

# Индивидуальное развитие организмов



- Онтогенез – индивидуальное развитие организма, это длительный и сложный процесс формирования организмов с момента оплодотворения (при половом размножении) или отдельных групп клеток (при бесполом) до завершения жизни

# Онтогенез одноклеточных

- У простейших организмов тело которых состоит из одной клетки онтогенез совпадает с клеточным циклом т.е. с момента появления, путем деления материнской клетки до следующего деления или смерти.
- Онтогенез одноклеточных организмов складывается из двух периодов:
  - созревания (синтез клеточных структур, рост)
  - зрелости (подготовка к делению), и самого процесса деления

- Онтогенез многоклеточных делится на два периода:

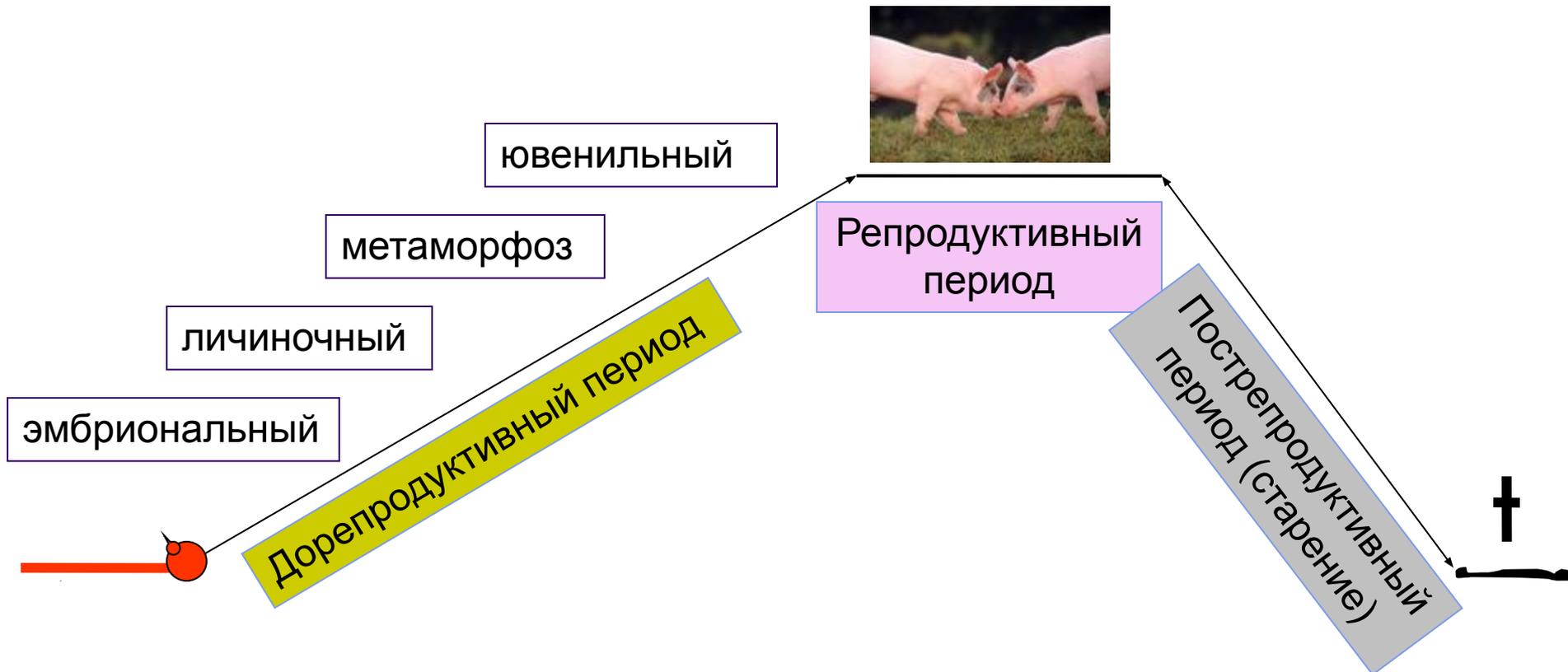
- *Эмбриональный*
- *Постэмбриональный*

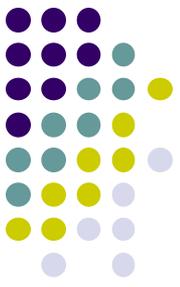




# Периодизация онтогенеза

- 1. Общебиологическая:





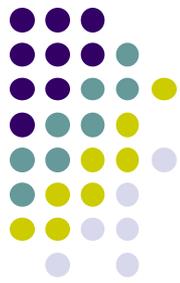
# Эмбриональный период -

- Развитие внутри яйцевых оболочек
- Зародыш относительно изолирован от окружающей среды
- Наиболее короток у Плацентарных – несколько суток до имплантации бластоцисты в матку (либо считают до рождения)
- Наиболее долог у птиц и других яйцекладущих

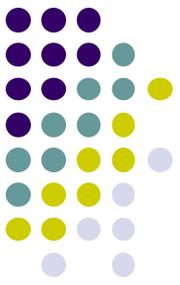


# Личиночный период -

- Может длиться от дней или месяцев до нескольких лет (минога)
- Личинка – это свободно живущий зародыш. Она имеет временные (провизорные) органы.
- Период важен для питания и расселения
- У человека личиночному периоду гомологичен период развития плода в матке



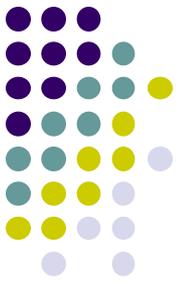
# Некоторые виды достигают половой зрелости на стадии личинки (неотения)



Аксолотль – личинка амбистомы, способная размножаться



# Метаморфоз (превращение) -



- Личинка превращается в ювенильную (юную) форму
- Личиночные (провизорные) органы исчезают, организм перестраивается и появляются органы взрослой жизни
- У человека гомологичен родам, когда отбрасываются зародышевые оболочки, изменяется кровообращение, дыхание, гемоглобин и пр.







# Ювенильный период -

- Длится до полового созревания
- Происходит интенсивный рост
- У млекопитающих и птиц молодь сильно зависит от родителей



# Репродуктивный период -

- Остановка роста и активное размножение
- Вторичные половые признаки
- Есть виды, размножающиеся однократно (лосось) →
- И многократно (статистически чем больше помет, тем меньше продолжительность жизни вида, однако существует масса вариантов)

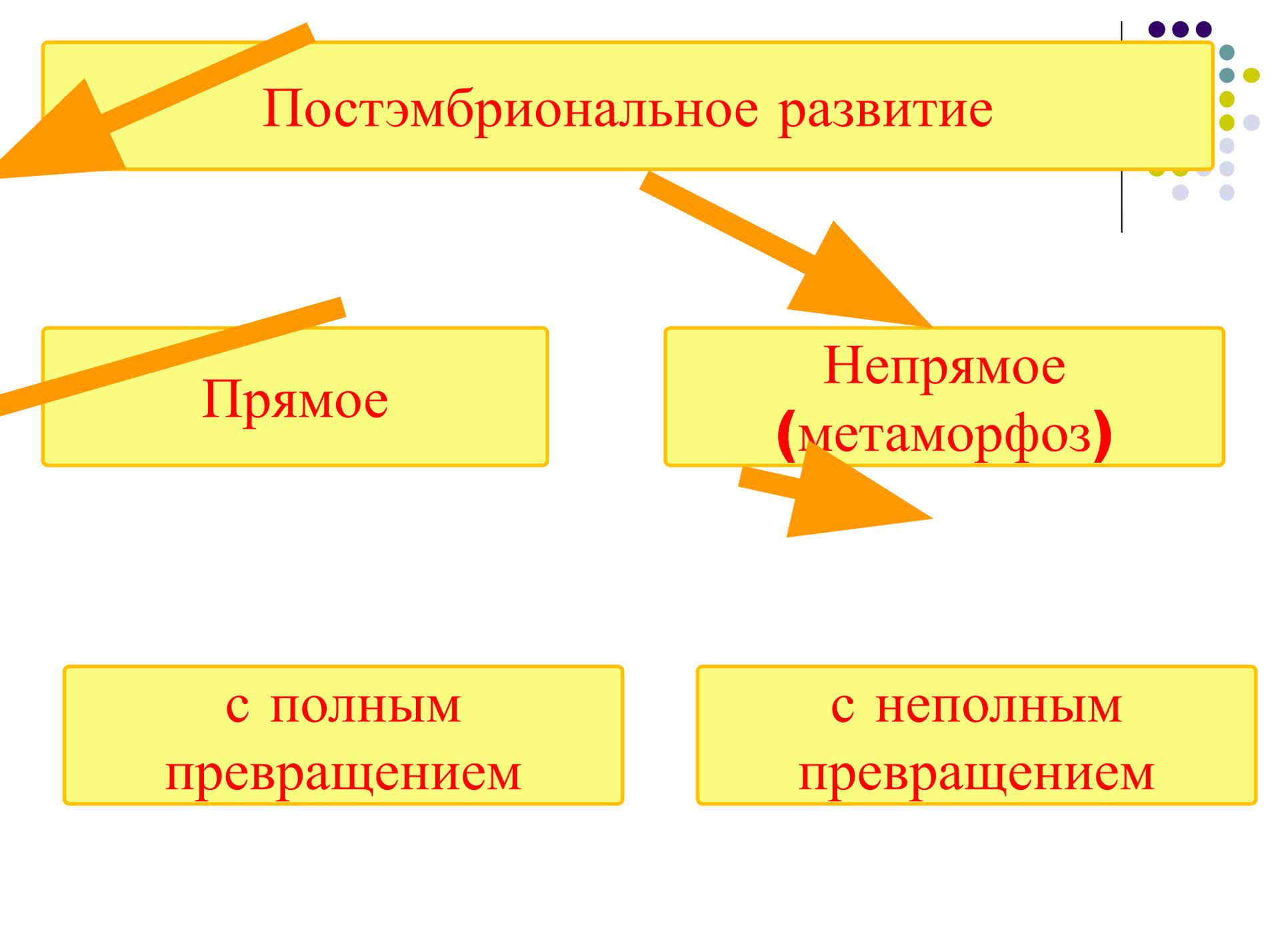


лосось идет на нерест



Крыса с детенышами

# Постэмбриональное развитие



```
graph TD; A[Постэмбриональное развитие] --> B[Прямое]; A --> C[Непрямое (метаморфоз)]; B --> D[с полным превращением]; C --> E[с неполным превращением];
```

The diagram is a hierarchical flowchart. At the top is a yellow box with the text 'Постэмбриональное развитие'. Two orange arrows point downwards from this box to two separate yellow boxes: 'Прямое' on the left and 'Непрямое (метаморфоз)' on the right. From the 'Прямое' box, an orange arrow points to a yellow box containing 'с полным превращением'. From the 'Непрямое (метаморфоз)' box, an orange arrow points to a yellow box containing 'с неполным превращением'. The text in all boxes is red. In the top right corner, there is a decorative vertical line and a cluster of colored dots in blue, green, and grey.

Прямое

Непрямое  
(метаморфоз)

с полным  
превращением

с неполным  
превращением

# Прямое развитие



- ◆ Из тела матери или яйца выходит особь, отличающаяся от взрослого организма только меньшим размером (птицы, млекопитающие, пауки, многие рыбы).



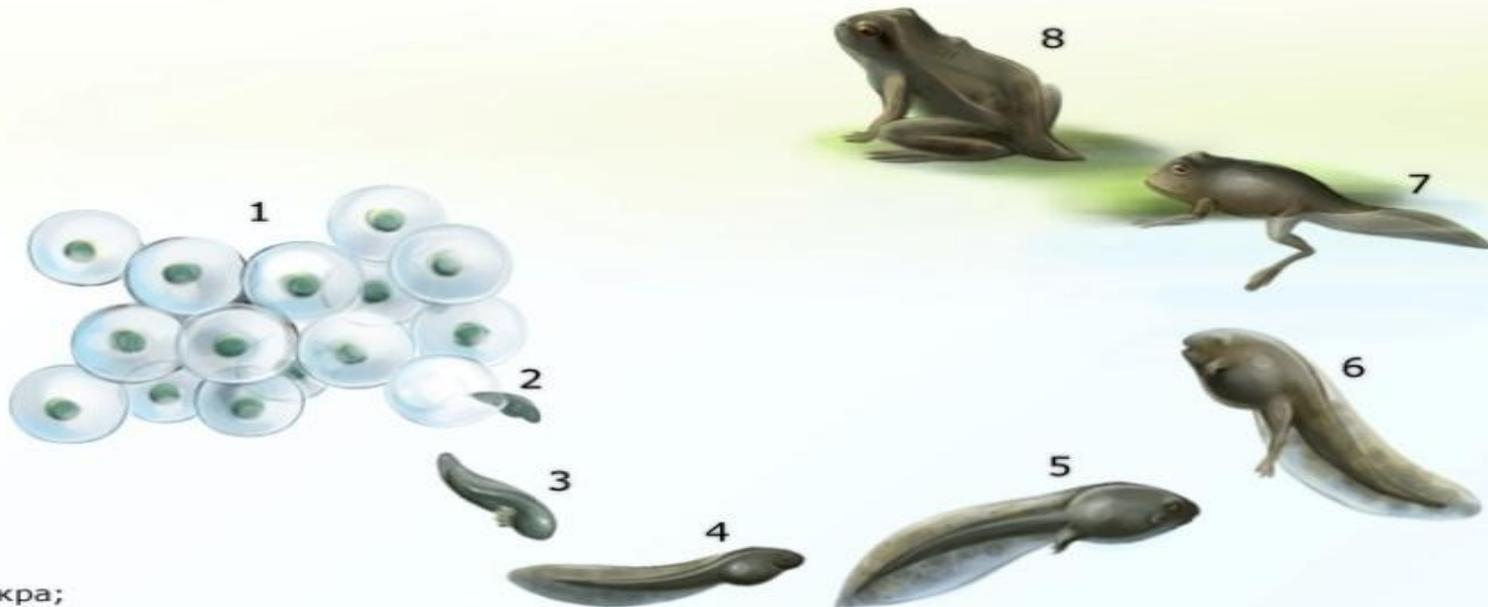
Детеныши копытных рождаются способными к активным действиям



# Непрямое развитие



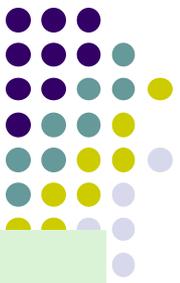
## РАЗВИТИЕ ЛЯГУШКИ



- 1 - икра;
- 2 - выход головастика из икринки;
- 3 - головастик с развитыми наружными жабрами;
- 4 - головастик с внутренними жабрами;
- 5 - появление задних конечностей;
- 6 - появление передних конечностей;
- 7 - рассасывание хвоста;
- 8 - выход на сушу

- ◆ Из яйца выходит личинка, устроенная проще взрослого и иногда сильно отличающаяся от него. Как правило, она имеет специальные личиночные органы, отсутствующие у взрослых животных, и не способна к размножению. Часто личинка ведет иной образ жизни, чем взрослое животное (насекомые, амфибии).

## Развитие с неполным превращением



- ◆ **Яйцо – личинка – взрослое насекомое (имаго).**
- ◆ **Прямкрылые, клопы, тараканы.**
- ◆ **Личинка похожа на взрослое насекомое, но меньшего размера, не развиты крылья и половые органы.**

# Развитие с полным превращением



- ◆ Яйцо – личинка – куколка – взрослое насекомое (имаго).
- ◆ Бабочки, жуки, мухи, пчелы.
- ◆ Личинка непохожа на взрослое насекомое, активно питается, затем на стадии куколки происходит метаморфоз.



# Онтогенез растений

# Онтогенез многоклеточных растений

- У растительных организмов выделяют четыре этапа онтогенеза:
- *Эмбриональный* - от зиготы до созревания семени,
- *Вегетативный* - от прорастания семени до образования репродуктивных органов,
- *генеративный* - закладка и формирование репродуктивных органов, образование плодов и семян,
- *Сенильный* - от момента потери способности к цветению до отмирания.

- **Эмбриогенез у растений начинается с оплодотворения яйцеклетки и завершается созреванием семени. В течение эмбриогенеза происходит формирование зародыша и семени. Все процессы эмбриогенеза происходят в семязачатке.**

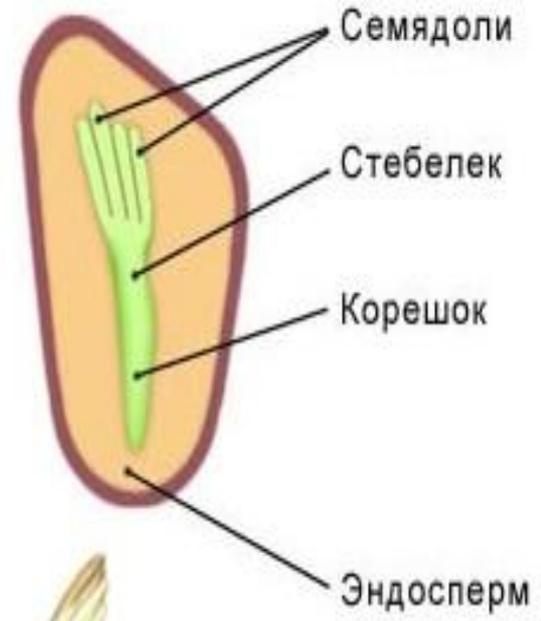
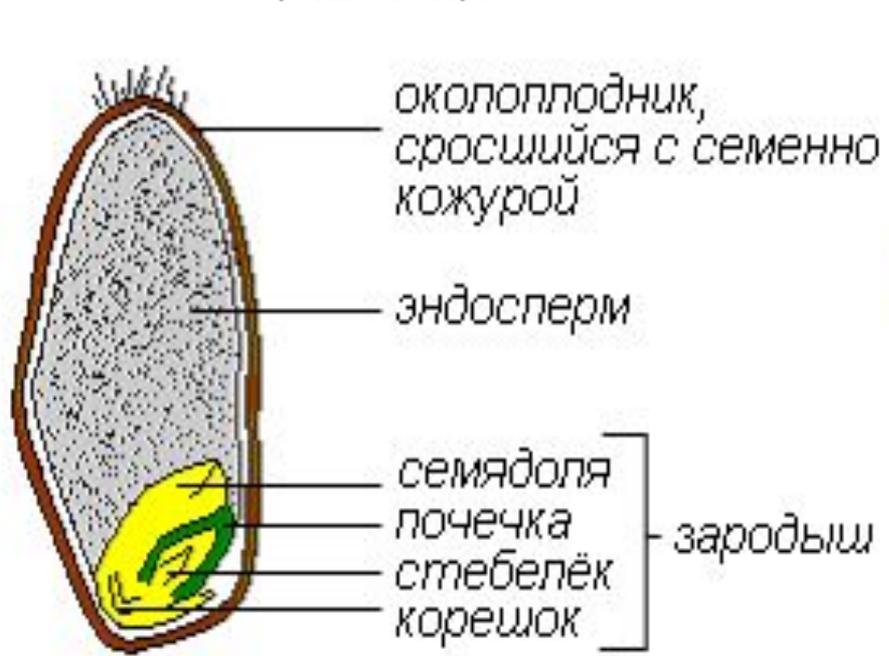
- При эмбриогенезе происходит дифференцировка клеток, из которых при переходе к стадии проростка возникают ткани и органы растения. Процесс формирования зародыша характеризуется последовательными изменениями скорости и направления деления клеток, дифференциацией клеток и тканей, формированием органов и накоплением питательных веществ. Перемещения клеток (как у животных организмов) у растений при этом не происходит.



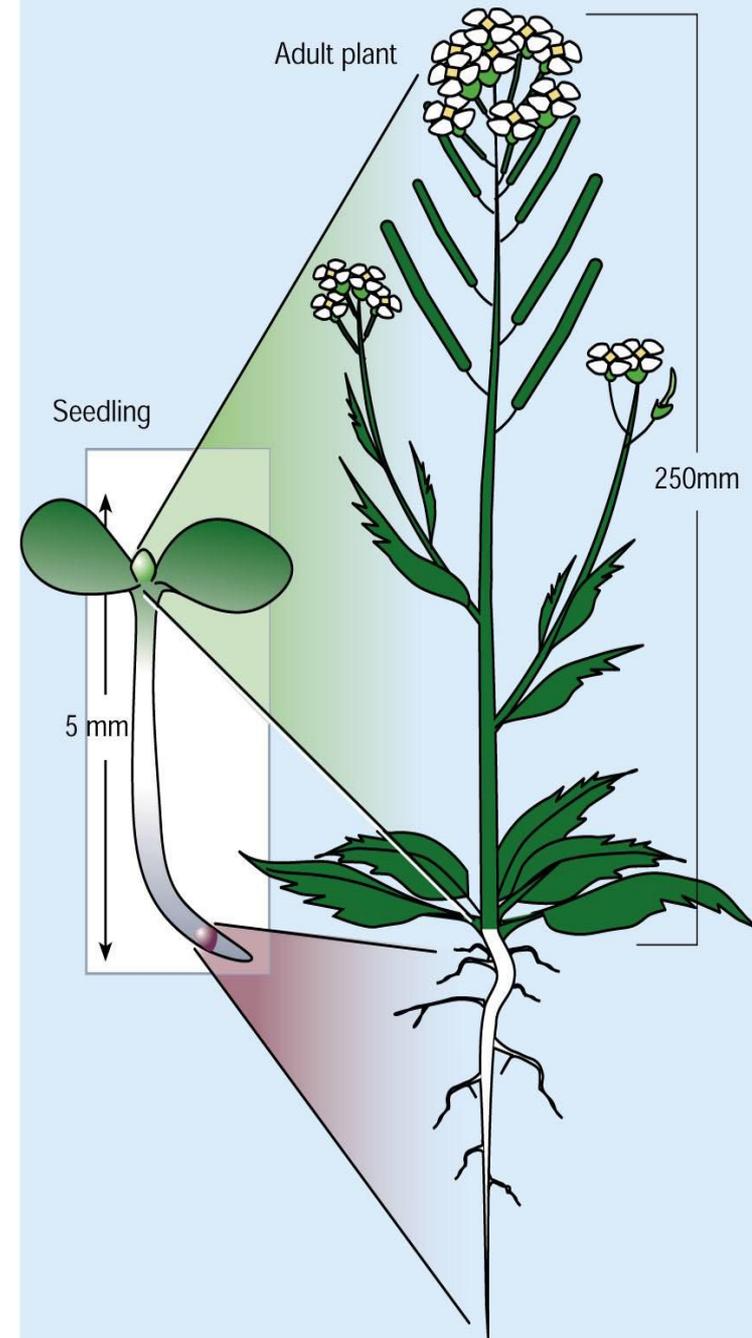


- **Семя служит функциональной единицей размножения растения. Семя представляет собой созревший семязачаток, содержащий зародыш и запас питательных веществ**

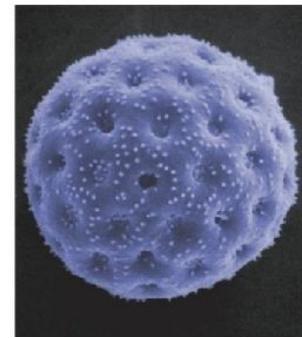
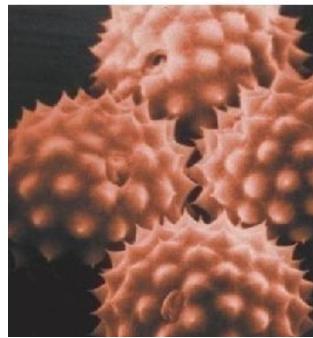
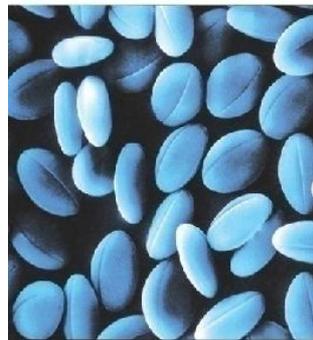
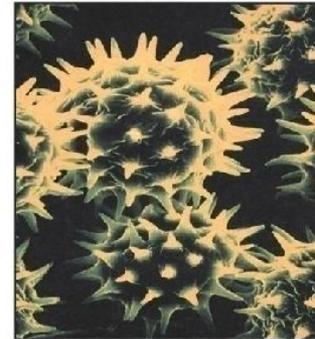
*Строение семени однодольного растения (пшеница)*



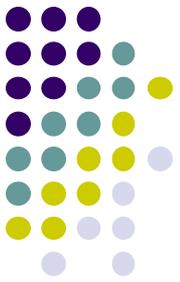
- **Вегетативный этап:**
- **1) прорастание семени или органов вегетативного размножения (клубней, луковиц)**
- **2) формирование вегетативных органов (листьев, стеблей, корней)**
- **3) новообразование клеток, тканей и органов**
- **4) их рост и увеличение в размерах**



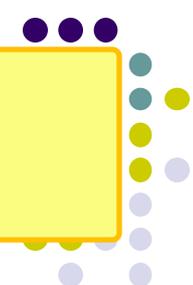
- **Генеративный этап развития растения охватывает период от закладки и формирования органов размножения до образования семян, плодов и органов вегетативного размножения. В течение вегетативного роста накапливается вегетативная масса, необходимая для формирования цветков, плодов и семян.**



# Развитие животных:



# Периоды онтогенеза у животных



Эмбриональный

Постэмбриональный

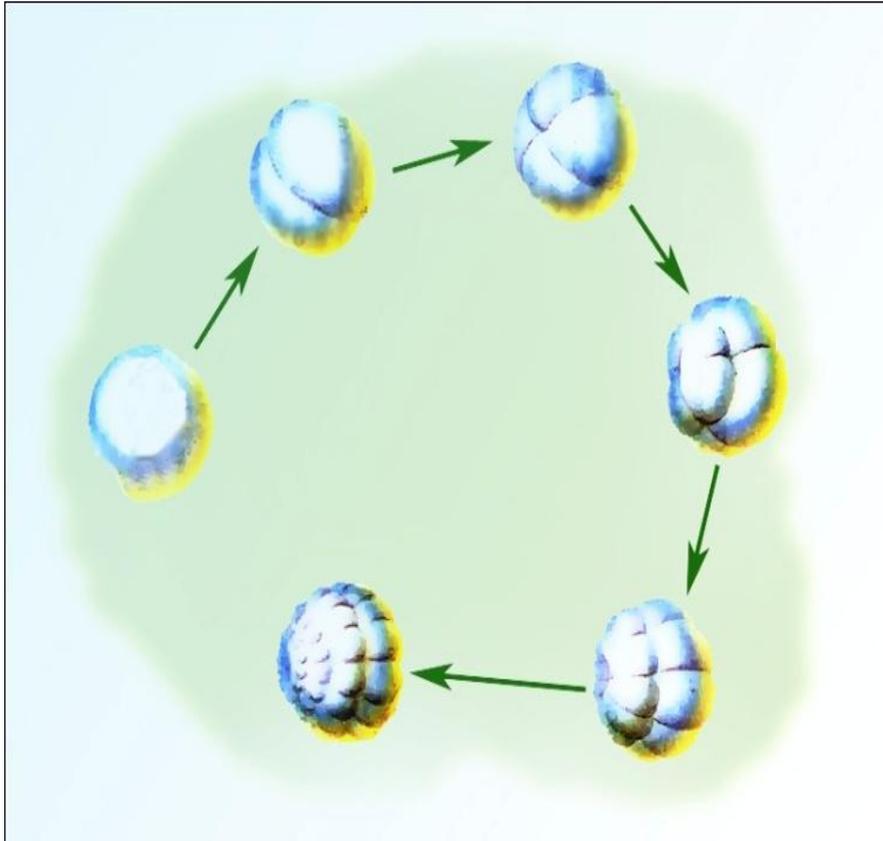
# Эмбриональный период

- наука, изучающая законы индивидуального развития организмов на стадии зародыша называется **эмбриологией** (от греч. эмбрион – зародыш)
- охватывает процессы происходящие в зиготе с момента первого деления до выхода из яйцевых оболочек или рождения
- может протекать двояко:
  - **внутриутробно** – оканчивается рождением (большинство млекопитающих, в том числе человек)
  - **вне тела матери** – оканчивается выходом из яйцевых оболочек (яйцекладущие и выметывающие икру животные, рыбы земноводные, иглокожие, моллюски, птицы, пресмыкающиеся и т.д. )

# Периоды эмбрионального развития:

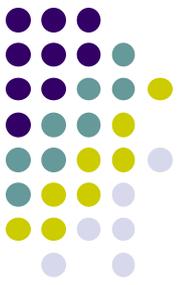
- Дробление
- Гастрюляция
- Первичный органогенез

# Дробление



- ◆ Ряд последовательных митотических делений, в результате которых цитоплазма яйца разделяется на многочисленные, содержащие ядра клетки меньшего размера. В результате дробления образуются клетки, которые называют бластомерами. Дробление у представителей разных групп животных имеет свои особенности, однако завершается оно образованием близкой по строению структурой – *бластулой*.

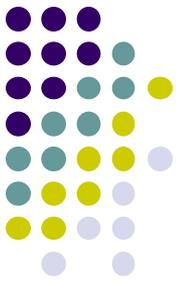
# Особенности дробления зависят от организации зиготы, а она – от строения яйцеклеток



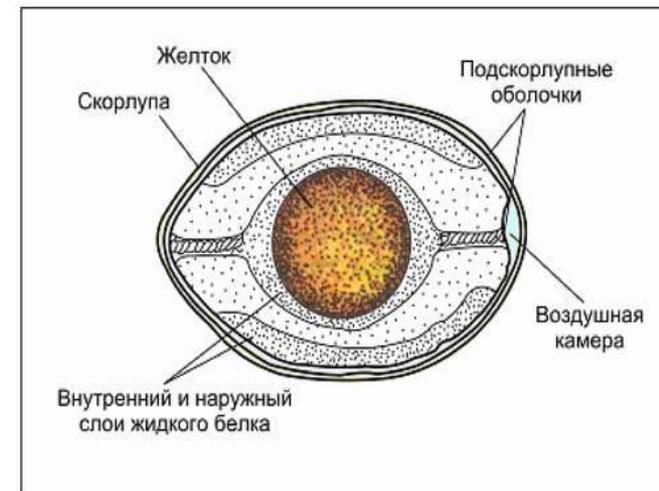
В процессе овогенеза образуются  
**яйцеклетки**

- Крупные
- Содержат желток
- Отношение ядро/цитоплазма низкое
- Выражена полярность –  
**ооплазматическая сегрегация**
- Окружены оболочками

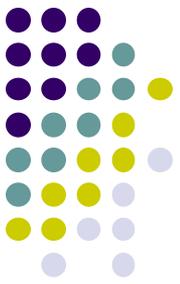
# У яйцеклеток различают оболочки



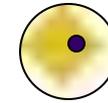
- Первичная - собственная мембрана яйцеклетки и ее секрет
- Вторичная – продукт фолликулярных клеток матери
- Третичная – продукт яйцеводов, особенно выражена у птиц



# По расположению желтка яйцеклетки бывают

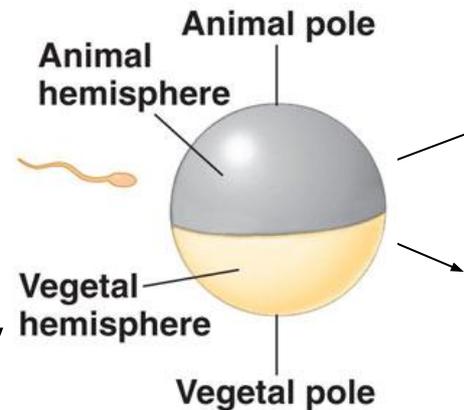


- **Изо- (гомо-) лецитальные** – желток распределен равномерно



ланцетник,  
человек

- **Телолецитальные** – желток смещен к вегетативному полюсу



умеренно  
телолецитальные  
- лягушка

резко  
телолецитальные  
- птица

- **Центролецитальные** – желток в центре

насекомые





- **Гомолецитальные яйца**
- (от греч. *homós* – равный, однородный, *lékithos* – желток). В гомолецитальных яйцах, называемых также изолецитальными или олиголецитальными, желтка очень мало и он равномерно распределен в цитоплазме. Такие яйца типичны для губок, кишечнополостных, иглокожих, морских гребешков, нематод, оболочников и большинства млекопитающих.
- **Телolecитальные яйца**
- (от греч. *télos* – конец) содержат значительное количество желтка, а цитоплазма сконцентрирована у них на одном конце, обозначаемом обычно как анимальный полюс. Противоположный полюс, на котором сконцентрирован желток, называют вегетативным. Такие яйца типичны для кольчатых червей, головоногих моллюсков, бесчерепных (ланцетник), рыб, земноводных, пресмыкающихся, птиц и однопроходных млекопитающих.
- **Центролецитальные яйца.**
- В них желток расположен в центре, так что цитоплазма сдвинута к периферии и дробление поверхностное. Такие яйца типичны для некоторых кишечнополостных и членистоногих.



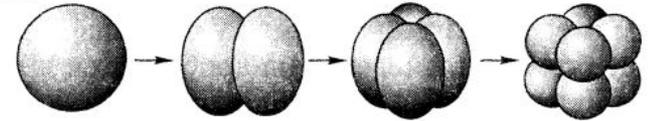
- **Голобластическое дробление**
- характерно для гомолецитальных яиц. Плоскости дробления разделяют яйцо полностью. Они могут делить его на равные части, как у морской звезды или морского ежа, или же на неравные части, как у брюхоногого моллюска *Crepidula*.
- **Меробластическое дробление**
- типично для телолецитальных яиц, богатых желтком; оно ограничено относительно небольшим участком у анимального полюса. Плоскости дробления не проходят через все яйцо и не захватывают желток, так что в результате деления на анимальном полюсе образуется небольшой диск клеток (бластодиск). Такое дробление, называемое также дискоидальным, свойственно пресмыкающимся и птицам.
- **Поверхностное дробление**
- типично для центролецитальных яиц. Ядро зиготы делится в центральном островке цитоплазмы, и получающиеся при этом клетки перемещаются на поверхность яйца, образуя поверхностный слой клеток вокруг лежащего в центре желтка. Этот тип дробления наблюдается у членистоногих.

- Разные типы дробления

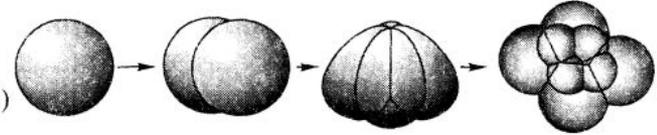
I. Голобластическое (полное) дробление

A. Изолецитальные яйцеклетки  
(желтка мало, рассеян по всей цитоплазме)

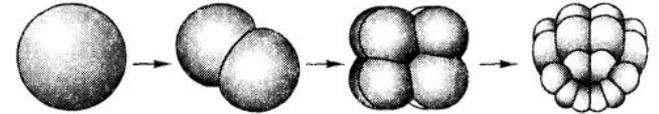
1. Радиальное  
(иглокожие, ланцетник)



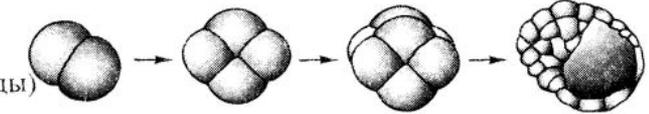
2. Спиральное  
(кольчатые черви, моллюски, плоские черви)



3. Билатеральное  
(оболочники)

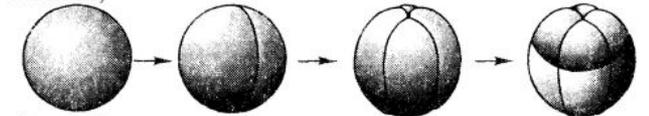


4. Вращательное —  
чередующееся  
(млекопитающие, нематоды)



B. Мезolecитальные яйцеклетки  
(умеренное количество желтка,  
собранный на вегетативном полюсе)

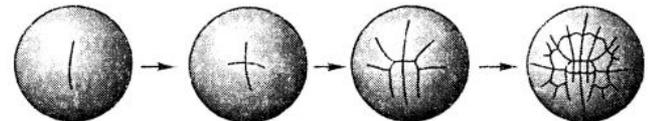
Радиальное (амфибии)



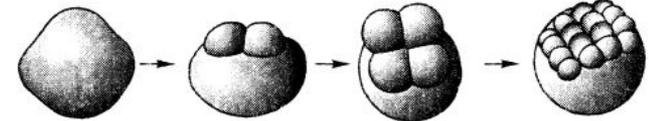
II. Меробластическое (неполное) дробление

A. Телolecитальные  
(желтка много во всей яйцеклетке)

1. Билатеральное  
(головногие моллюски)



2. Дискоидальное  
(рыбы, рептилии, птицы)

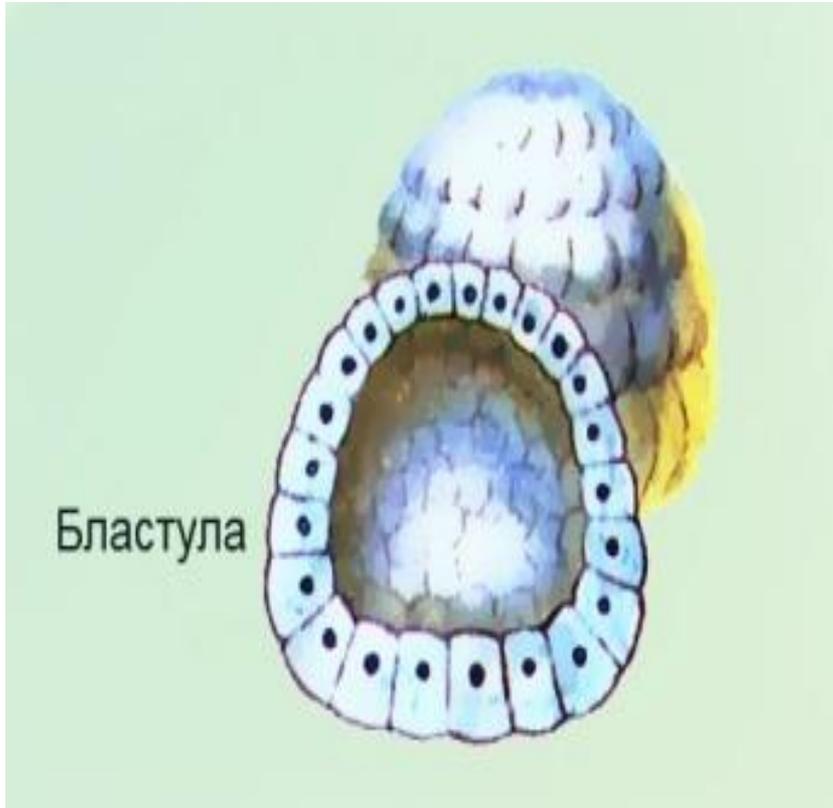


B. Центролецитальные яйцеклетки  
(желток в центре яйцеклетки)

Поверхностное  
(большинство насекомых)

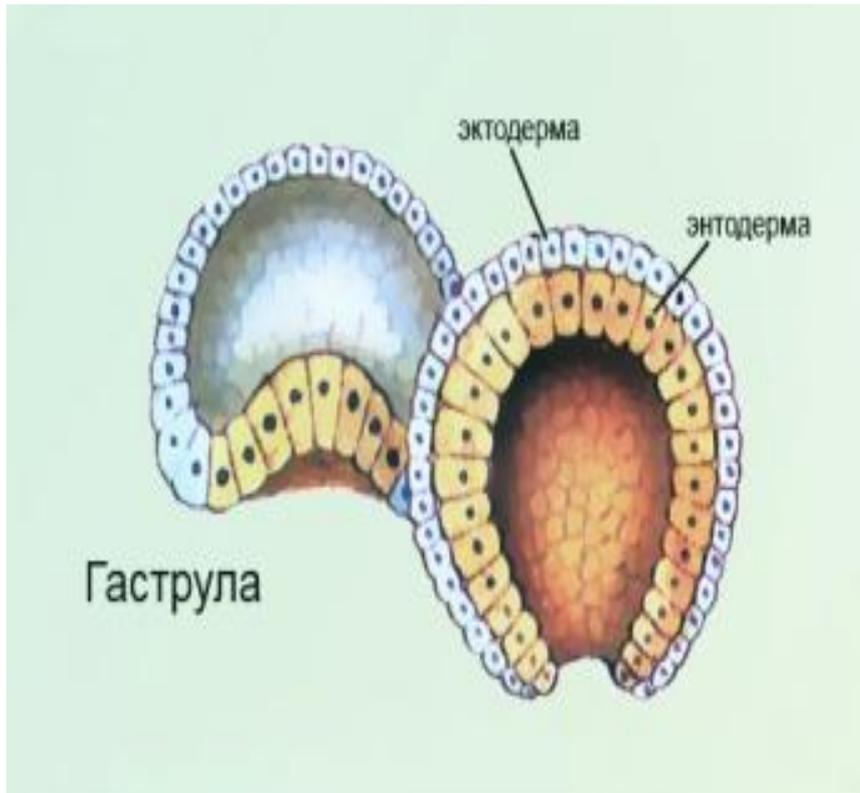


# Бластула



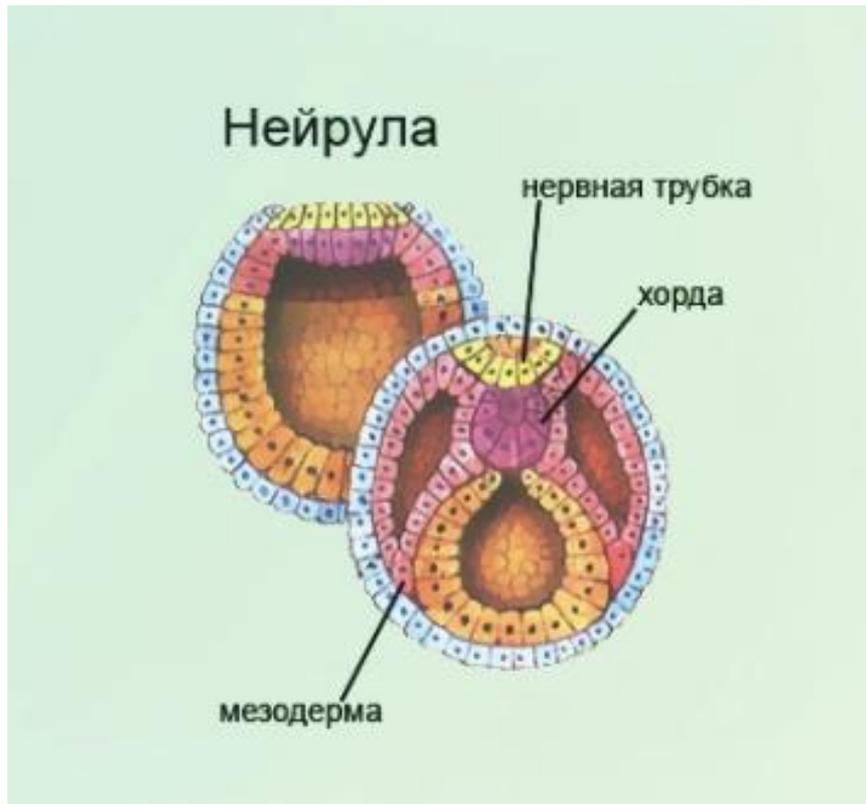
- ❖ **Однослойный зародыш.**
- ❖ **Состоит из слоя клеток, отграничивающих первичную полость тела, которая заполнена жидкостью.**
- ❖ **По размерам бластула не отличается от зиготы, т.к. клетки не растут, а, наоборот, уменьшаются после каждого деления.**

# Гаструла



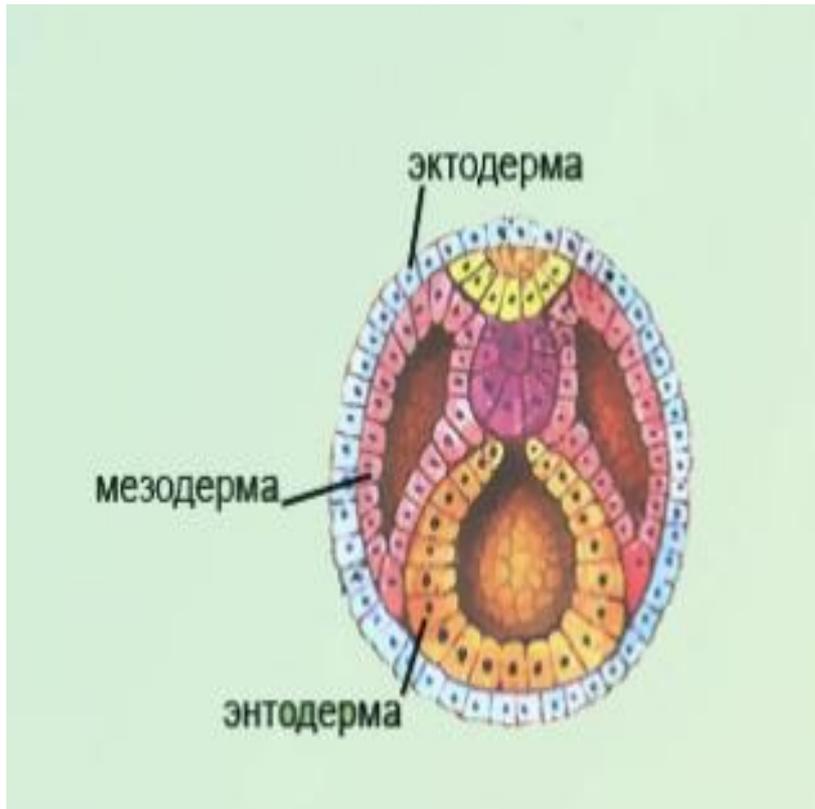
- ❖ **Гаструляция** (образование зародышевых листков).
- ❖ Интенсивные перемещения отдельных клеток и клеточных масс. В результате образуется двухслойный зародыш – **гаструла**.
- ❖ Первоначально образуются **эктодерма** и **энтодерма**, а позже между ними – **мезодерма**. При образовании мезодермы происходит образование вторичной полости тела.

# Нейрула



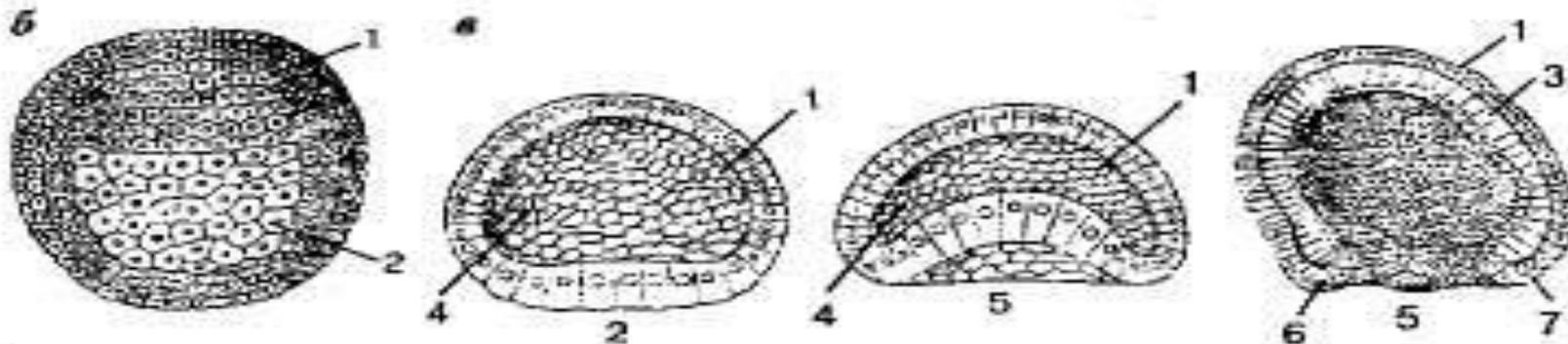
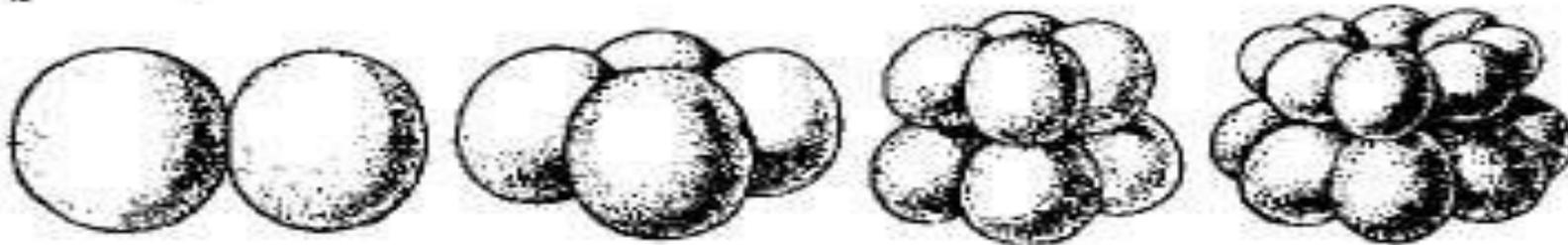
- ❖ **Нейруляция** (образование комплекса осевых органов: нервная трубка, хорда, кишечная трубка и мезодерма).
- ❖ Зародыш на стадии нейруляции называется **нейрулой**.

# Гисто- и органогенез



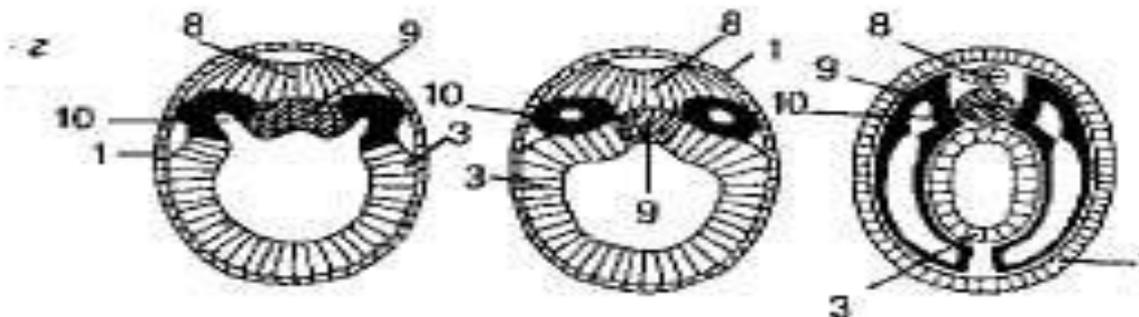
- ❖ Из эктодермы развиваются нервная система, эпидермис и его производные (перо, волосы, ногти, когти, кожные железы), органы зрения, слуха, обоняния, эпителий ротовой полости, эмаль зубов.
- ❖ Из мезодермы развиваются дерма, скелет, кровеносная и лимфатическая системы; поперечно-полосатая и гладкая мускулатура, половая система.
- ❖ Из энтодермы развивается эпителий кишечника и желудка, пищеварительные железы, эпителий легких и воздухоносных путей, передняя и средняя доли гипофиза, щитовидная железа.

морула



гаструла

бластула



- . Начальные стадии развития ланцетника: а — дробление (стадия двух, четырех, восьми, шестнадцати blastomeres); б — бластула; в — гастрюляция; г — схематический поперечный разрез через зародыш ланцетника; 1 — эктодерма; 2 — вегетативный полюс бластулы; 3 — энтодерма; 4 — **бластоцель**; 5 — рот гастрюлы (**бластопор**); 6,7 — спинная и брюшная губы бластопора; 8 — образование нервной трубки; 9 — образование хорды; 10 — образование мезодермы.



- **Зародышевые оболочки**
- **Зародышевые оболочки** — оболочки, образующиеся вокруг зародыша при ЕГО собственном развитии (из клеток зародыша) Служат для поддержания жизнедеятельности и защиты эмбриона от повреждений. Зародышевые оболочки подразделяются на амнион (внутренняя водная оболочка), хорион (сероза, серозная оболочка) и аллантаис.



- **Зародышевые оболочки**

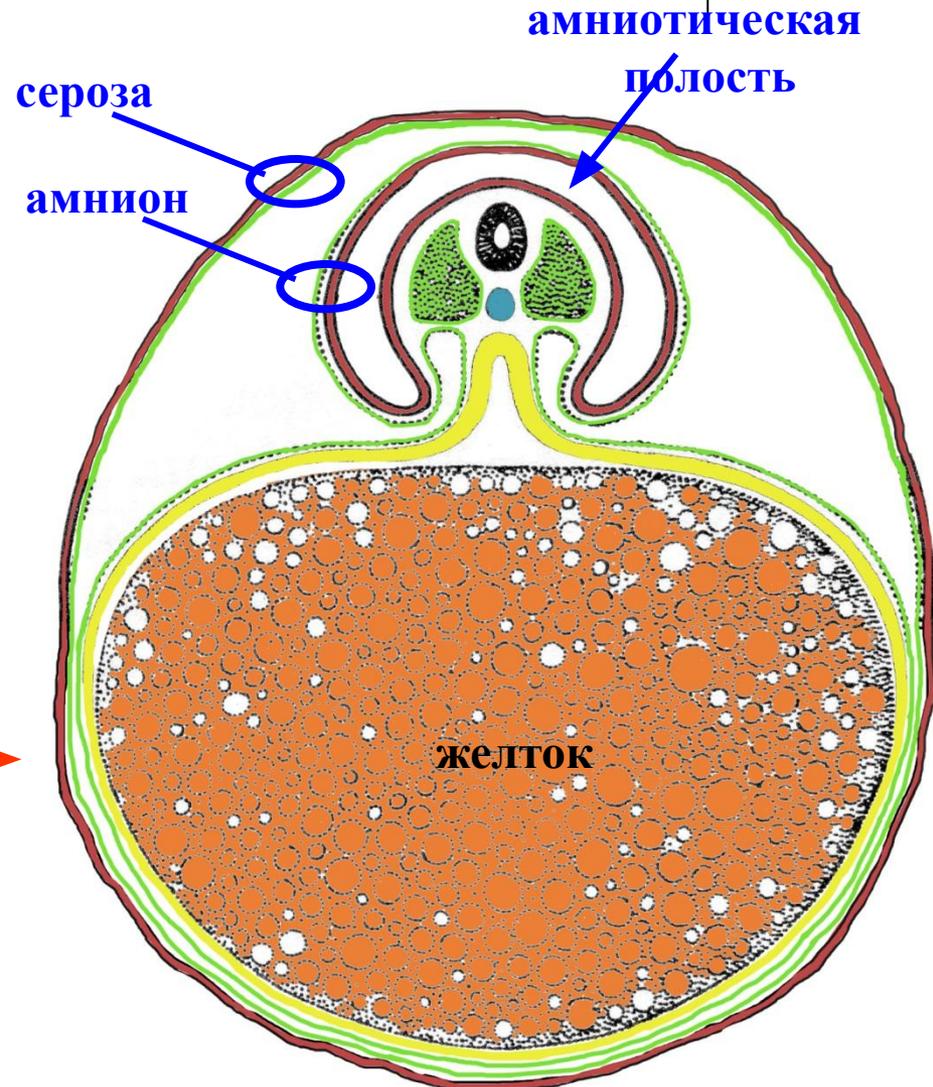
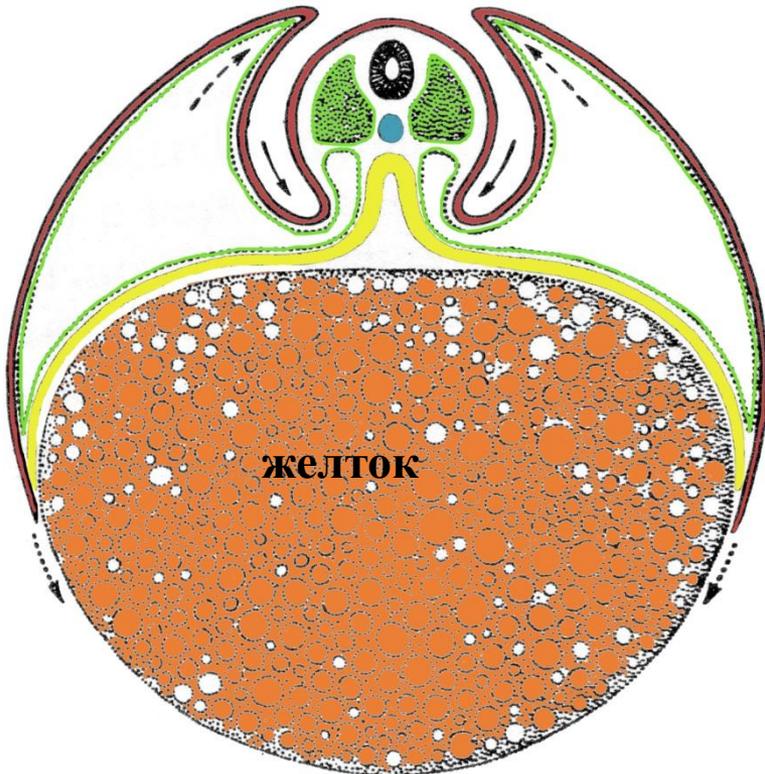
- **Анамнии** (лат. *Anamnia*) или **низшие позвоночные** — парафилетическая группа, включающая позвоночных животных, не имеющих зародышевых оболочек. В отличие от амниот, у анамний в процессе эмбрионального развития не возникает зародышевой оболочки — амниона и особого зародышевого органа — аллантоиса. Анамнии связаны в своём существовании с водной средой, в которой они проводят либо всю жизнь, либо начальные стадии (яйцевые и личиночные). К анамниям относятся все позвоночные, за исключением амниот, то есть бесчелюстные и различные группы рыб, а также амфибии

- **Амниоты**, или **высшие позвоночные** (лат. *Amniota*) — монофилетическая группа (клада) позвоночных животных, характеризующихся<sup>[1]</sup> наличием зародышевых оболочек. Группа входит в состав надкласса Tetrapoda (*четвероногие*); включает в себя пресмыкающихся, птиц, а также млекопитающих.

# Amniota

появление собственных оболочек зародыша и «создание» зародышем собственного «водоёма» вокруг себя

— эктодерма  
— мезодерма  
— энт(д)одерма

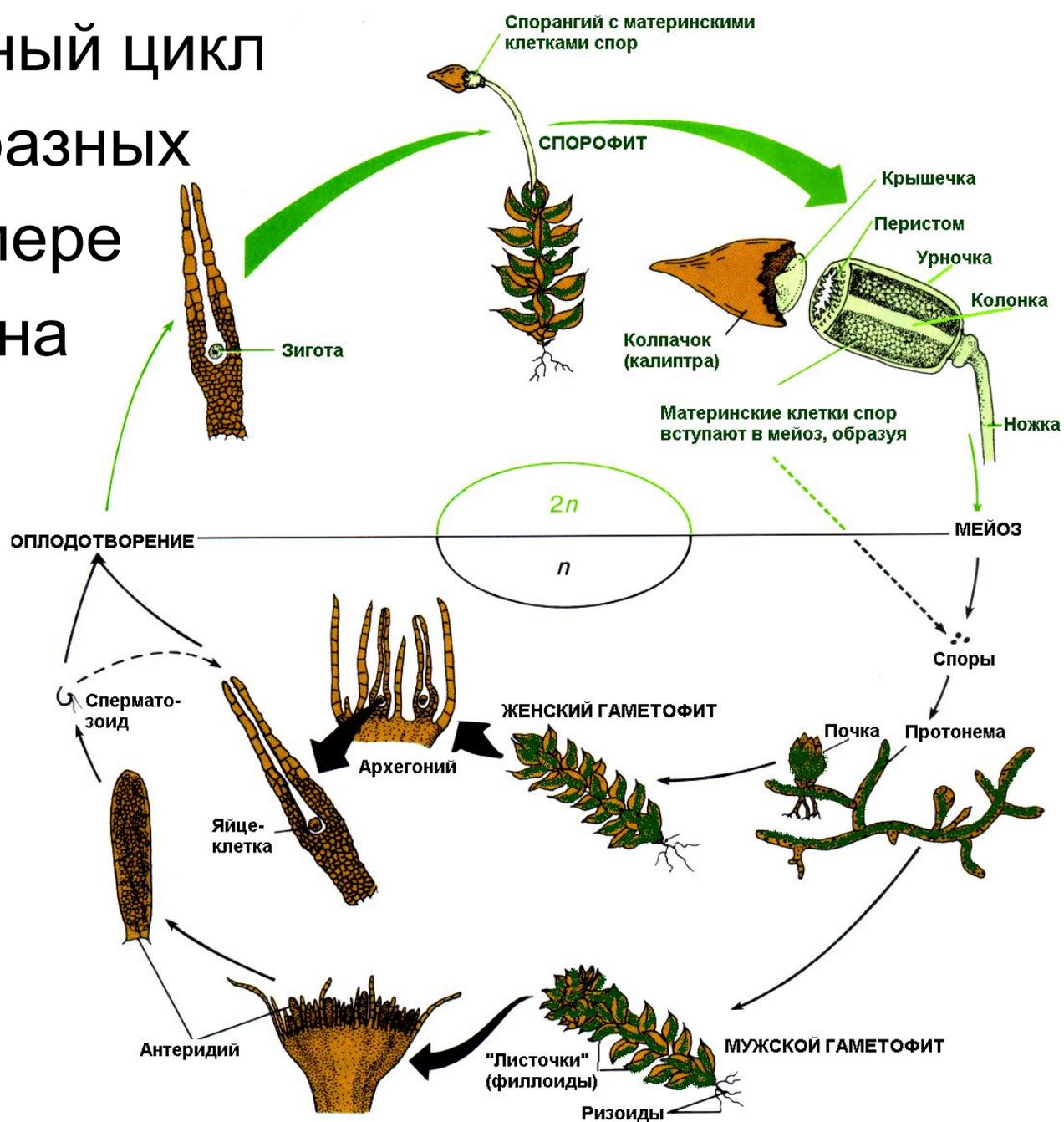


# Жизненный цикл -



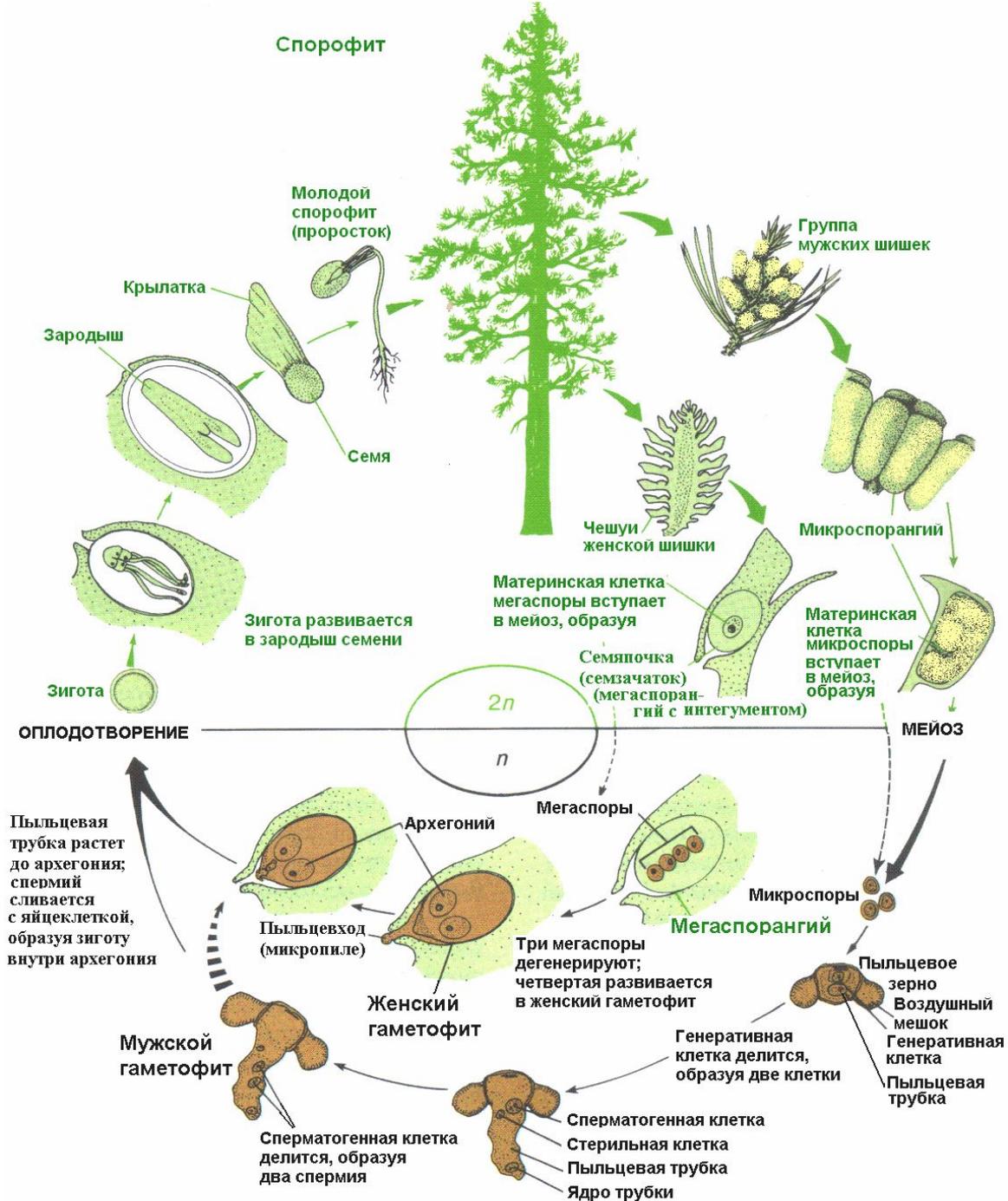
закономерная смена всех поколений (онтогенезов), характерных для данного вида живых организмов. Следует четко отличать жизненный цикл (характеристику вида) от онтогенеза (развития отдельной особи от момента её появления до момента смерти или деления).

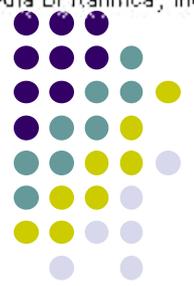
# Жизненный цикл мохообразных (на примере Кукушкина льна)



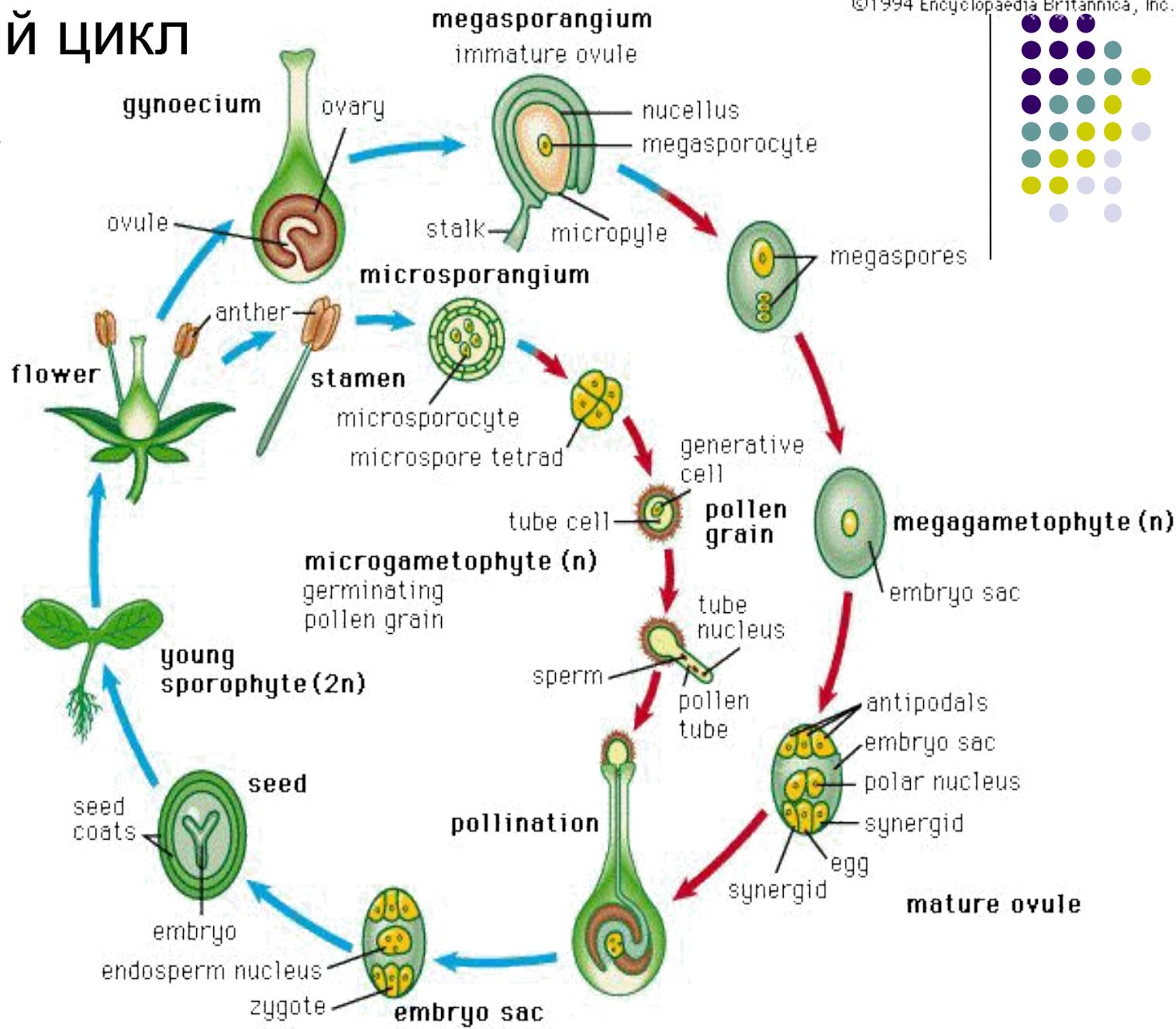


# Жизненный цикл голосеменных (на примере сосны)





# Жизненный цикл цветковых



Red indicates haploid stages, blue indicates diploid stages.



Мохообразные

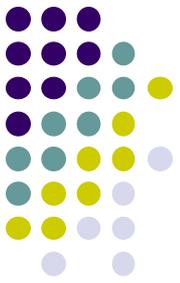
Голосеменные

Водоросли

Папоротникообразные

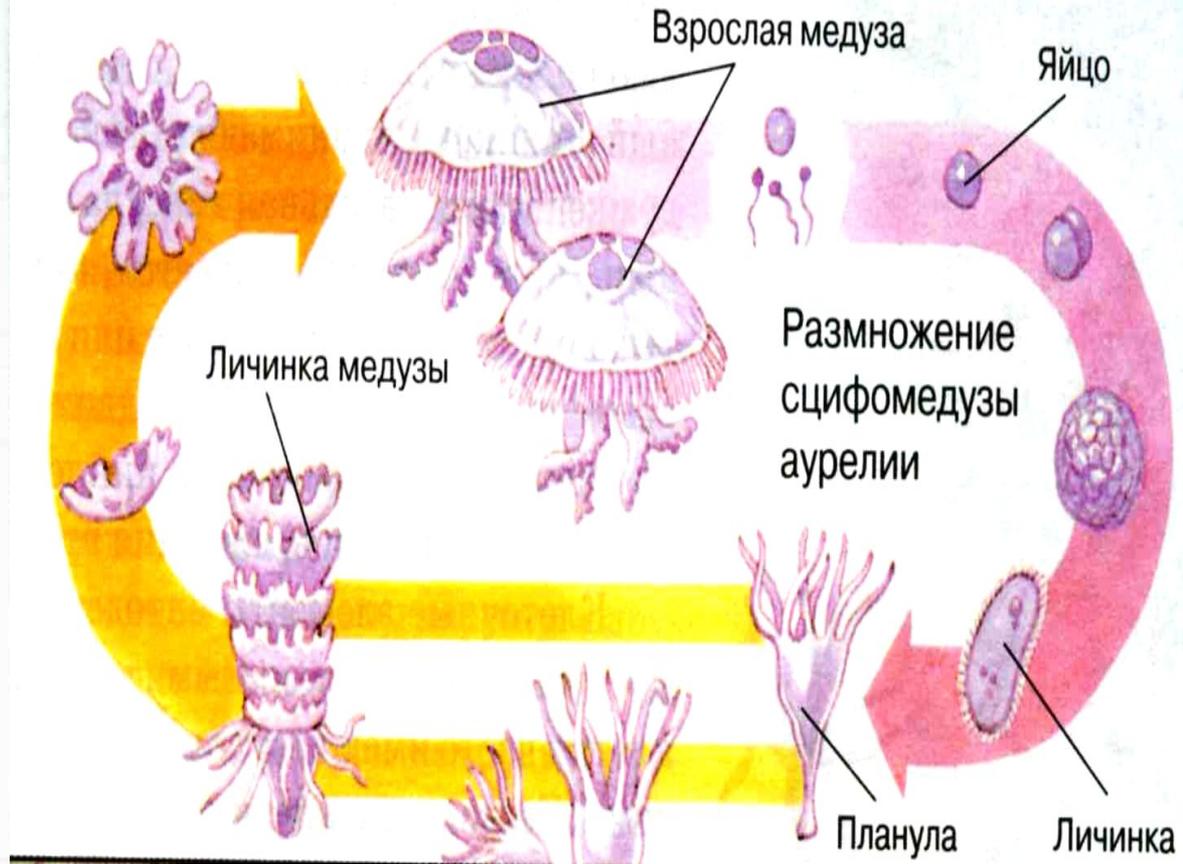
Покрытосеменные

# Чередование поколений у животных

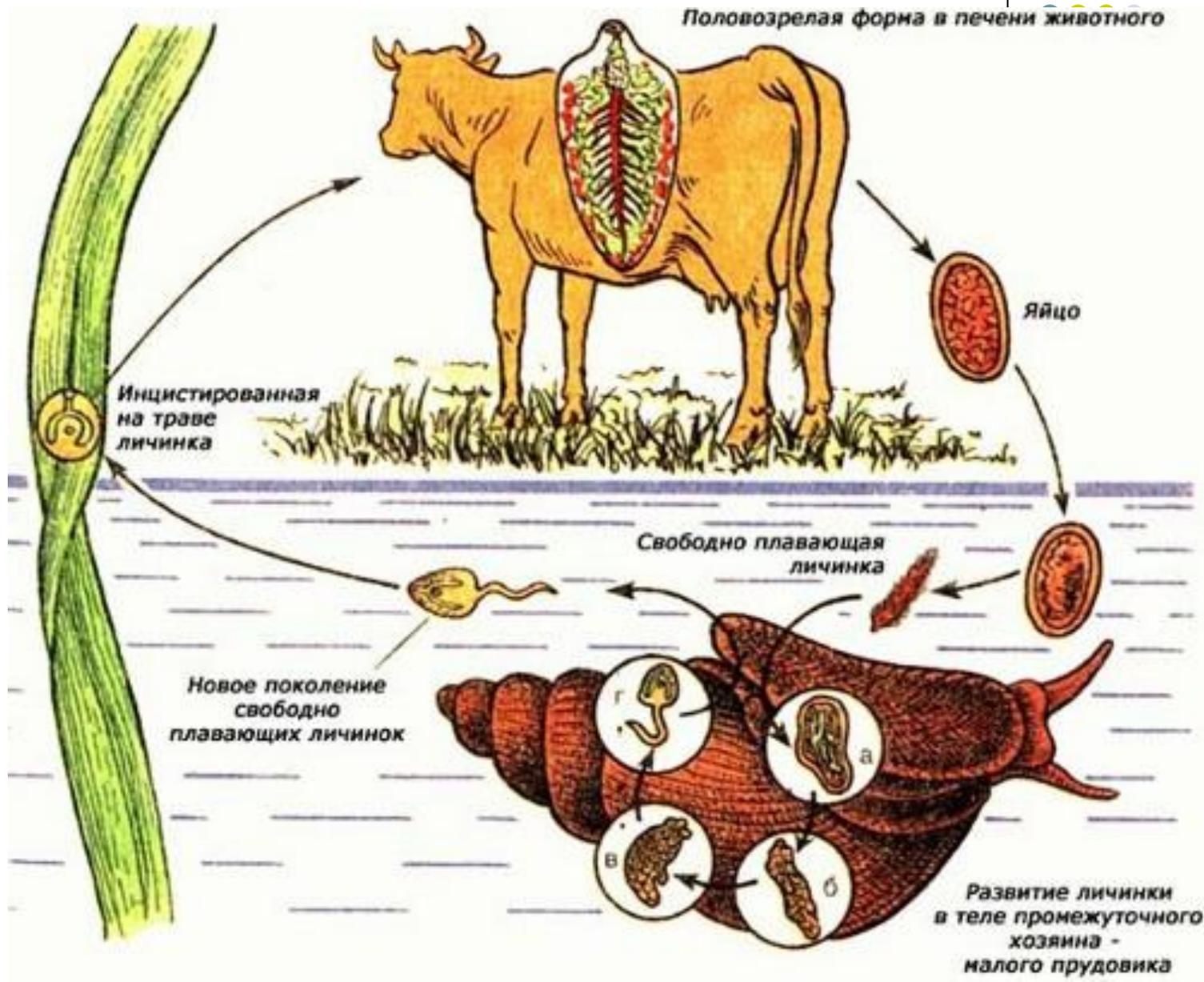


**У животных**, для которых характерно развитие с чередованием поколений, обычно оба поколения, и **половое**, и **бесполое** состоят из клеток с двойным набором хромосом – просто одно размножается бесполом, а другое половым способом.

- Цикл развития  
Кишечнополостных  
(класс Гидроидные и  
Сцифоидные)



# Жизненный цикл печеночной двуустки



# История развития учения об онтогенезе

Аристотель, наблюдая за развитием цыпленка, предположил, что эмбрион образуется в результате смешения жидкостей, принадлежащих обоим родителям. Такое мнение продержалось в течение 200 лет.

# История развития учения об онтогенезе

- Многочисленные мнения по этому вопросу можно разделить на два основных направления:

эпигенез

преформизм: анималькулисты и овисты



# Направления онтогенеза

- Сторонники **эпигенеза** считали, что каждый организм образуется заново.
- **Преформисты** предполагали, что организм в миниатюре вполне сформирован ещё до начала своего развития, а развитие представляет собой только процесс роста, увеличения готового организма.

# Преформисты



- **Анималькулисты** считали , что свёрнутые и невидимые (вследствие малой величины и прозрачности) части взрослого организма содержатся в сперматозоиде.
- **Овисты** утверждали, что организм преформирован в яйцеклетке.
- Была создана также **«теория вложения»**, согласно которой в яйцеклетке или сперматозоиде заложены зачатки всех последующих поколений.

# Эпигенез

- Автором термина "эпигенез" был Уильям Гарвей, открывший круги кровообращения и выдвинувший знаменитый принцип "Все (живое) из яйца". Гарвей писал: «Ни одна часть плода не существует в яйце актуально, но все части находятся в нем потенциально».

# Карл Максимович Бэр



- первым доказал, что при развитии всех позвоночных животных зародыш закладывается сначала из двух первичных клеточных слоев, или пластов
- Открыл яйцеклетку
- Сформулировал закон зародышевого сходства (1828): *позвоночные развиваются по единому плану*

## Теория зародышевых листков

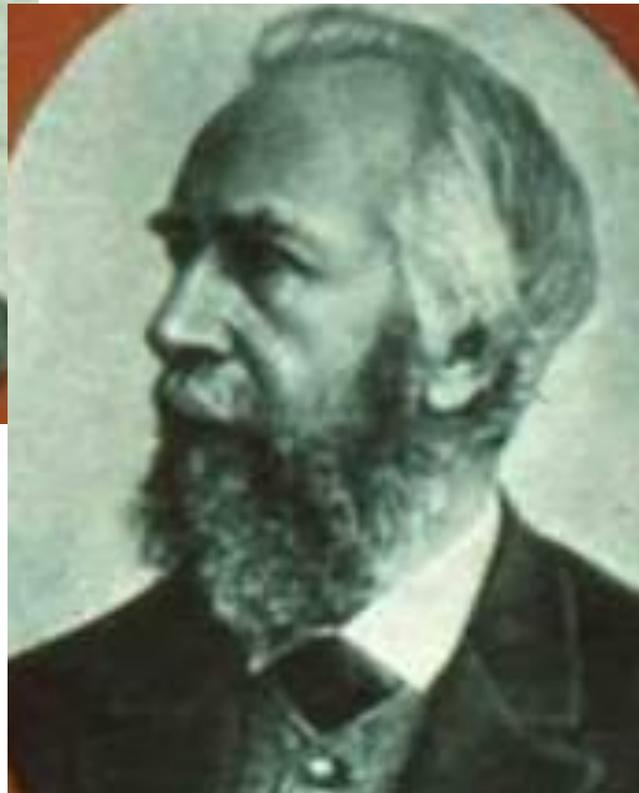
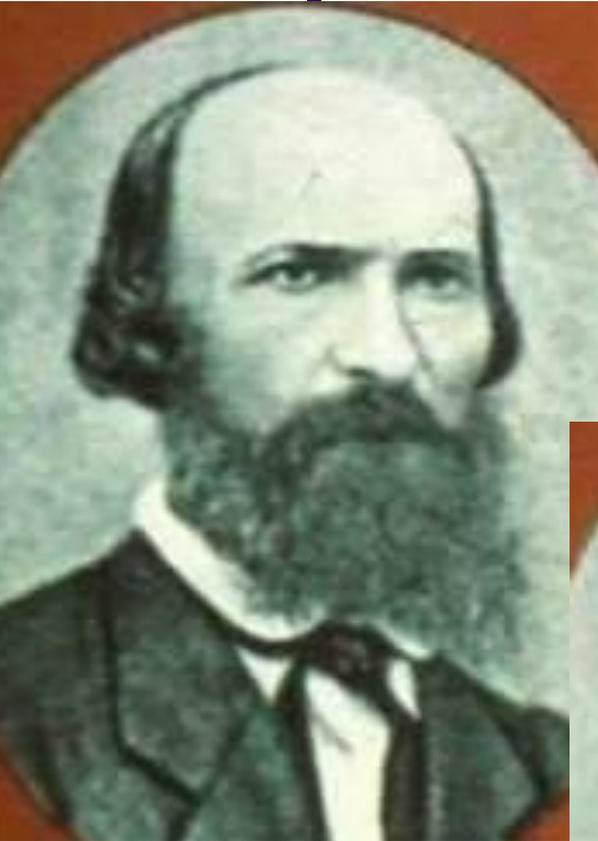
1817 — Христиан Иванович Пандер

1828-1837 — К.М. Бэр

1871 — Александр Онуфриевич Ковалевский

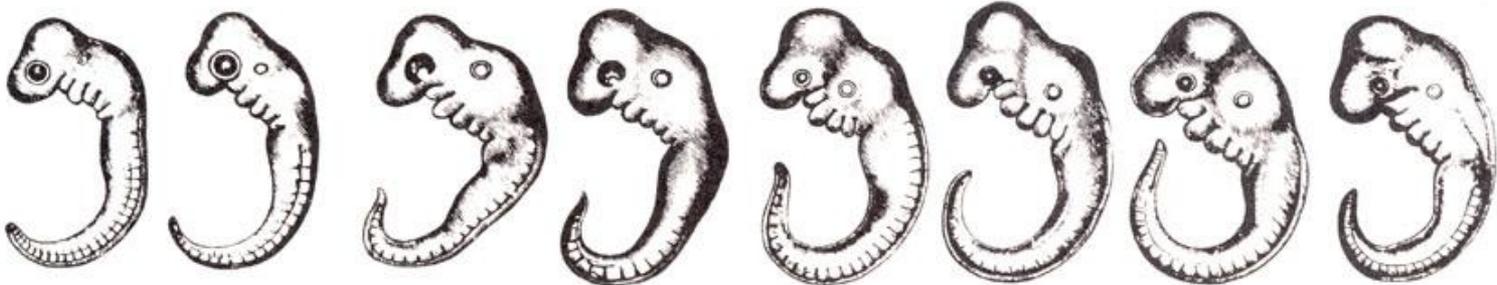
- В онтогенезе образуются 2 или 3 зародышевых листка, из которых развиваются все органы.
- Зародышевые листки характеризуются определенным положением в теле зародыша (топографией) и соответственно обозначаются как *экто-, энто- и мезодерма*.
- Зародышевые листки обладают специфичностью, то есть каждый из них формирует строго определенные зачатки, одинаковые у всех животных.
- Зародышевые листки “повторяют” в индивидуальном развитии первичные органы предковых форм и поэтому гомологичны.
- Онтогенетическое развитие органа из определенного зародышевого листка указывает на его эволюционное происхождение из соответствующего первичного органа предка.

# Фриц Мюллер и Эрнст Геккель

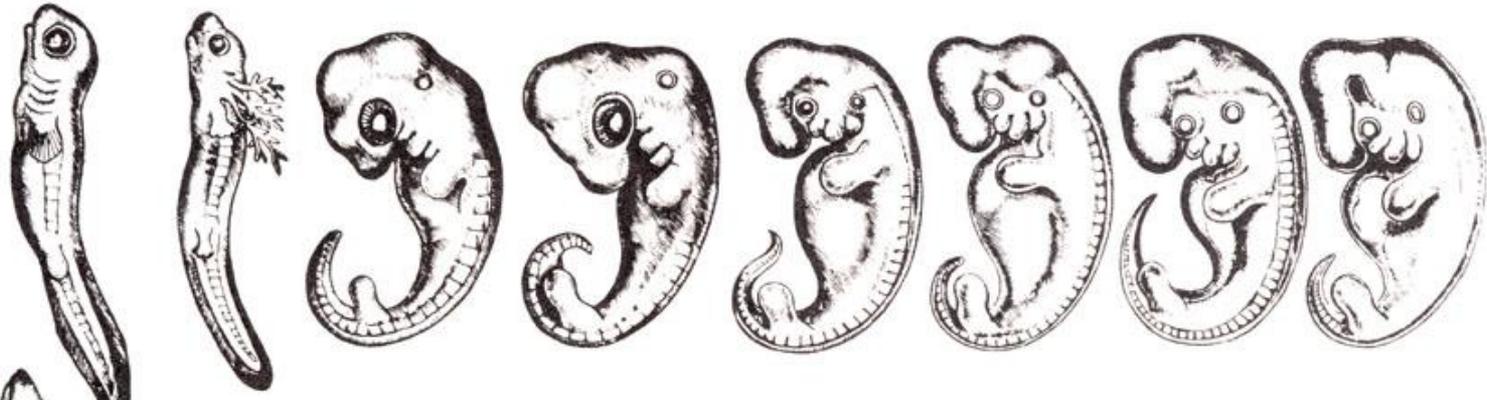


- Биогенетический закон:  
*Онтогенез особи –  
есть краткое  
повторение  
филогенеза вида*

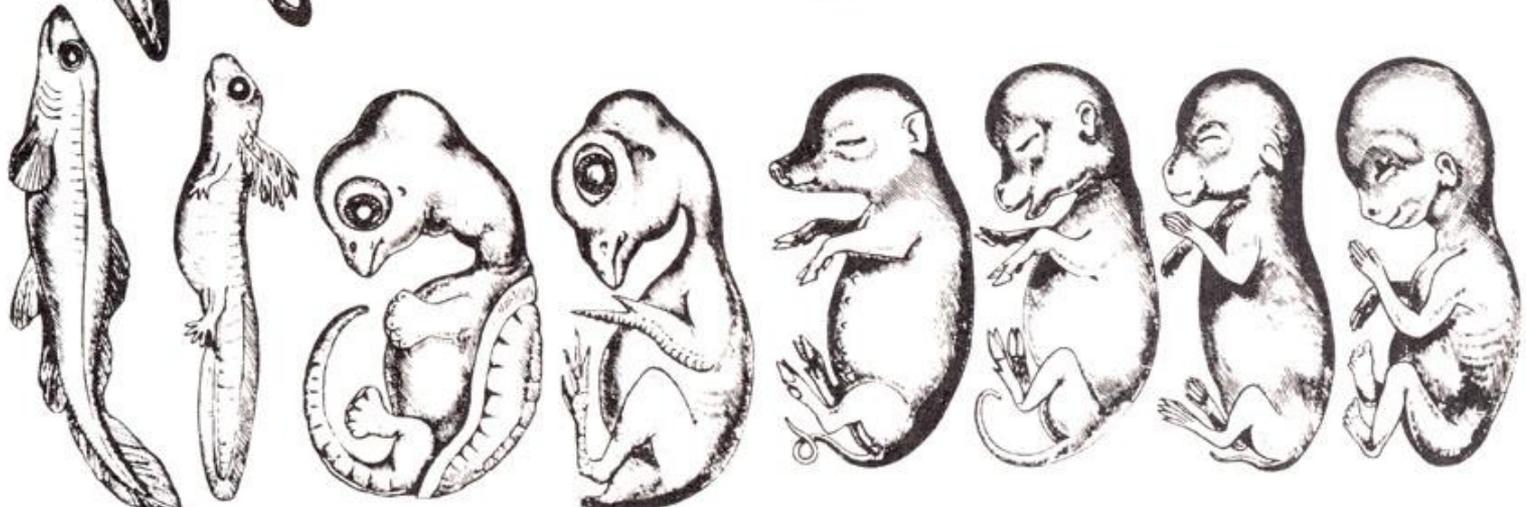
I



II



III



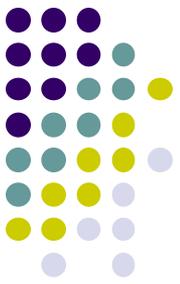
Рыба Саламандра Черепаха Цыпленок Кабан Овца Кролик Человек

# Александр Онуфриевич Ковалевский



- Развивал представления о зародышевых листках. Доказал, что асцидии являются хордовыми животными, изучая онтогенез ланцетника и асцидий.
- Совместно с И.И.Мечниковым работали в области эволюционной эмбриологии, установили принципы раннего развития животных.

# Экспериментальная эмбриология



- Вильгельм Ру – ввел понятие «механика развития»
- Ганс Дриш:
  - Открыл явление эмбриональной регуляции.
  - «Судьба части зародыша есть функция ее положения в целом».