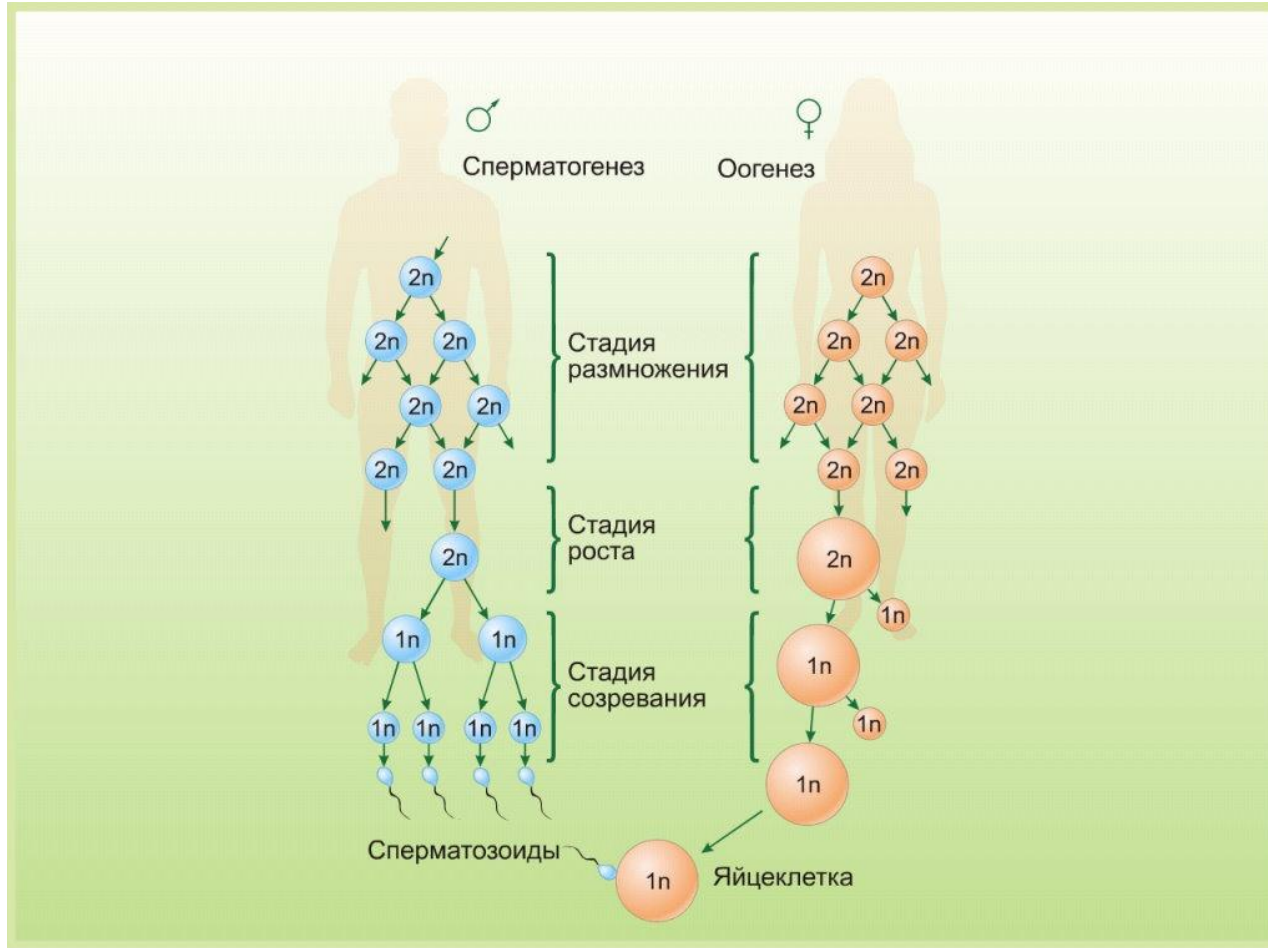


# *Тема: «Гаметогенез, оплодотворение»*

Задачи:

Дать характеристику гаметогенезу и оплодотворению у животных

# Гаметогенез



Стадии развития половых клеток.

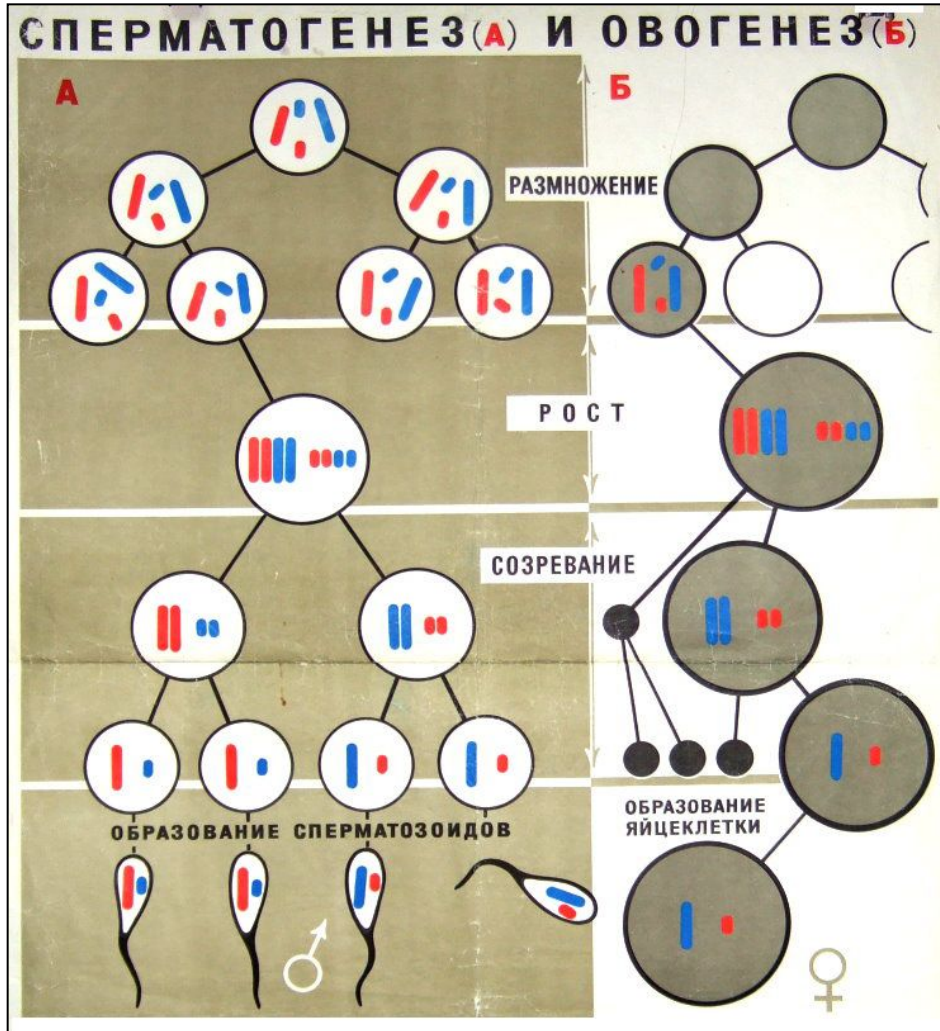
**Гаметогенез** — это процесс развития половых клеток — гамет.

## Этапы гаметогенеза

Процесс образования сперматозоидов называется **сперматогенезом**, а образование яйцеклеток — **овогенезом**.

В образовании гамет различают три фазы: фазу размножения, фазу роста, фазу созревания. В сперматогенезе имеется еще одна фаза — фаза формирования.

# Гаметогенез



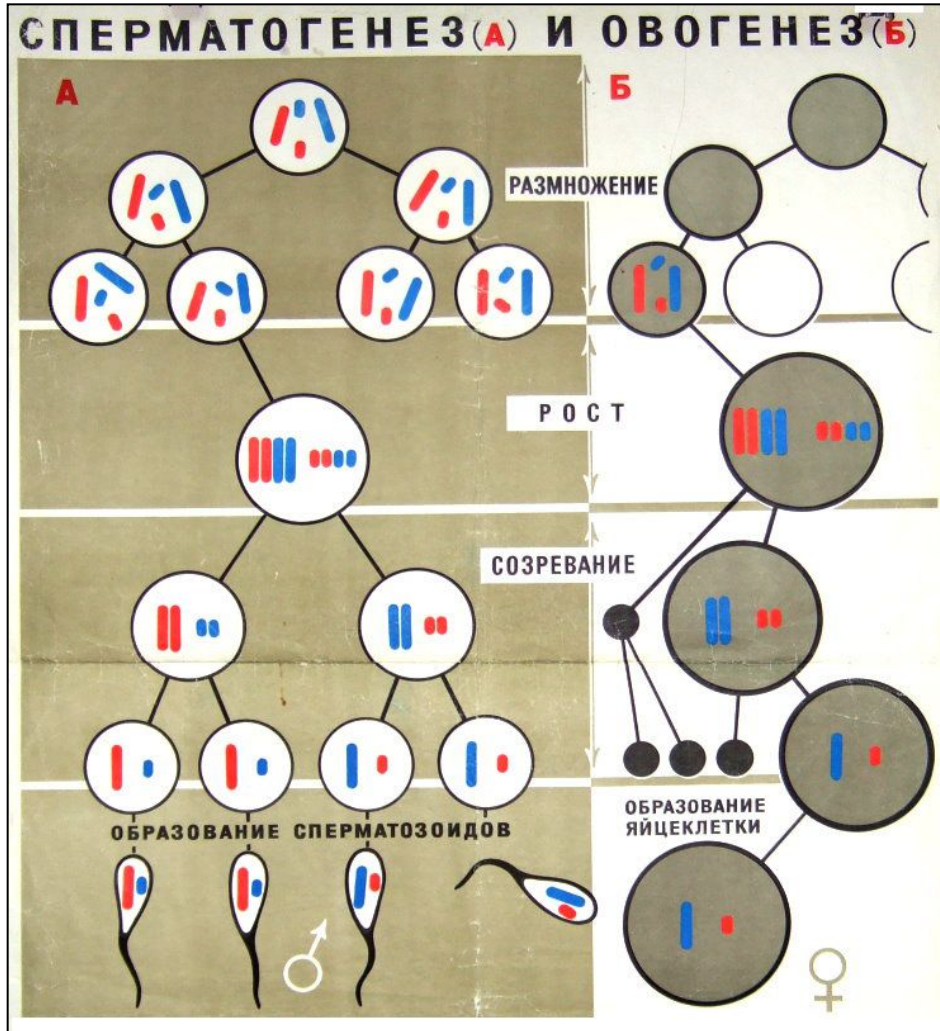
## Фаза размножения:

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

## Фаза роста:

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

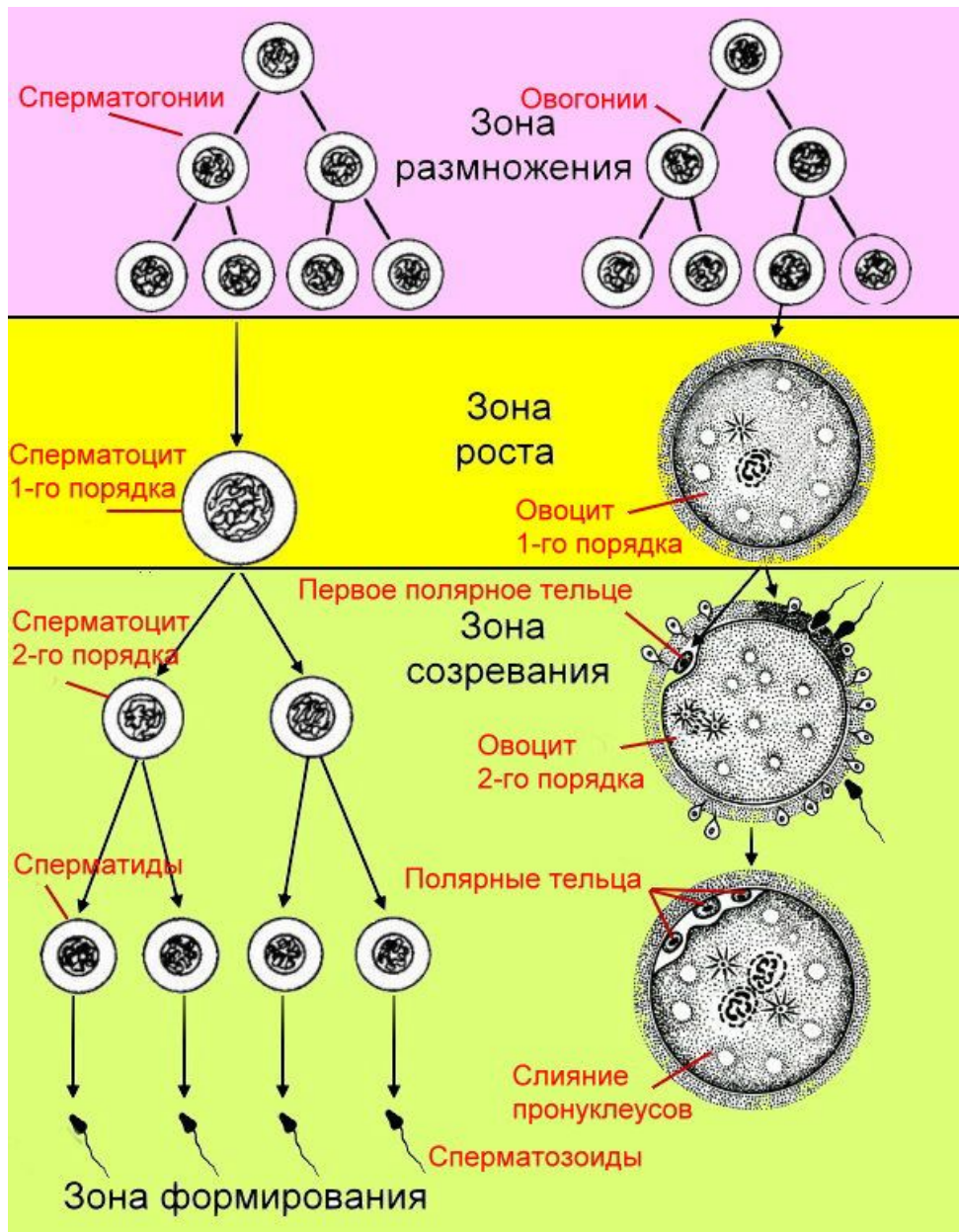
# Гаметогенез



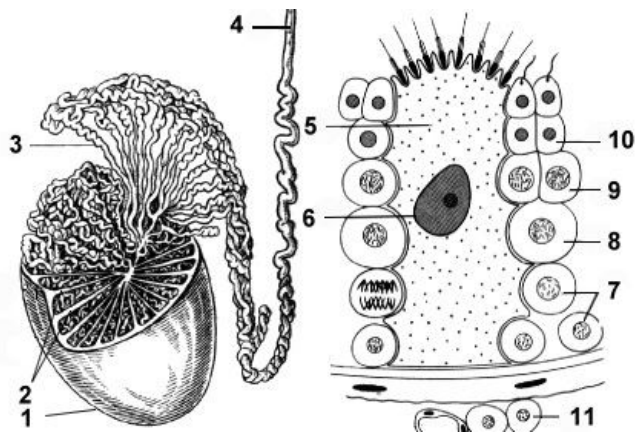
## Фаза созревания:

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.

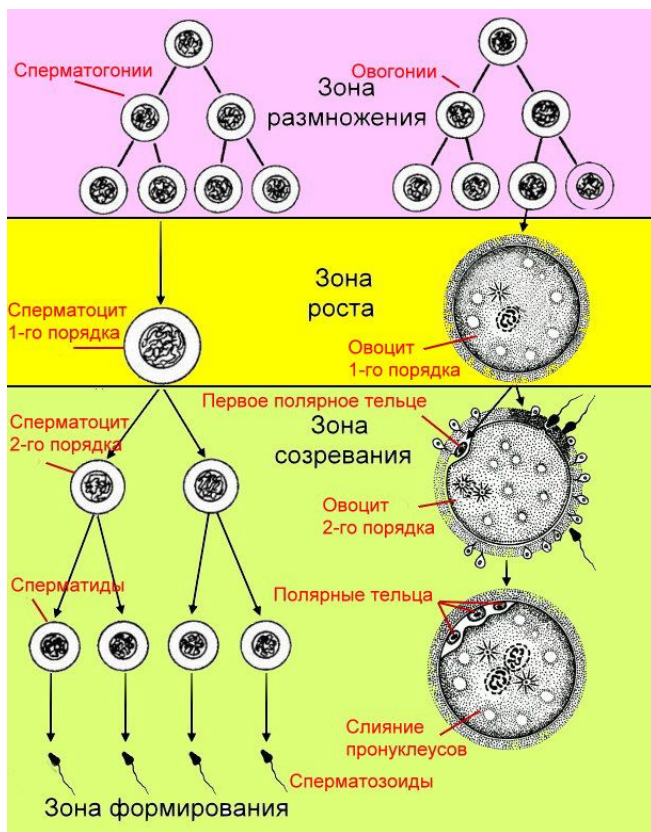
# Гаметогенез



# Сперматогенез



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



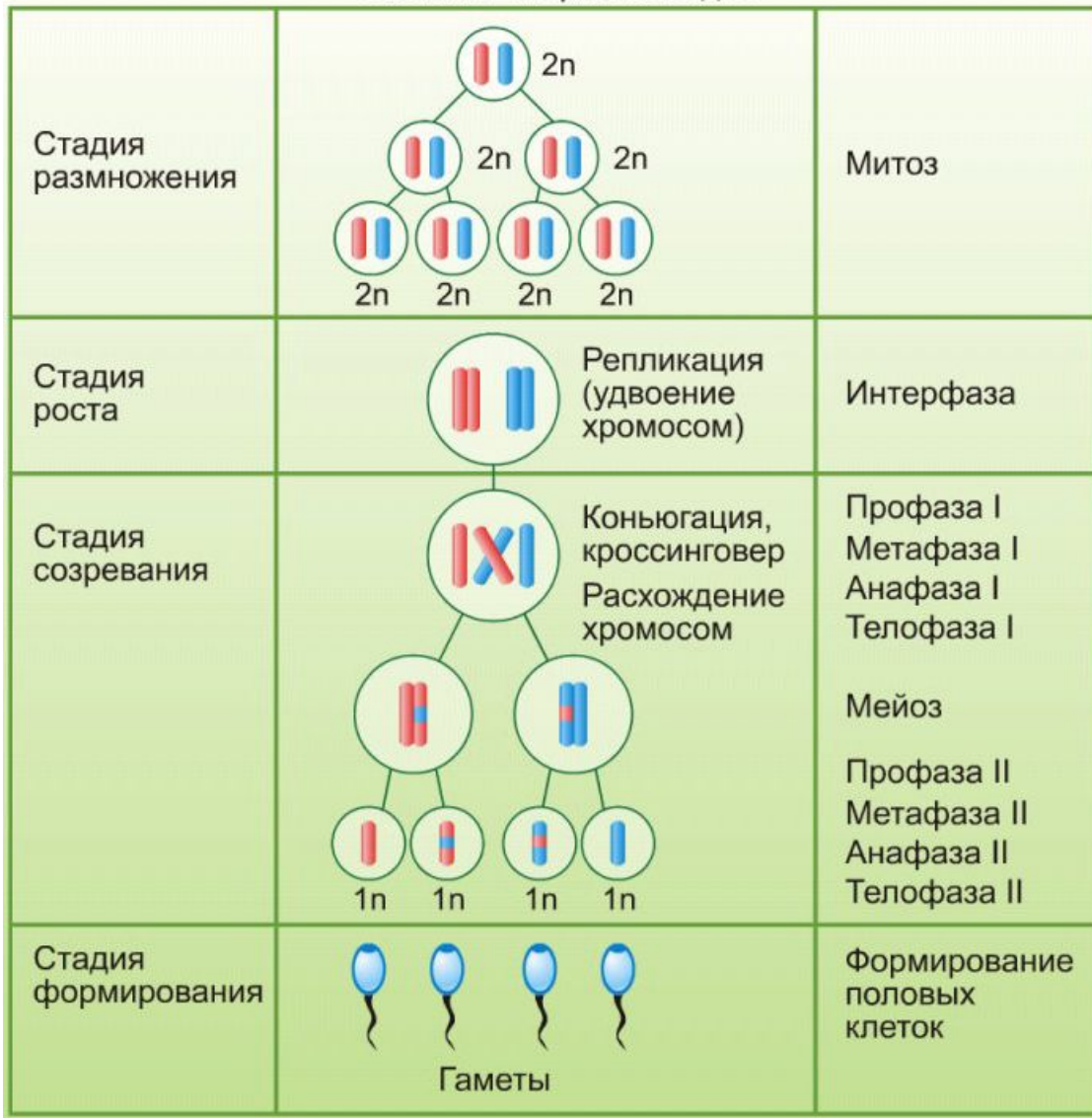
**Клетки Сертоли** обеспечивают механическую защиту, опору и питание развивающихся гамет.

**Лейдиговы клетки** образуют мужские половые гормоны.

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

# Сперматогенез

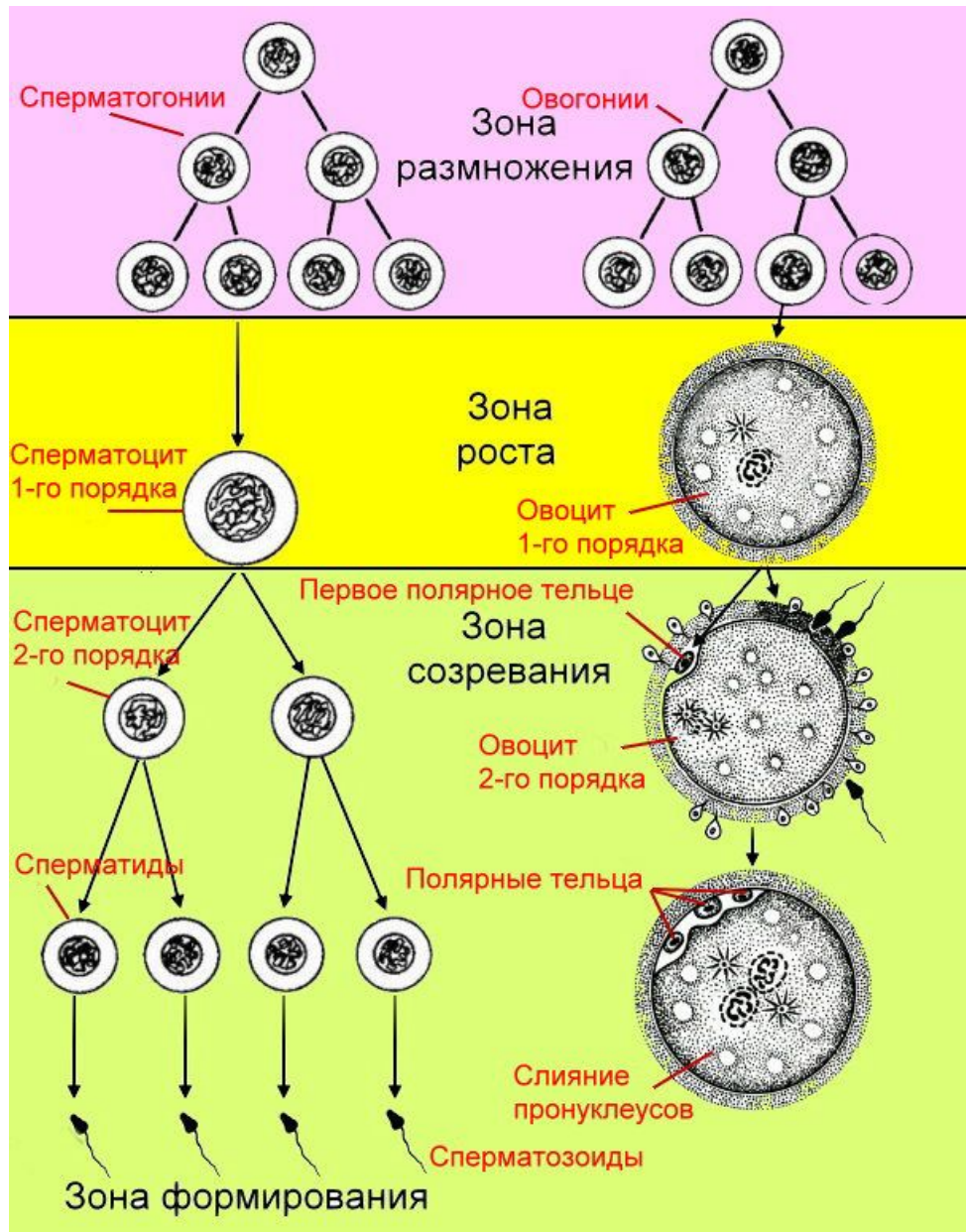
Развитие сперматозоидов



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*.



# 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.



## *Подведем итоги:*

Что происходит в зоне размножения при сперматогенезе?

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

Что происходит в зоне роста и созревания при сперматогенезе?

*В зоне роста – накопление питательных веществ, рост и репликация ДНК, в зоне созревания – мейоз.*

Какой набор хромосом и ДНК после первого и второго деления мейоза?

*После первого  $n2c$ , после второго  $nc$ .*

Что такое сперматогонии? Сперматоциты 1-го и сперматоциты 2-го порядка?

*Сперматогонии – предшественники гамет в зоне размножения, сперматоциты 1-го порядка – клетки, вступающие в первое деление мейоза, сперматоциты 2-го порядка – клетки, вступающие во второе деление мейоза.*

Каковы функции клеток Сертоли?

*Обеспечивают механическую защиту, опору и питание развивающихся гамет.*

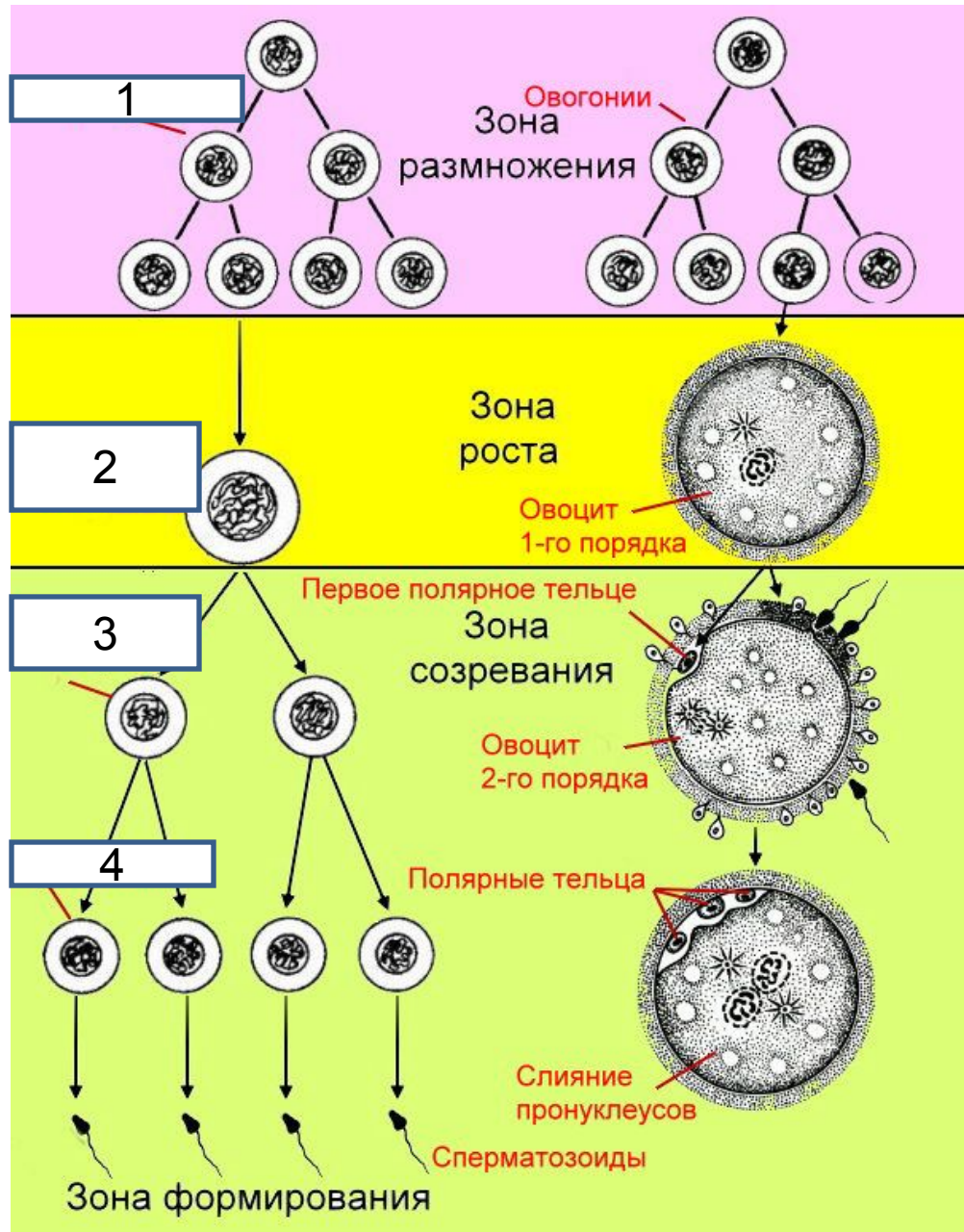
Каковы функции Лейдиговых клеток?

*Образуют мужские половые гормоны.*

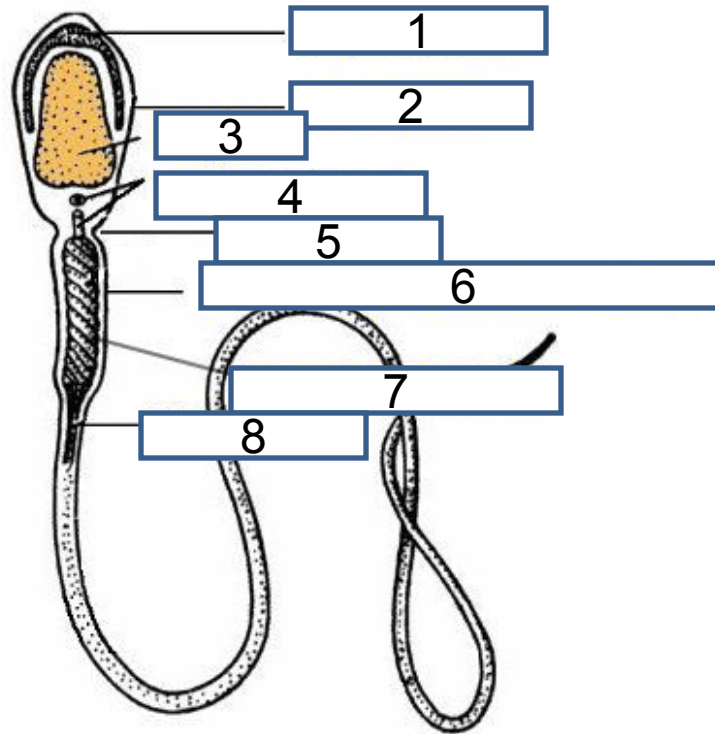
Что такое акросома?

*Видоизмененный комплекс Гольджи в головке сперматозоида. Содержит ферменты, необходимые для растворения оболочек яйцеклетки.*

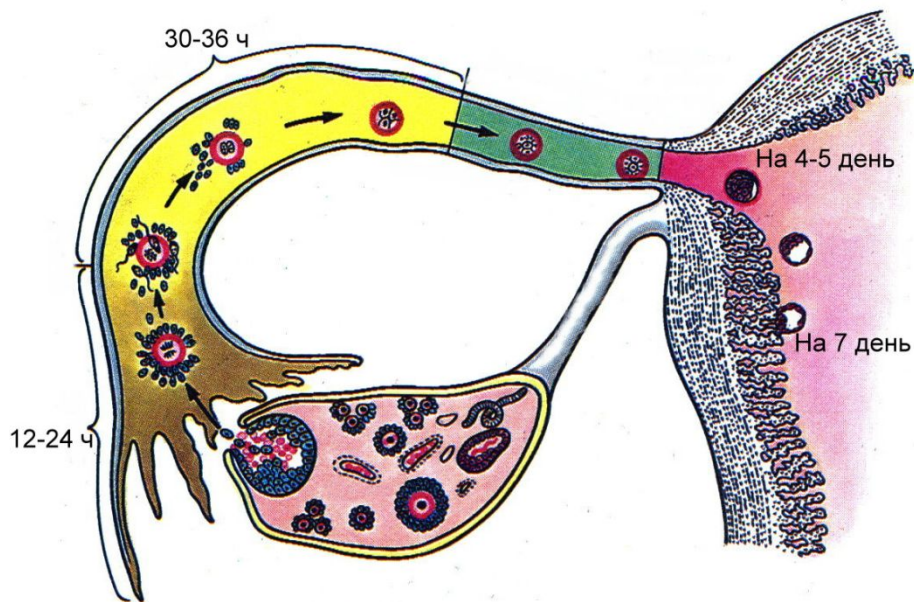
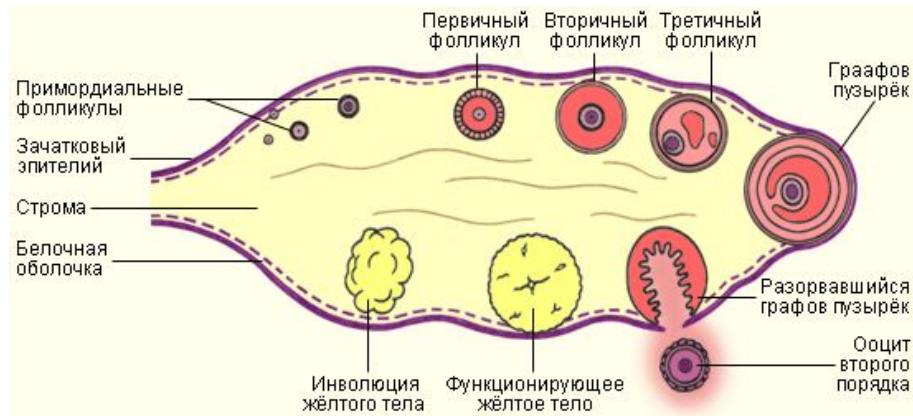
# Подведем итоги:



## Подведем итоги:



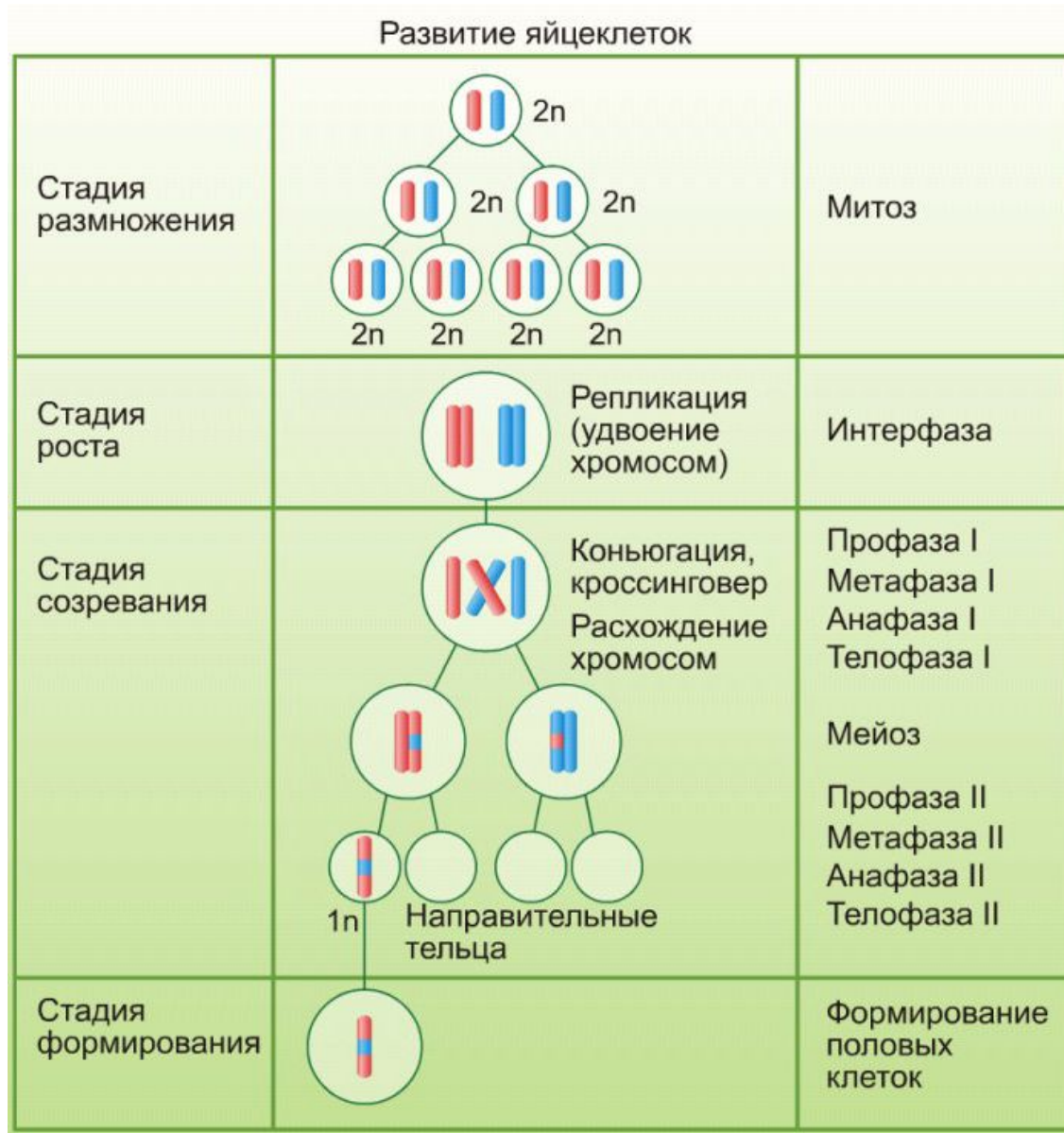
# Овогенез



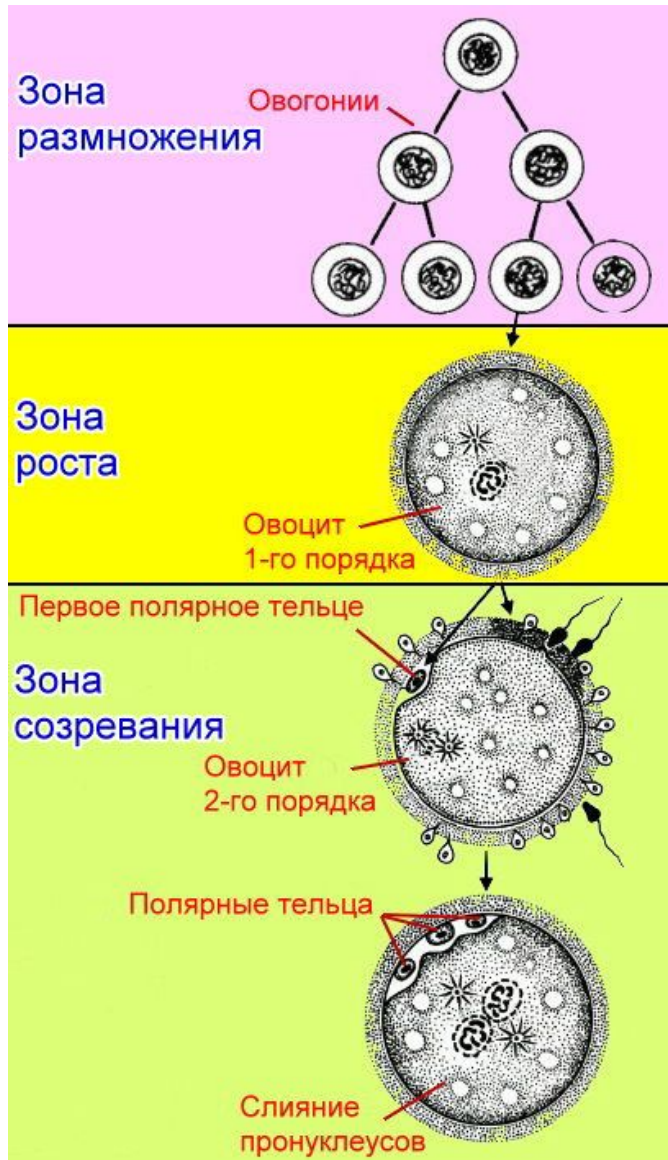
Все периоды развития яйцеклеток осуществляются у животных в яичниках. В отличие от образования сперматозоидов, которое происходит только после достижения половой зрелости (в частности, у позвоночных животных), процесс образования яйцеклеток начинается еще у зародыша.

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

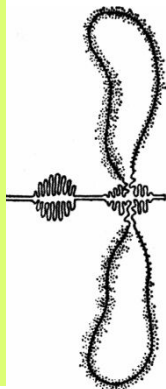
# Овогенез



# Овогенез

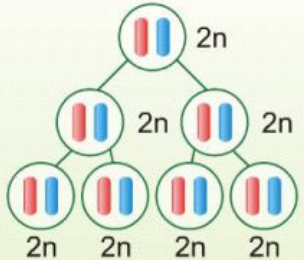

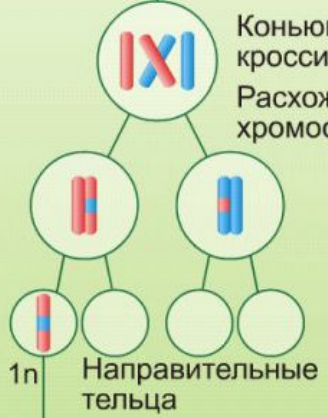
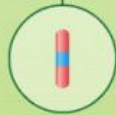


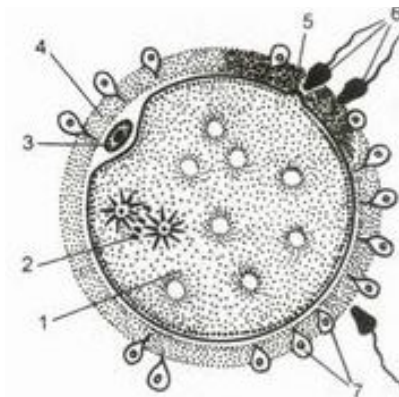
1. **Зона размножения.** **Овогонии** подвергаются митотическому делению.
2. **Зона роста.** Дочерние клетки, возникшие в результате деления овогоний, после репликации ДНК называются **овоцитами 1-го порядка ( $2n4c$ )**. Овоциты увеличиваются в размерах, накапливая питательные вещества.
3. **Зона созревания.** Овоциты 1-го порядка вступают в **профазу I**, которая **останавливается на стадии диплотены**. Происходит выпетливание «генов домашнего хозяйства», хромосомы имеют вид «ламповых щеток».



# Овогенез

Развитие яйцеклеток

Стадия размножения		Митоз
Стадия роста	 <p>Репликация (удвоение хромосом)</p>	Интерфаза
Стадия созревания	 <p>Конъюгация, кроссинговер Расхождение хромосом</p> <p>1n Направительные тельца</p>	Профаза I Метафаза I Анафаза I Телофаза I  Мейоз  Профаза II Метафаза II Анафаза II Телофаза II
Стадия формирования		Формирование половых клеток



В 12-13 лет ежемесячно один из овоцитов 1-го порядка продолжает мейоз. 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*.

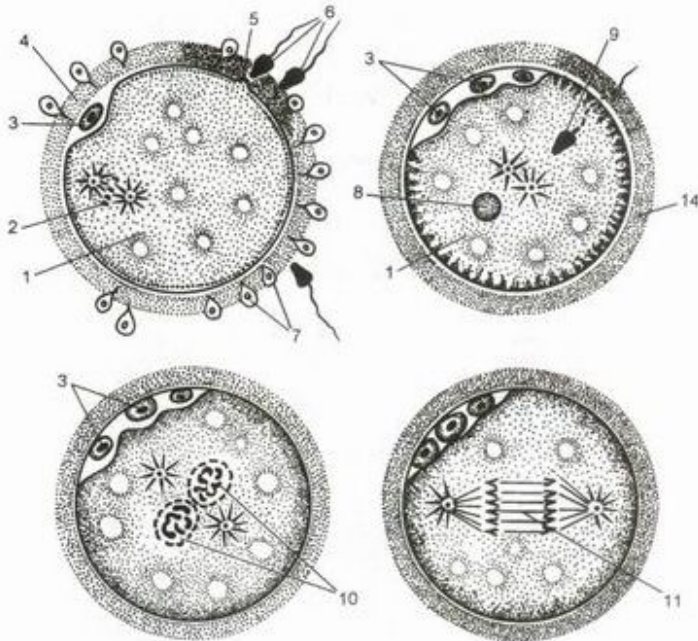
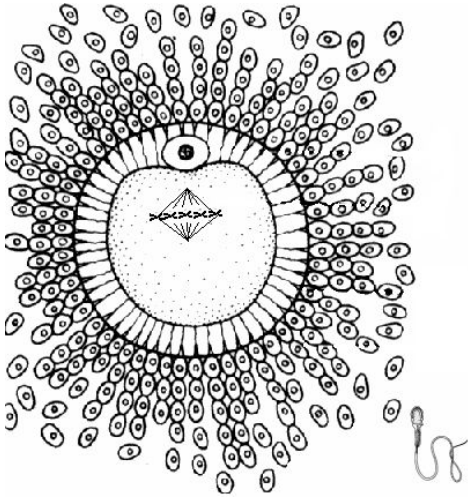


## Овогенез

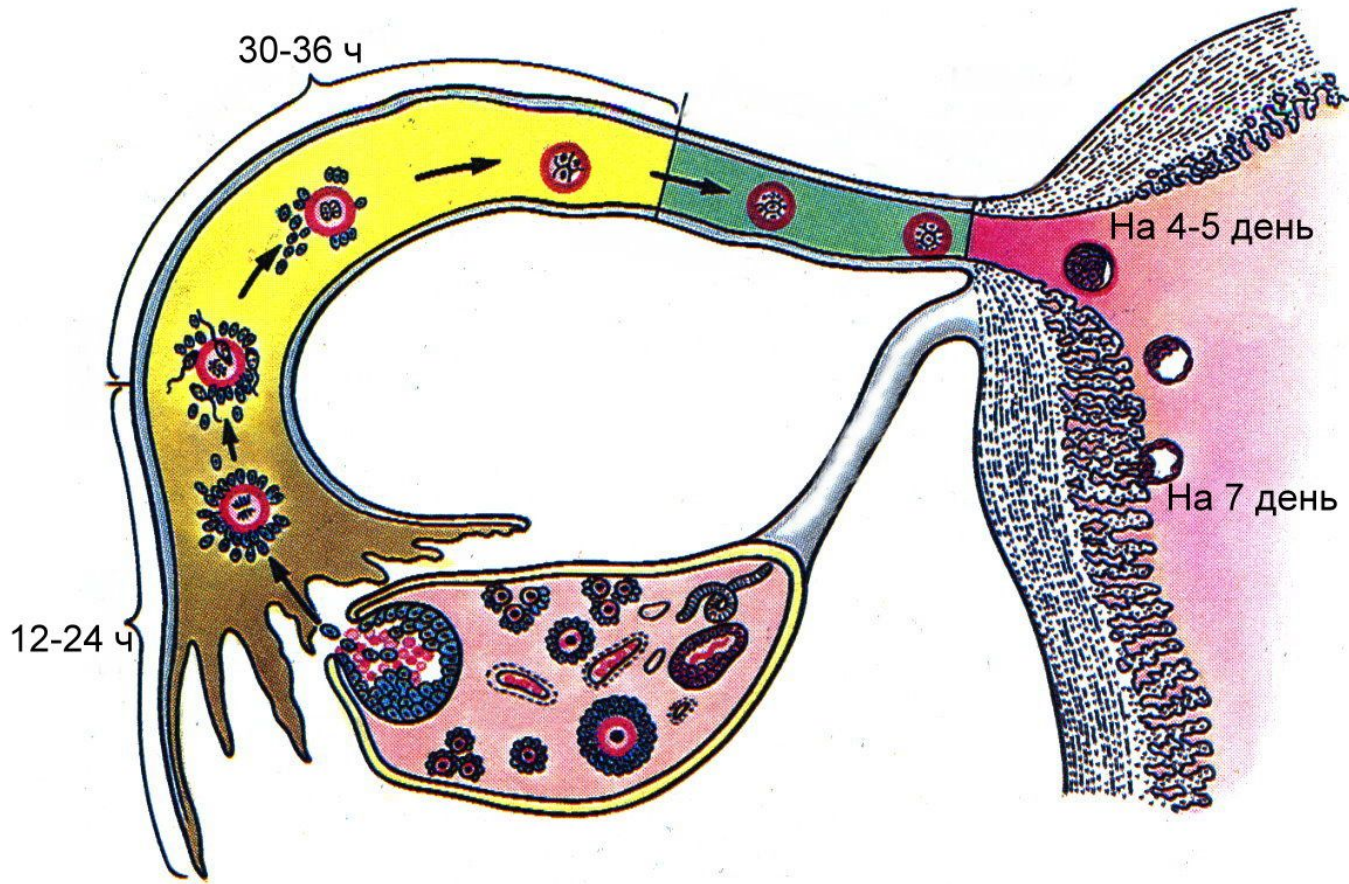
Второе деление мейоза осуществляется до стадии метафазы II и продолжится только после того, как ооцит 2-го порядка вступит во взаимодействие со сперматозоидом, и произойдет оплодотворение.

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

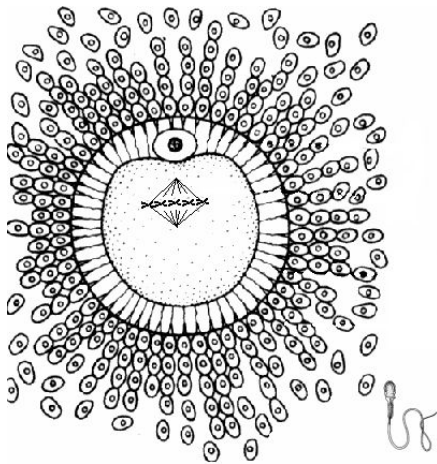
Лишь после оплодотворения он делится, в результате чего возникает **яйцеклетка (или яйцо)** и **второе полярное тельце**. Однако традиционно для удобства яйцеклеткой называют овоцит 2-го порядка, готовый к взаимодействию со сперматозоидом. Таким образом, в результате овогенеза образуется **одна нормальная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



# Овогенез



## Овогенез



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.](#)

# Овогенез

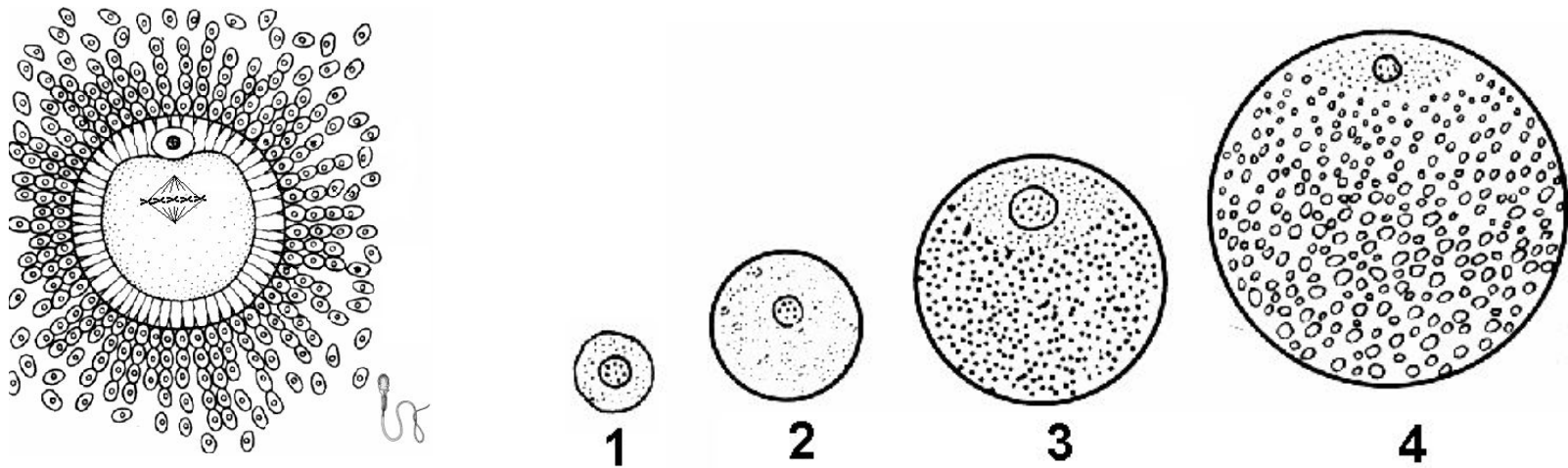
**Вторичные оболочки**, образованные выделениями фолликулярных клеток яичника. Имеются не у всех яиц. Вторичная оболочка яиц многих насекомых, например, содержит канал — **микропиле**, через который сперматозоид проникает в яйцеклетку.



**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.

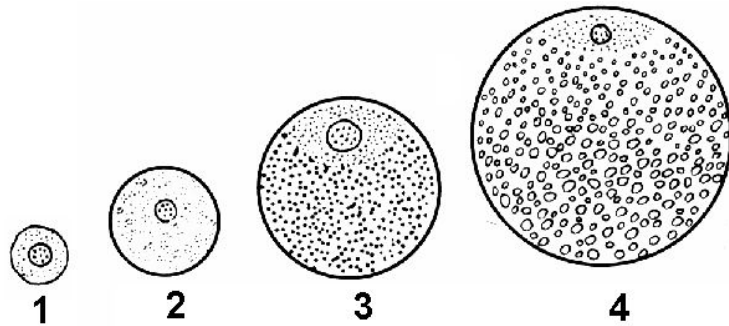
## Овогенез



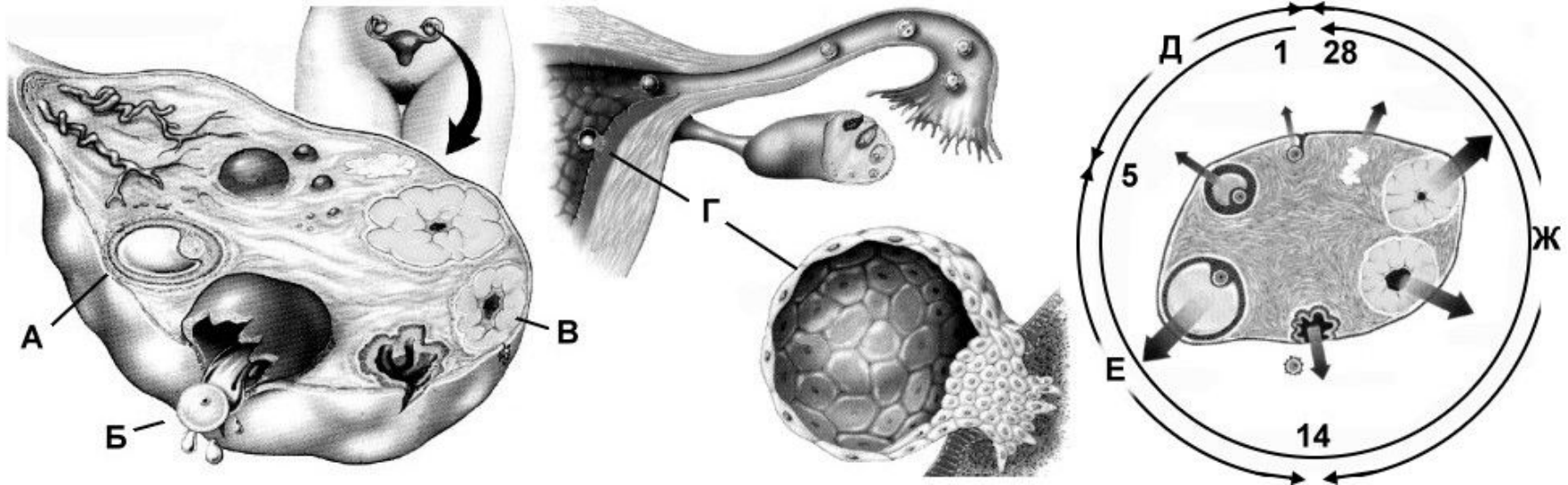
Поскольку у млекопитающих наблюдается внутриутробное развитие, их яйцеклетки имеют только первичную оболочку, поверх которой располагается лучистый венец — слой фолликулярных клеток, доставляющих к яйцеклетке питательные вещества.

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

# Овогенез



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



# Оплодотворение

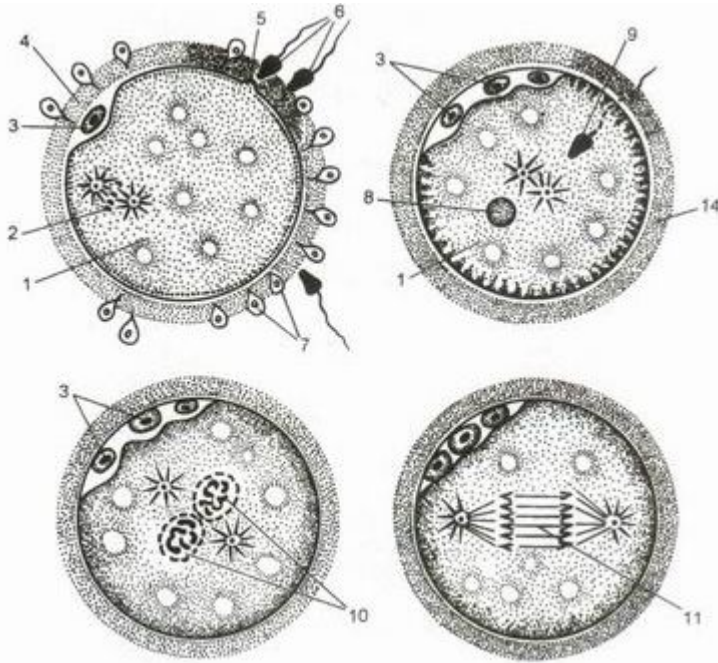


Различают два типа оплодотворения:

- наружное*, при котором встреча сперматозоидов и яйцеклеток происходит во внешней среде;
- 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.



## *Подведем итоги:*

Когда происходит деление овогоний у человека (в зоне размножения)?

*Еще до рождения, начиная с трехмесячного возраста плода.*

На какой стадии останавливается деление овоцита первого порядка?

*Овоциты 1-го порядка вступают в профазу I, которая останавливается на стадии диплотены.*

Что образуется из овоцита первого порядка после первого деления созревания?

*Овоцит второго порядка и первое полярное тельце.*

На какой стадии происходит овуляция овоцита второго порядка?

*На стадии метафазы - 2.*

Когда завершается второе деление мейоза?

*После проникновения сперматозоида делится первое полярное тельце и заканчивается деление овоцита второго порядка.*

Что образуется в результате двух делений мейоза из овоцита?

*Яйцеклетка и три полярных тельца.*

Каков смысл таких неравномерных делений?

*Сохранение питательных веществ у одной клетки - яйцеклетки.*

Какие оболочки различают в яйцеклетке?

*Блестящую и лучистую.*

## *Подведем итоги:*

У каких животных алецитальные яйцеклетки?

*У млекопитающих.*

У каких животных изолецитальные яйцеклетки?

*У ланцетника, морского ежа.*

У каких животных умеренно телolecитальные яйцеклетки?

*У рыб и земноводных.*

У каких животных резко телolecитальные яйцеклетки?

*У птиц и пресмыкающихся.*

Какой полюс яйцеклетки называется анимальным? Вегетативным?

*Полюс, на котором активная цитоплазма с ядром – анимальный, противоположный, с большим количеством желтка – вегетативный.*

Какое оплодотворение называется наружным? Внутренним?

*Если оплодотворение происходит в воде – наружное, если в половых путях самки – внутреннее.*

На какой день месячного цикла происходит овуляция яйцеклетки?

*На 14 день.*

Какое время после овуляции яйцеклетка способна к оплодотворению?

*До 48 часов.*