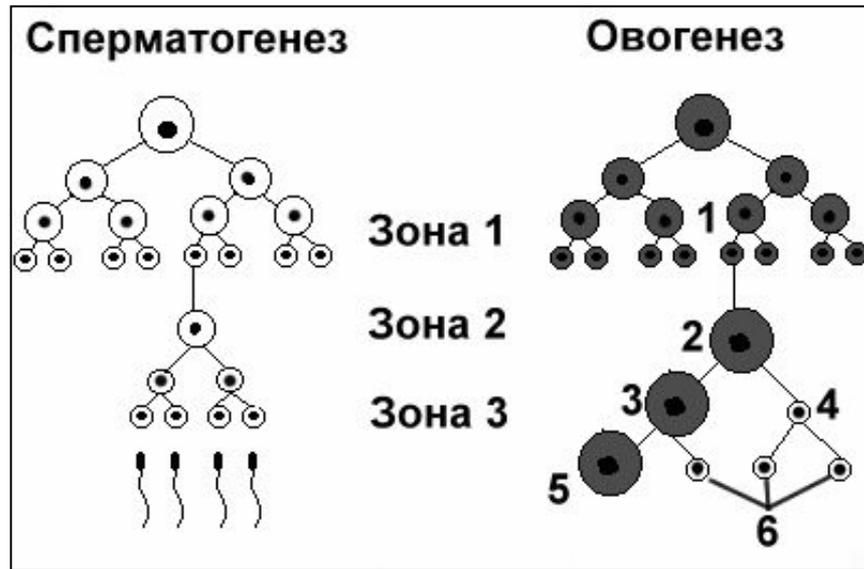
## Овогенез

Второе деление мейоза осуществляется до стадии метафазы II и продолжится только после того, как ооцит 2-го порядка вступит во взаимодействие со сперматозоидом, и произойдет оплодотворение.

Таким образом, из яичника выходит, строго говоря, не яйцеклетка, а овоцит 2-го порядка.

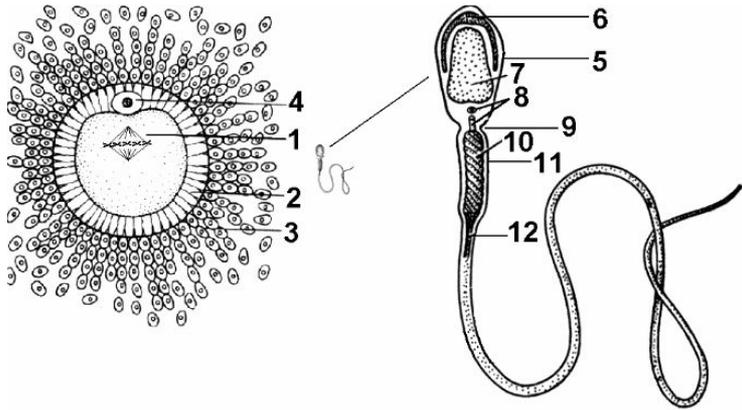
Лишь после оплодотворения он делится, в результате чего возникает **яйцеклетка (или яйцо) и второе полярное тельце**. Однако традиционно для удобства яйцеклеткой называют овоцит 2-го порядка, готовый к взаимодействию со сперматозоидом. Таким образом, в результате овогенеза образуется **одна нормальная яйцеклетка и три полярных тельца**.





1. Как называются клетки, обозначенные цифрами 1 — 6?
2. Какой набор хромосом в зоне размножения, где предшественники гамет делятся митотически?
3. Какой набор хромосом в зоне роста, перед первым делением мейоза?
4. Какой набор хромосом и ДНК после первого деления мейоза? После второго деления?
5. Какое количество нормальных яйцеклеток образуется из одного овоцита, вступающего в мейоз?

## Гаметы

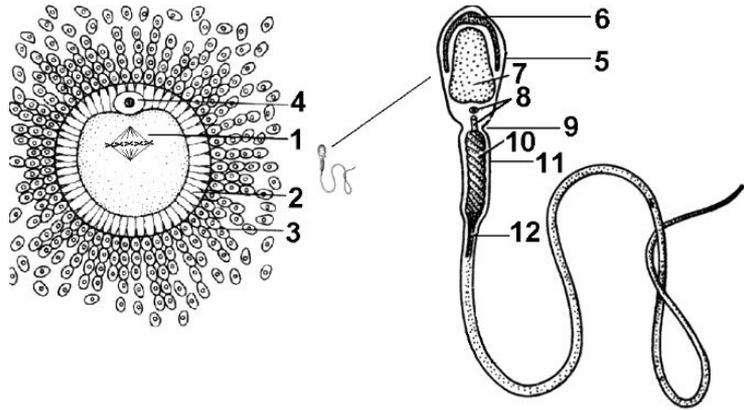


Яйцеклетка млекопитающих была открыта в 1821 году [К.М.Бэр](#)ом. Окончательное созревание яйцеклетки происходит уже после оплодотворения, поэтому фактически зрелой яйцеклетки не существует.

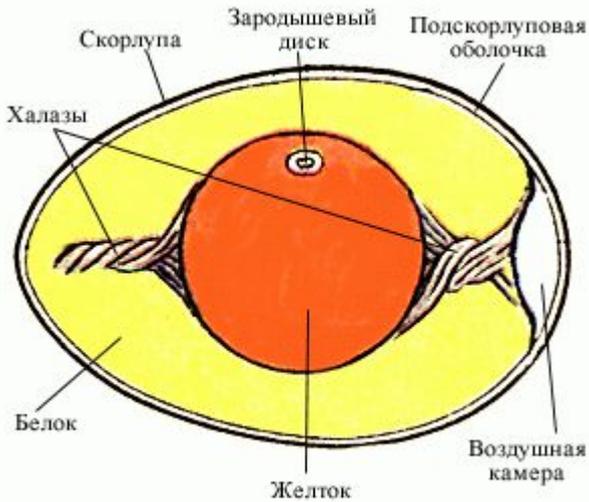
Размер яйцеклеток колеблется в широких пределах — от нескольких десятков микрометров до нескольких сантиметров (яйцеклетка человека — около 100 мкм, яйцо страуса, имеющее длину со скорлупой порядка 155 мм — тоже яйцеклетка).

У большинства животных [яйцеклетки имеют дополнительные оболочки, располагающиеся поверх цитоплазматической мембраны. В зависимости от происхождения различают: Первичные оболочки, возникающие в результате выделения ооцитом и, возможно, фолликулярными клетками веществ, образующих слой, контактирующий с наружной цитоплазматической мембраной яйцеклетки. У млекопитающих эта оболочка называется \[блестящей\]\(#\).](#)

## Гаметы



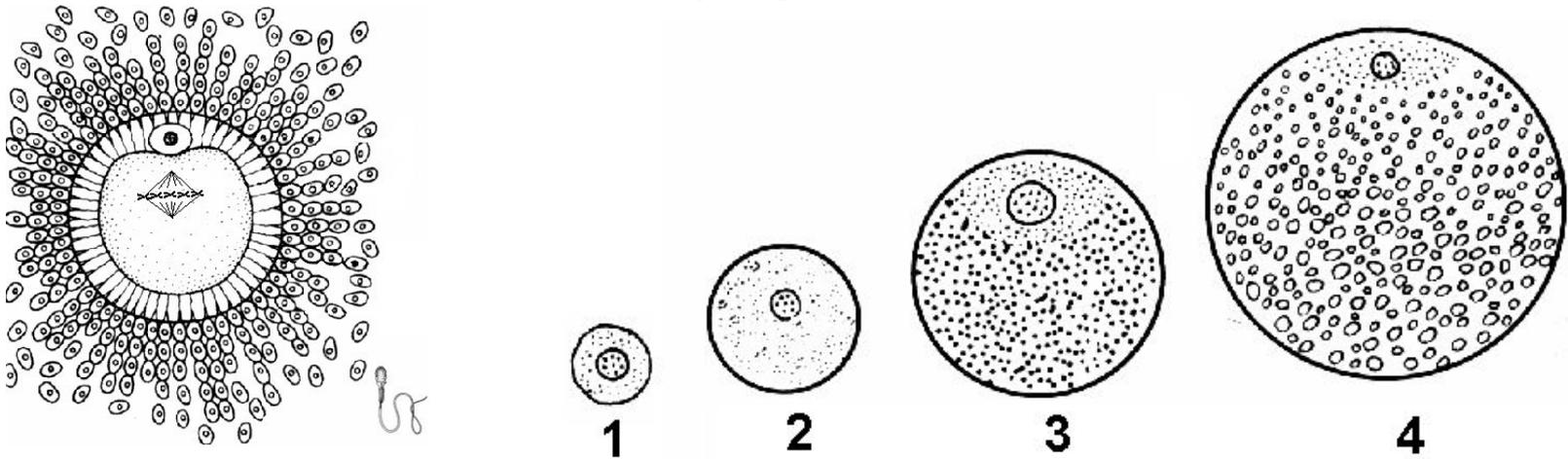
**Вторичные оболочки**, образованные выделениями фолликулярных клеток яичника. Имеются не у всех яиц. Вторичная оболочка яиц многих насекомых, например, содержит канал — *микропиле*, через который сперматозоид проникает в яйцеклетку.



**Третичные оболочки**, образующиеся за счет деятельности специальных желез яйцеводов. Например, у птиц происходит образование белковой, подскорлуповой пергаментной, скорлуповой и надскорлуповой оболочек.

Вторичные и третичные оболочки, как правило, образуются у яйцеклеток животных, зародыши которых развиваются во внешней среде. Их строение соответствует условиям среды.

## Гаметы

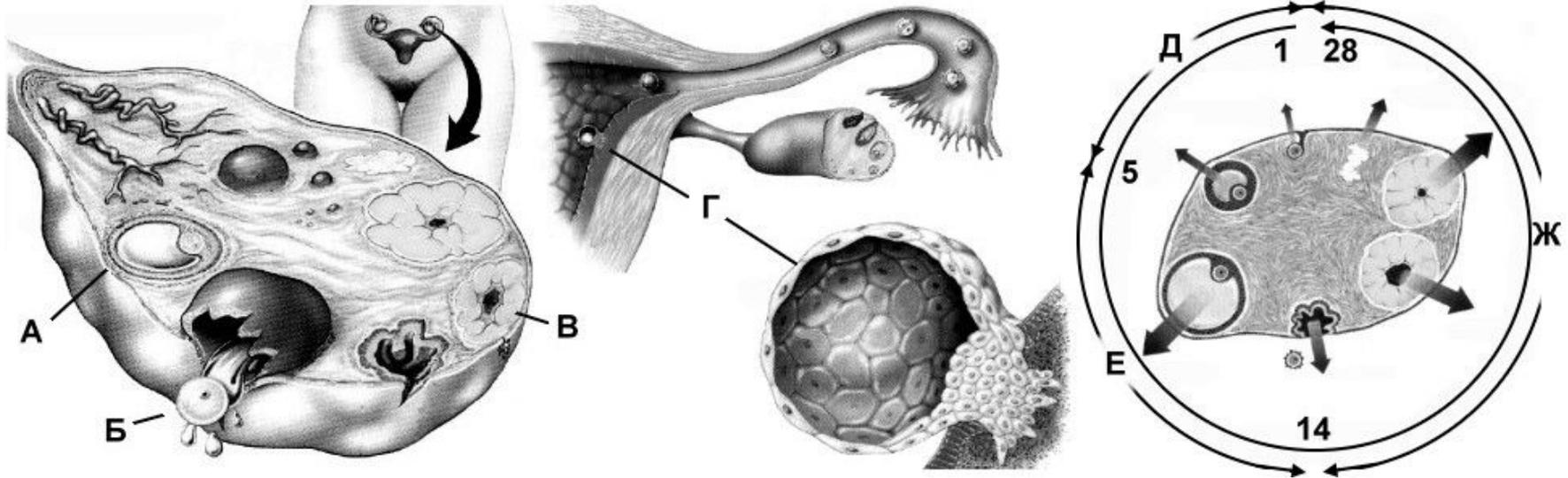
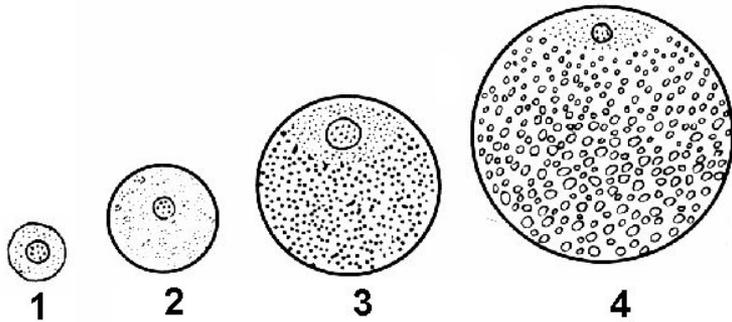


Поскольку у млекопитающих наблюдается внутриутробное развитие, их яйцеклетки имеют только первичную оболочку, поверх которой располагается лучистый венец — слой фолликулярных клеток, доставляющих к яйцеклетке питательные вещества.

В зависимости от количества желтка, содержащегося в яйцеклетках, различают: *алецитальные яйца* (млекопитающие, плоские черви); *изолецитальные яйца* (ланцетник, морской еж); *умеренно телелецитальные яйца* (рыбы, земноводные); *резко телелецитальные яйца* (птицы).

## Гаметы

В связи с накоплением питательных веществ, у яйцеклеток появляется полярность. Противоположные полюсы называются *вегетивным* и *анимальным*. Поляризация у разных животных выражена неодинаково и зависит от количества и распределения желтка.



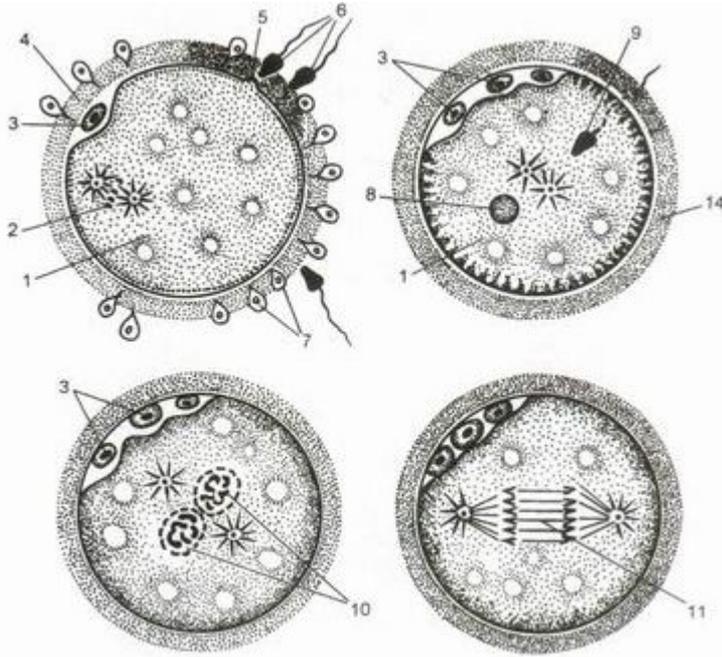
# Оплодотворение



Различают два типа оплодотворения: *наружное*, при котором встреча сперматозоидов и яйцеклеток происходит во внешней; *внутреннее*, при котором встреча сперматозоидов и яйцеклеток происходит в половых путях самки (пресмыкающиеся, птицы, млекопитающие).

Чаще всего сперматозоид полностью втягивается в яйцо, иногда жгутик остается снаружи и отбрасывается. С момента проникновения сперматозоида в яйцо гаметы перестают существовать, так как образуют единую клетку — *зиготу*. Ядро сперматозоида набухает, его хроматин разрыхляется, ядерная оболочка растворяется, и он превращается в *мужской пронуклеус*.

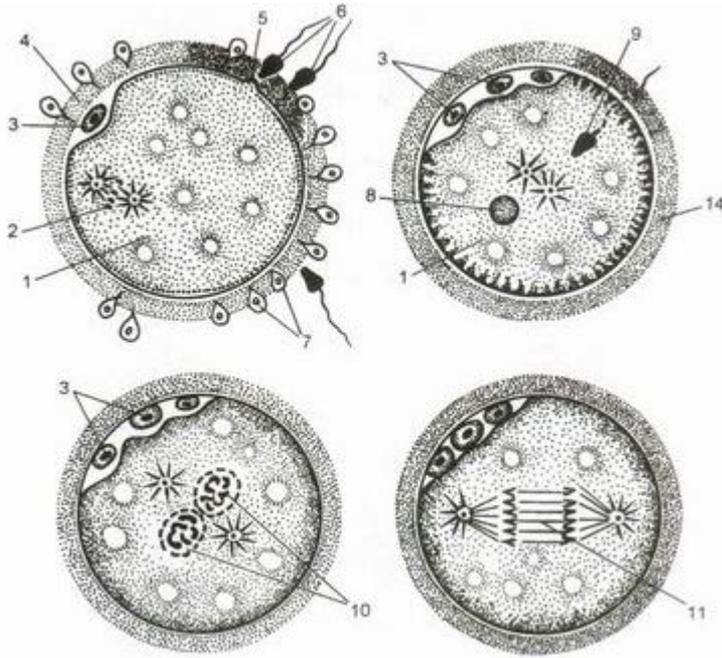
## Оплодотворение



Это происходит одновременно с завершением второго деления мейоза ядра яйцеклетки, которое возобновилось благодаря оплодотворению. Постепенно ядро яйцеклетки превращается в *женский пронуклеус*.

Пронуклеусы перемещаются к центру яйцеклетки, *происходит репликация ДНК*, и после их слияния набор хромосом и ДНК зиготы становится  $2n4c$ . *Объединение пронуклеусов и представляет собой собственно оплодотворение*. Таким образом, оплодотворение заканчивается образованием зиготы с диплоидным ядром. Оплодотворение — необратимый процесс, то есть однажды оплодотворенное яйцо не может быть оплодотворено вновь.

## Оплодотворение



Различают: **моноспермию** — оплодотворение, при котором в яйцо проникает только один сперматозоид; **полиспермию** — оплодотворение, при котором в яйцеклетку проникает несколько сперматозоидов (некоторые птицы, рептилии). Но даже в этом случае с ядром яйцеклетки сливается ядро только одного из сперматозоидов, а остальные ядра разрушаются.

Различают: **перекрестное оплодотворение** — оплодотворение, в котором принимают участие гаметы, образованные разными организмами; **самооплодотворение** — оплодотворение, при котором сливаются гаметы, образованные одним и тем же организмом — гермафродитом (некоторые растения, паразитические черви).

*Дайте определение терминам или раскройте понятия (одним предложением, подчеркнув важнейшие особенности):*

1. Гаметогенез. 2. Гаметогонии. 3. Гаметоциты 1-го порядка. 4. Гаметоциты 2-го порядка. 5. Алецитальные, изолецитальные яйцеклетки. 6. Оогенез. 7. Сперматогенез. 8. Умеренно телолецитальные, резко телолецитальные яйцеклетки. 9. Анимальный и вегетативный полюса яйцеклетки 10. Партеногенез.