

Онтогенез и надцарства организмов

От клетки к эволюции: общий код жизни



Как развитие связано с эволюцией

Индивидуальное развитие и эволюционная история связаны: одни и те же гены, клетки и сигналы формируют организм и одновременно отражают его происхождение.



Два уровня организации живого

3



Индивидуальное развитие

Онтогенез описывает путь одной особи от зиготы до завершения жизни. Он показывает, как наследственная информация реализуется в реальном организме на каждом этапе развития.



История групп

Филогенез рассматривает происхождение видов и более крупных групп. Его задача — объяснить, как возникали линии живого мира и почему они различаются по строению и функциям.



Связь двух процессов

Оба процесса нельзя изучать отдельно: развитие зависит от генов, а эволюция меняет сами программы развития. Поэтому сравнение онтогенеза помогает понять механизмы родства.

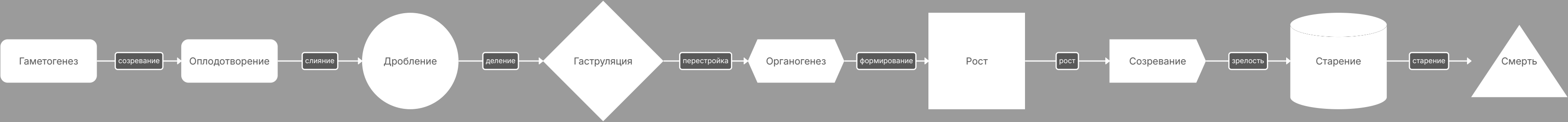


Значение для науки

Для биологии особенно важно видеть, как в одном организме наследственность, среда и отбор соединяются в единый результат. Именно это делает онтогенез ключом к пониманию эволюции.

Основные этапы онтогенеза

Схема показывает общий порядок стадий индивидуального развития у разных групп организмов.



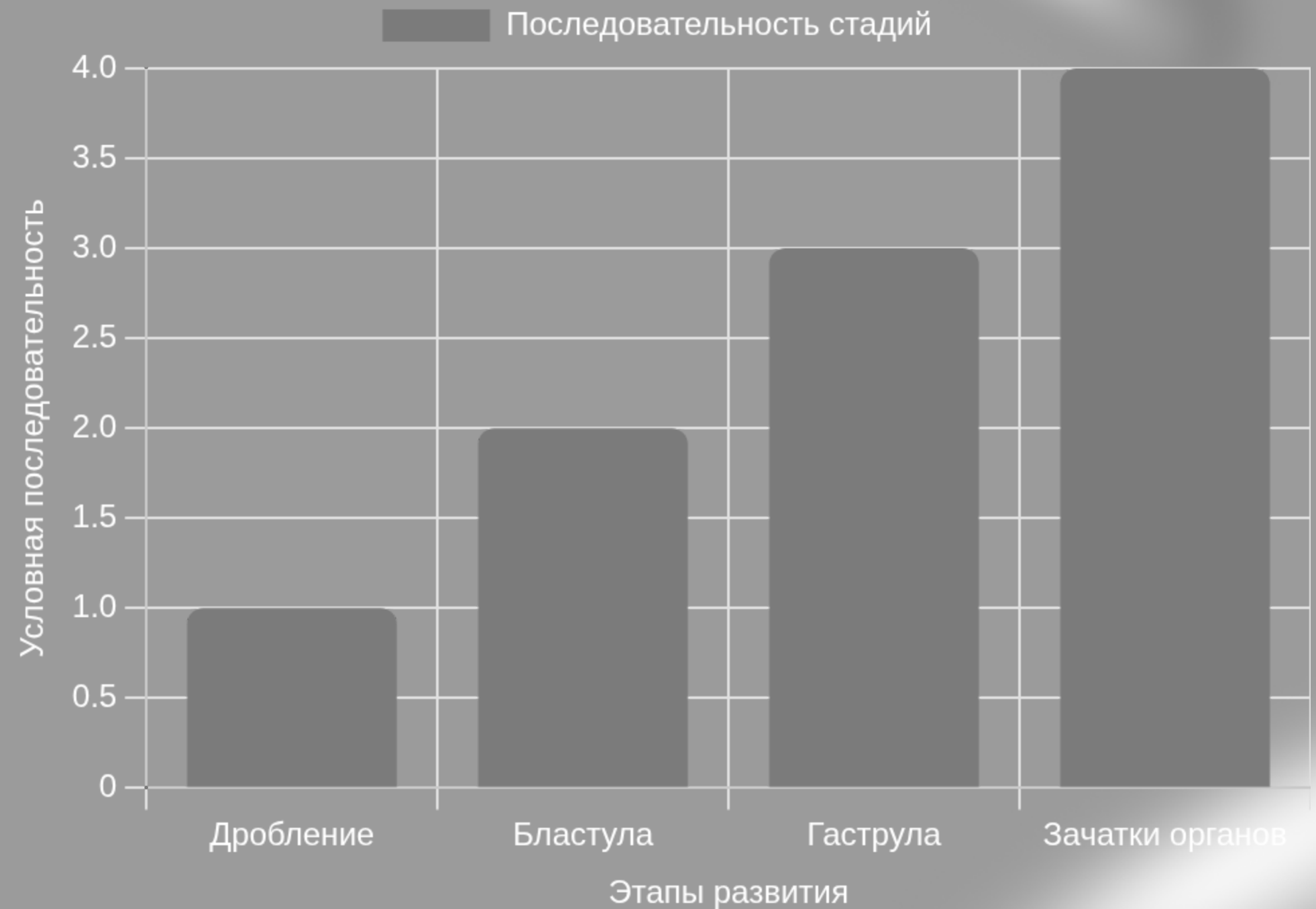
Гаметогенез и оплодотворение

Этап	Результат	Набор хромосом
Гаметогенез	Гаметы	гаплоидный
Оплодотворение	Зигота	диплоидный

- Сравнение двух ключевых этапов полового размножения помогает увидеть, как сохраняется и обновляется наследственная информация.
- Гаметогенез уменьшает набор хромосом, а оплодотворение восстанавливает его и повышает генетическое разнообразие потомства.

Раннее развитие: от дробления к гастрюляции

- После дробления клетки быстро теряют самостоятельность и начинают работать как единая система, подготавливая будущую архитектуру тела.
- Переход от деления к гастрюляции не просто увеличивает число клеток, а задаёт план тела и будущую специализацию тканей.



Как клетка становится частью органа

7

1

Первые решения клетки

Сначала клетки зародыша получают разные сигналы и начинают двигаться по путям будущих тканей. Именно распределение сигналов определяет, где возникнут нервная, мышечная и эпителиальная системы.

2

Источники тканей

Зародышевые листки становятся источником основных органов. Из одного слоя формируются внутренние структуры, из другого — покровы, а третий даёт начало опорно-двигательным и другим системам.

3

Специализация

Специализация клеток сопровождается изменением их формы, набора белков и функций. Клетка уже не просто делится, а выполняет узкую задачу в составе целого организма.

4

Причины различий

Дифференцировка зависит от активности генов, положения клетки и соседних сигналов. Поэтому одинаковые по происхождению клетки могут стать разными по строению и роли.



3

**основные группы гормонов у животных
координируют развитие на разных этапах.**

Три группы гормонов у животных особенно важны
для роста и созревания: они согласуют темпы деления
клеток, обмен веществ и переход к взрослому состоянию.

Школьный курс биологии

Две формы метаморфоза



От воды к суше

Головастик живёт в воде, дышит жабрами и питается иначе, чем взрослая амфибия. По мере метаморфоза у него исчезает хвостовой способ передвижения, меняются органы дыхания и формируется наземный образ жизни.



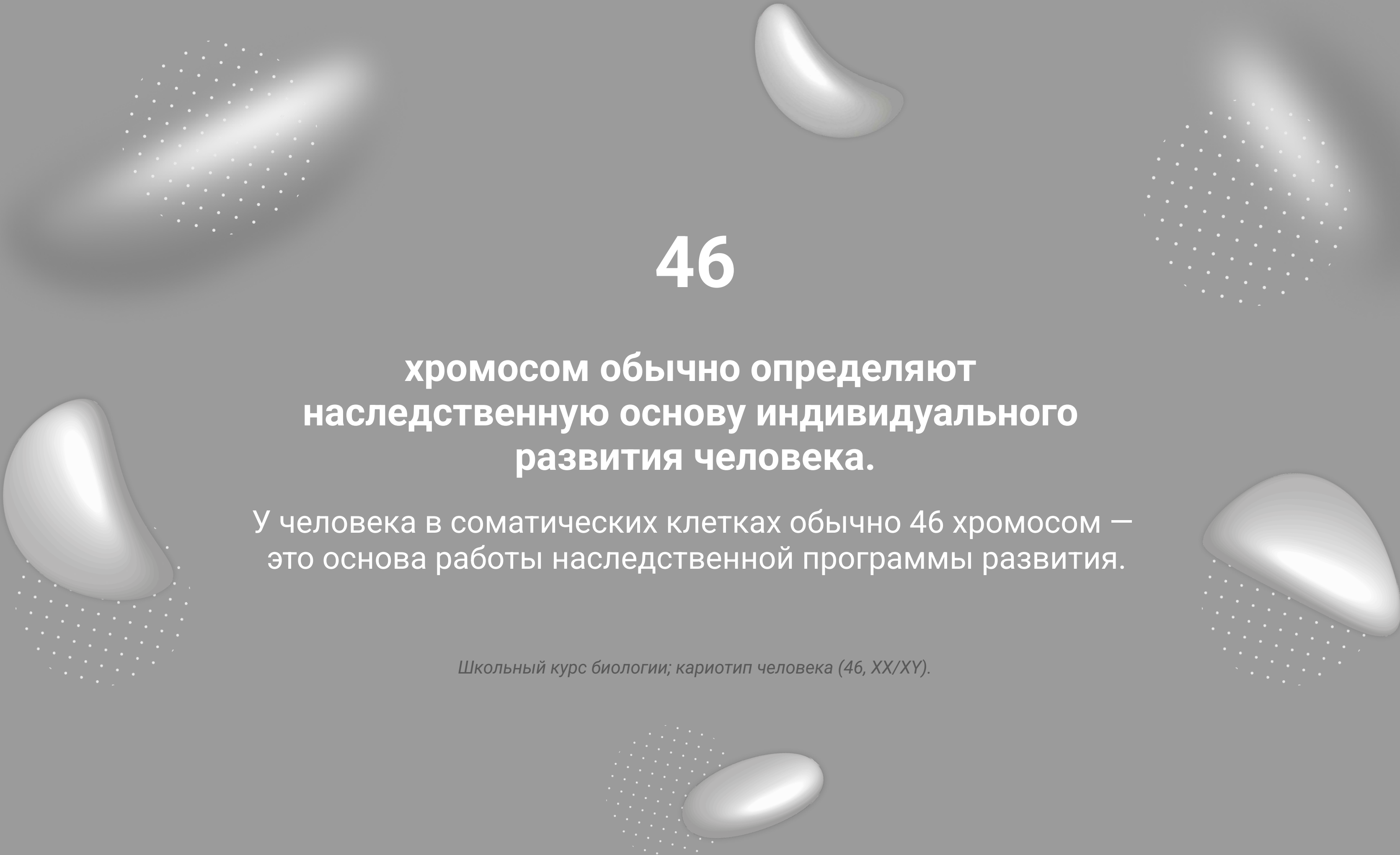
Разные ниши одного вида

У насекомых стадии развития часто разделяют жизнь на разные роли. Личинка растёт и накапливает ресурсы, куколка перестраивает тело, а имаго расселяется и размножается, почти не конкурируя с ранними стадиями.

2

**наглядных примера показывают, насколько
разной может быть регенерационная
способность живых организмов.**

У двух примеров — у гидры и у растений — восстановление
идёт особенно эффективно и наглядно.



**хромосом обычно определяют
наследственную основу индивидуального
развития человека.**

У человека в соматических клетках обычно 46 хромосом —
это основа работы наследственной программы развития.

Школьный курс биологии; кариотип человека (46, XX/XY).



1 °C

**способно заметно изменить скорость
онтогенеза у многих организмов.**

Даже небольшое изменение температуры способно
сдвигать темпы развития и сроки перехода к следующим
стадиям.

IPCC, AR6; общие данные о чувствительности живых организмов к температурным изменениям.

Три взгляда на связь развития и эволюции

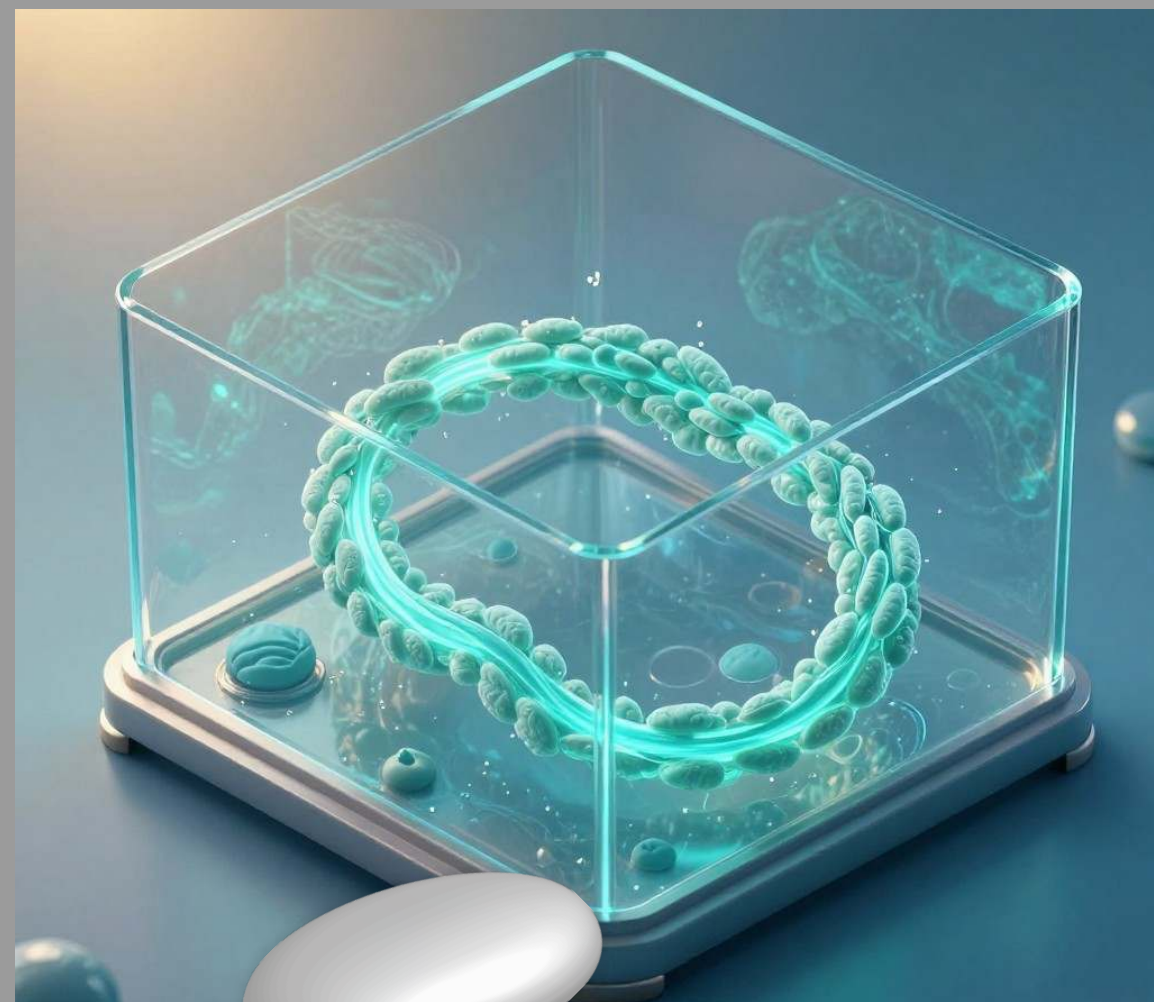
Похожие зародыши — общий план

На ранних стадиях зародыши рыб, земноводных и млекопитающих могут выглядеть удивительно похоже: формируются оси тела, зачатки нервной системы и основные слои клеток. Именно поэтому сравнительная эмбриология долго служила важным аргументом в пользу общего происхождения позвоночных.



Один признак — разные пути

У разных животных одни и те же органы возникают по-разному: к примеру, конечности и жабры формируются через разные последовательности сигналов и клеточных перемещений. Эволюция сохраняет конечный результат, но меняет «маршрут» его достижения, создавая разнообразие строения.



Эмбрион как подсказка родства

Иногда ключ к родству скрыт не во взрослом организме, а в эмбрионе. Если у двух групп совпадают ранние стадии и наборы генетических переключателей, это указывает на близкое эволюционное прошлое даже при заметных различиях внешнего вида.



Сохранённые гены и планы строения

- Сравнение генов развития показывает, что общие регуляторные системы часто важнее внешнего сходства видов.
- Консервативные гены встречаются у разных групп, а различия чаще связаны с режимом их работы, а не с появлением полностью новых генов.

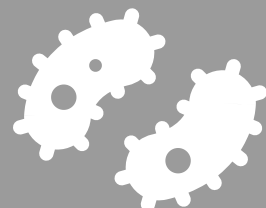
Ген	Роль	Группа
Нох	Ось тела	Животные
Рах6	Органы чувств	Животные
MADS-box	Органы растения	Растения

Ключевые признаки надцарств



Древнее расхождение

Надцарство объединяет очень древние линии, возникшие на ранних этапах эволюции жизни. Это уровень, на котором особенно заметны фундаментальные различия в строении клетки и способах её функционирования.



Два главных типа клеток

В школьной классификации обычно выделяют две крупные линии: прокариот и эукариот. Такое деление отражает принципиальные различия в организации наследственного материала и внутренних структур клетки.



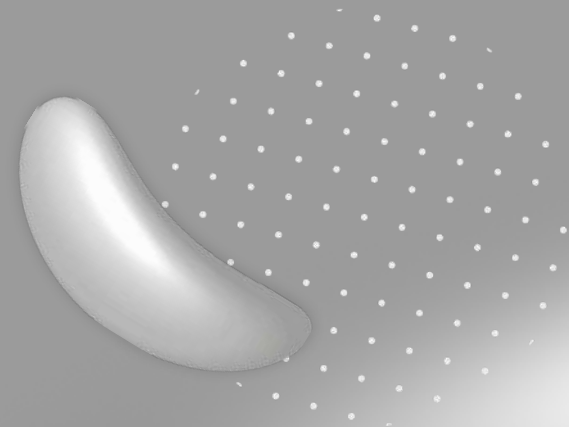
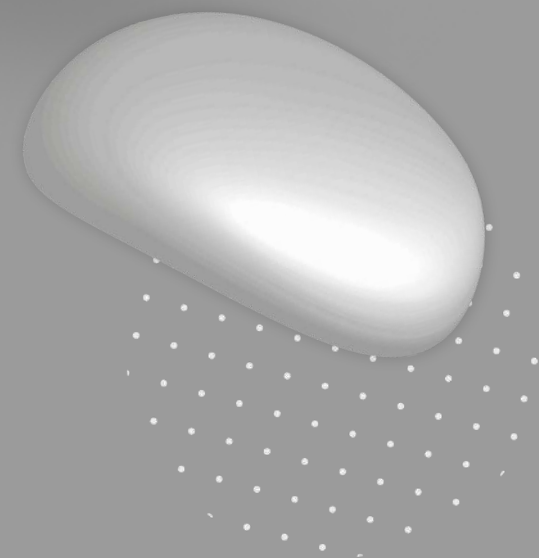
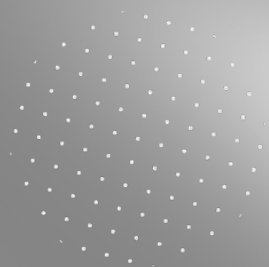
Простой уровень организации

Прокариоты имеют более простую клеточную организацию: у них нет оформленного ядра и большинства мембранных органоидов. Это делает их строение компактным и функционально иным по сравнению с эукариотами.



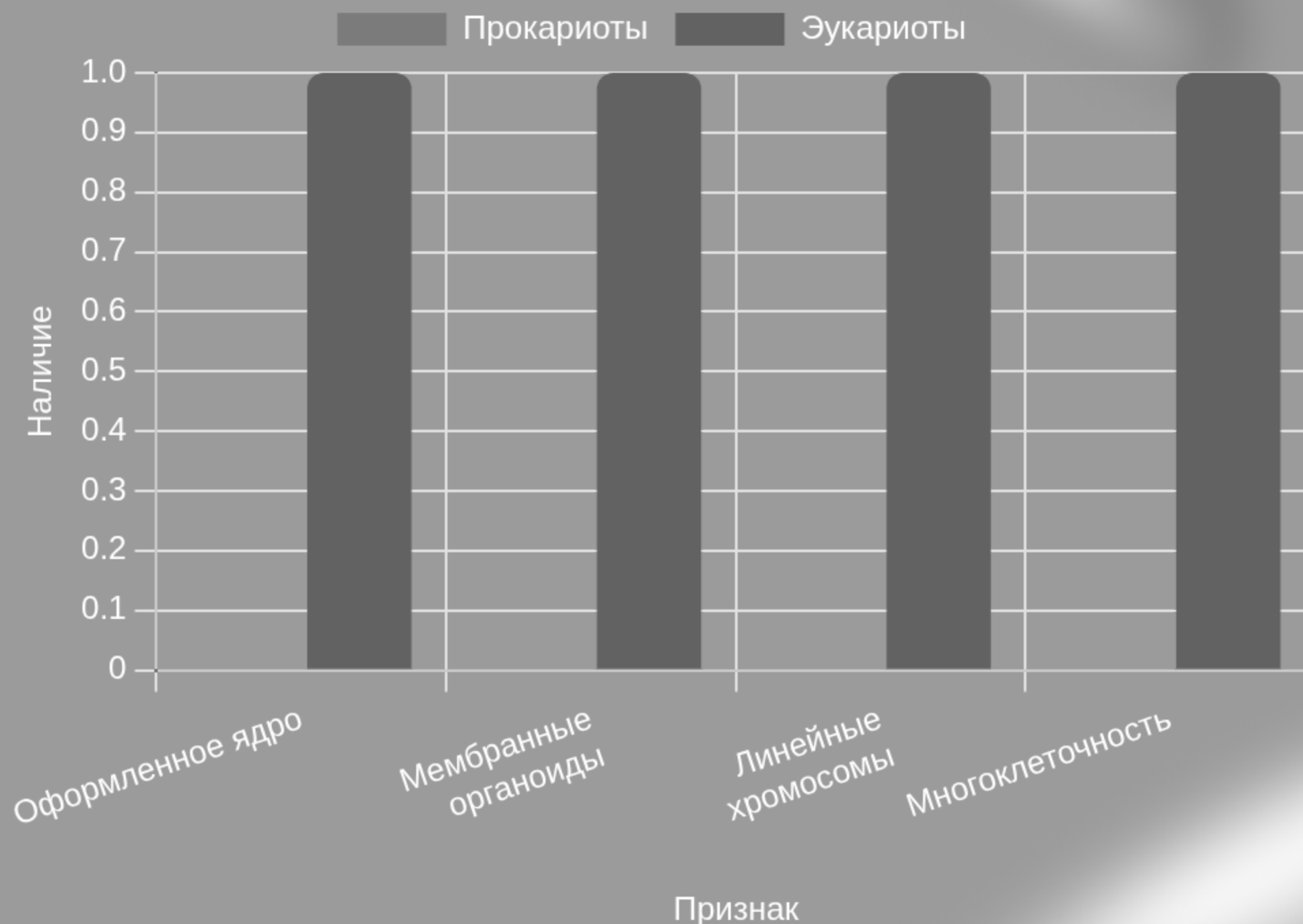
Основа сложной жизни

Эукариоты открыли путь к многоклеточности, специализации клеток и сложным жизненным циклам. Именно поэтому к ним относятся грибы, растения и животные, а также многие одноклеточные формы.



Прокариоты и эукариоты: ключевые различия

- Различия между прокариотами и эукариотами затрагивают не только строение, но и уровень регуляции жизненных процессов.
- Эукариоты обладают более сложной клеточной архитектурой, что связано с появлением специализированных функций и многоклеточных организмов.



Путь к клетке эукариотического типа

17

Схема основана на гипотезе эндосимбиоза, подтверждаемой наличием собственной ДНК и двойных мембран у митохондрий и хлоропластов.



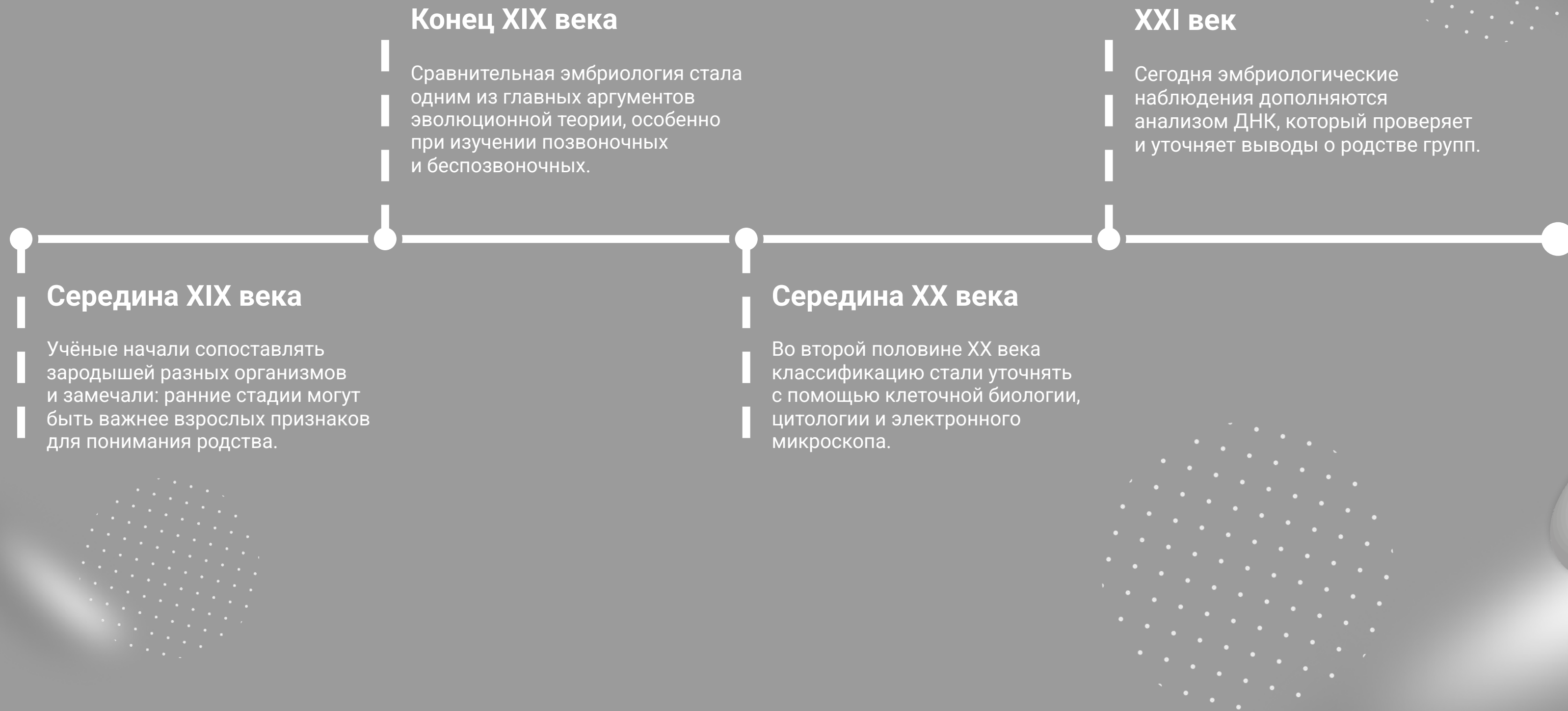
Сравнение главных ветвей эукариот

Ветка	Питание	Особенность
Простейшие	разное	обычно одноклеточные
Грибы	осмотрофное	клеточная стенка
Растения	автотрофное	хлоропласты

- Сравнение основных ветвей эукариот показывает, как единый клеточный план сочетается с разными способами питания и жизненного существования.
- У эукариот общий фундамент — ядро и мембранные органоиды, а различия связаны прежде всего со способом питания и строением клетки.

От наблюдений к молекулярной проверке

19



Развитие раскрывает историю ЖИЗНИ

Онтогенез показывает, как наследственная программа превращает одну клетку в сложный организм, а сравнительное развитие помогает понять родство линий и происхождение крупных ветвей жизни.