

Организменный уровень

Размножение, или самовоспроизведение, - одна из важнейших характеристик органической природы. Размножение – свойство, присущее всем без исключения живым организмам – от бактерий до млекопитающих. Существование любого вида животных и растений, бактерий и грибов, преемственность между родительскими особями и их потомством поддерживаются только благодаря *размножению*.

Типы размножения

Половое



С изменением генетического материала

Бесполое



Без изменения генетического материала

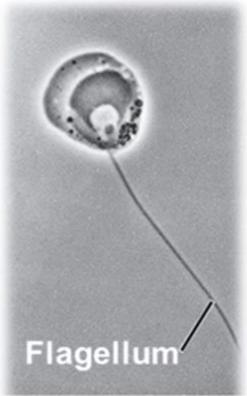
Бесполое размножение



1. Простое деление



2. Почкование



3. Спорообразование



4. Фрагментация



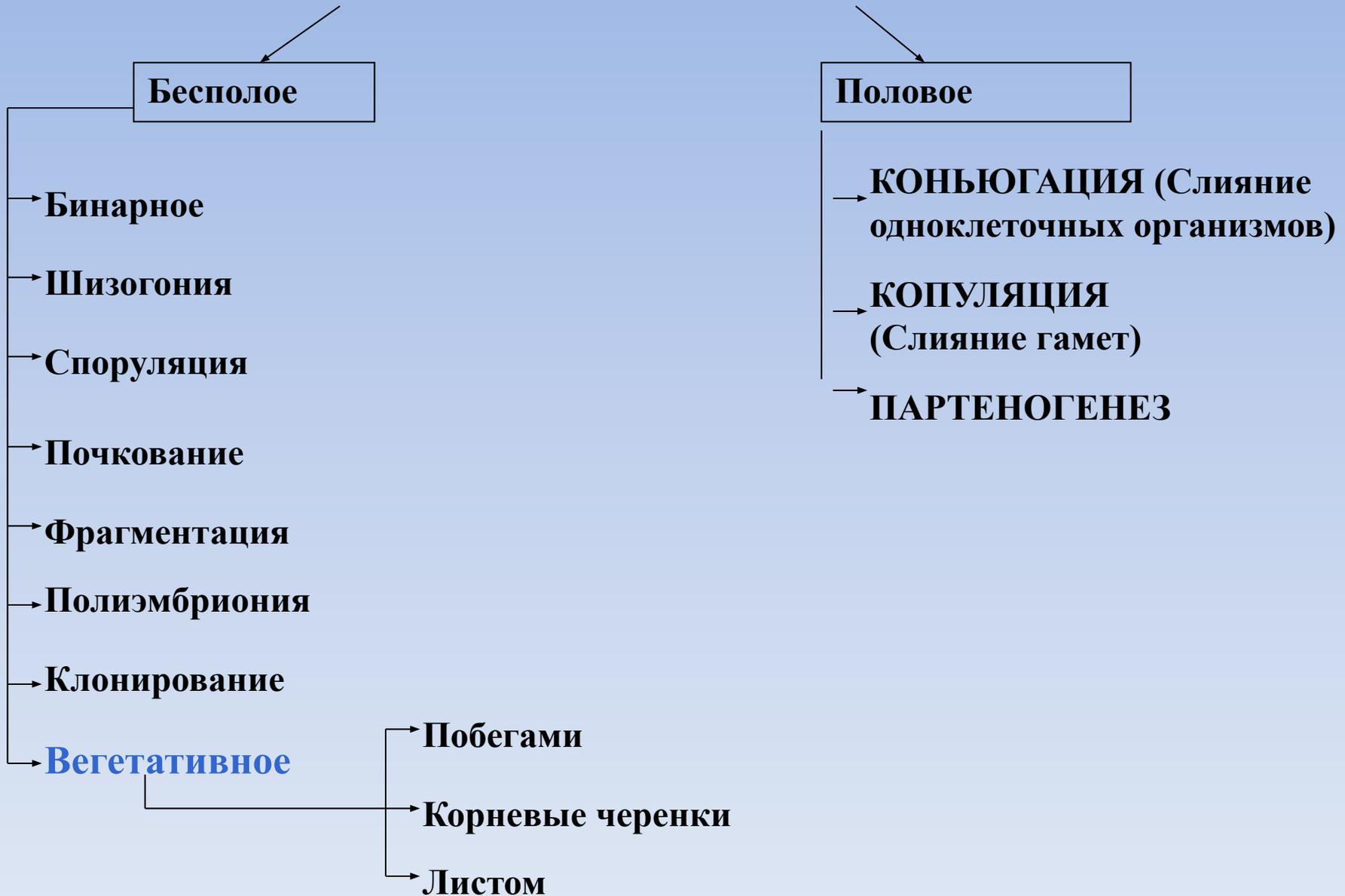
5. Клонирование



Flagellum

4 μm

Формы размножения организмов



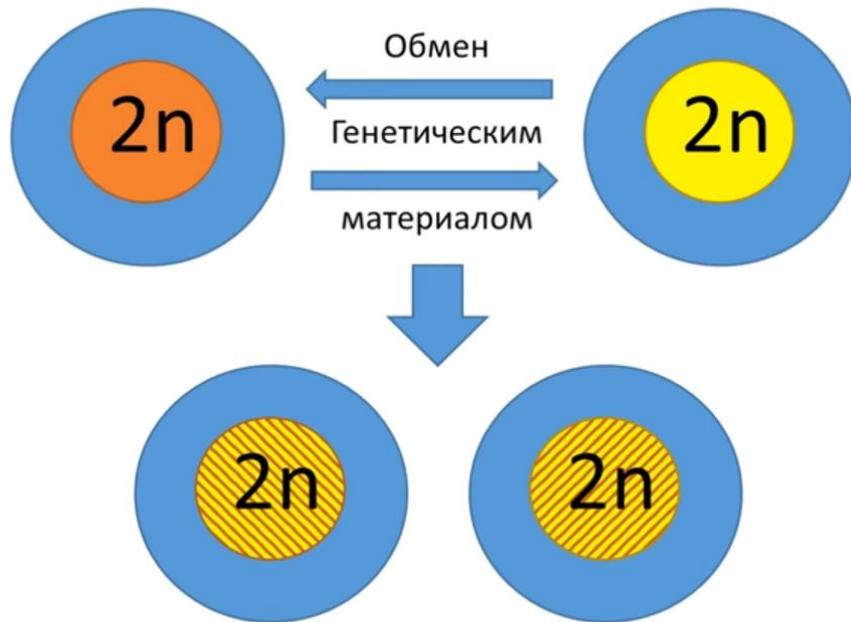
Характеристика бесполого размножения

- 1. В размножении участвует одна родительская особь.
- 2. Осуществляется без участия половых клеток.
- 3. Потомство генетически идентично материнскому.
- 4. Быстро увеличивается численность вида.
- 5. В основе размножения лежит митоз

Возникновение полового размножения

- Следующим важным этапом развития жизни и усложнения ее форм было возникновение примерно 900 млн. лет назад полового размножения.
- Половое размножение состоит в механизме слияния ДНК двух индивидов и последующего перераспределения генетического материала, при котором потомство похоже, но не идентично родителям.
- Достоинство полового размножения в том, что оно значительно повышает видовое разнообразие и резко ускоряет эволюцию, позволяя быстрее и эффективнее приспосабливаться к изменениям окружающей среды.

Половое размножение

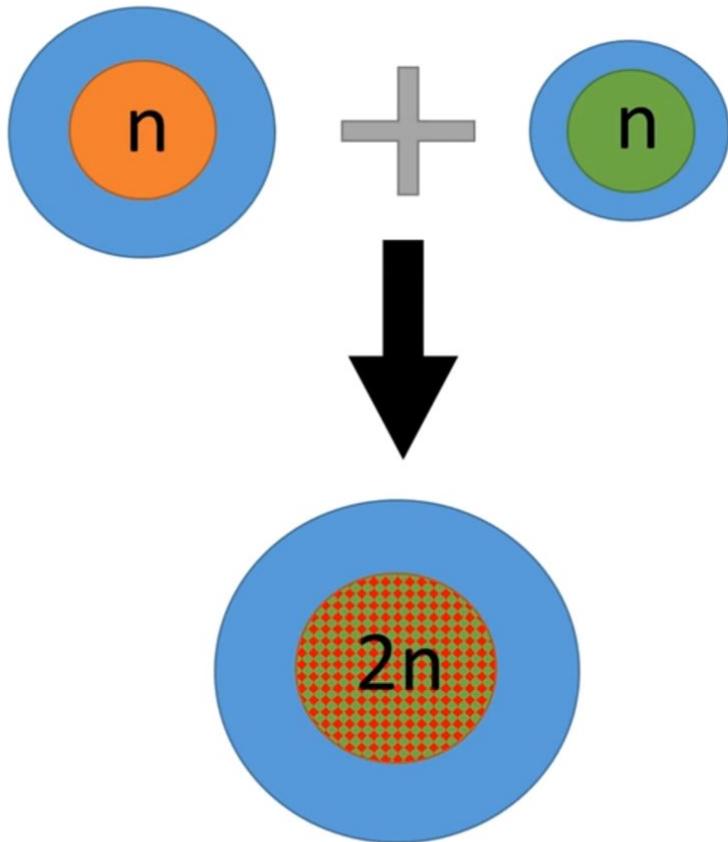


- Участвуют две клетки
- Не происходит увеличения числа организмов

- **Конъюгация** – размножение с обменом генетическим материалом у некоторых простых организмов
- Не образуется гамет



Половое размножение



- «Классический» вариант предполагает участие **гамет** – специальных половых клеток
- Гаметы получаютс в ходе **мейоза**
- У гамет гаплоидный (одинарный, n) набор хромосом
- Гаметы сливаются, получается зигота
- У самки – большая неподвижная гамета, у самца – маленькая подвижная
- Но гаметы бывают и одинаковыми

Половое размножение

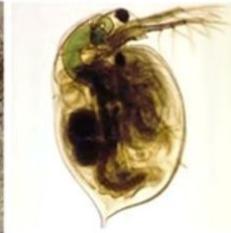
Komodo dragon



Bonnethead shark



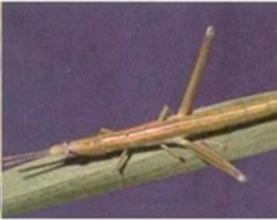
Water flea



Буное's gecko



Warramaba virgo grasshopper



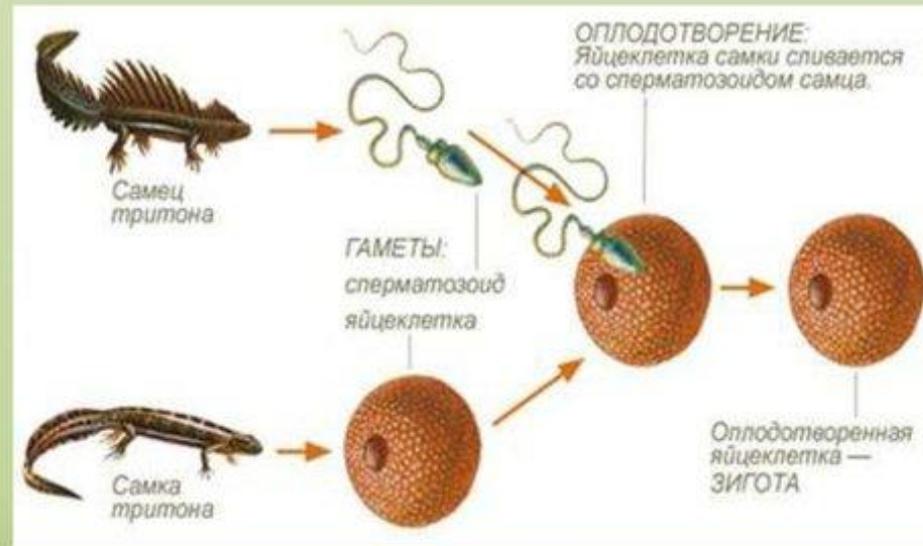
Mulga trees



- **Партеногенез** – размножение без участия самца
- Яйцеклетка начинает делиться без оплодотворения
- В процессе первого митоза клетки не расходятся, таким образом восстанавливается двойной набор хромосом ($2n$)
- Все дети – самки

Половое размножение

- Половое размножение — процесс у большинства эукариот, связанный с развитием новых организмов из половых клеток.
- Оно складывается из 4х основных процессов:
 1. Гаметогенез – образование половых клеток
 2. Оплодотворение – слияние гамет и образование зиготы.
 3. Эмбриогенез – дробление зиготы и формирование зародыша.
 4. Постэмбриональный период – рост и развитие организма в послезародышевый период.



Мейоз



Состоит из ДВУХ последовательных делений

Первое – уникальное, второе – почти как митоз

Мейоз vs Митоз

Мейоз



Удвоение
ДНК



мейоз I



мейоз II



Митоз



МИТОЗ



Митоз – точное деление, без изменений

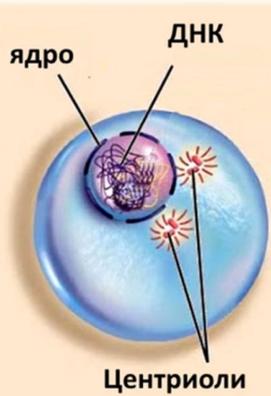
- На выходе две идентичные материнской клетки
- Бесполое размножение и рост многоклеточных организмов

Мейоз – деление с изменением генетического материала

- На выходе четыре разные клетки с половинным набором хромосом
- Половое размножение



До мейоза – интерфаза



ДНК удваивается, оно не собрано в хромосомы

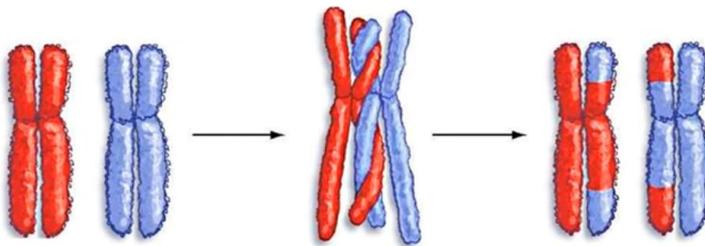
Клетка растет и готовится к делению

Мейоз I – профазы I



- ДНК формирует хромосомы (упаковывается)
- Клеточный скелет (микротрубочки) начинает расти от полюсов клетки, формируя веретено деления
- Исчезает мембрана ядра
- Происходит **КРОССИНГОВЕР**

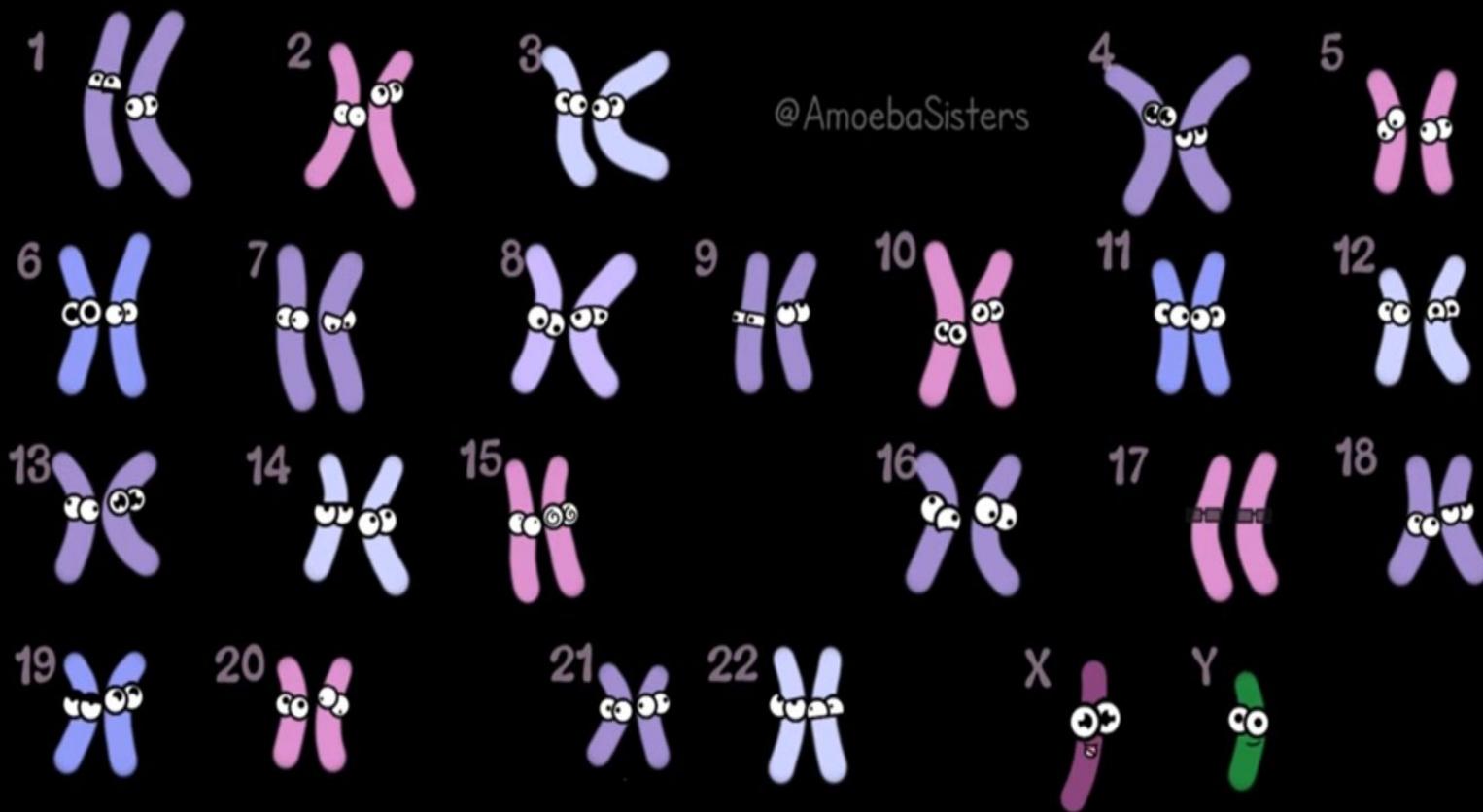
Кроссинговер



1. Плечи двух **ГОМОЛОГИЧНЫХ** хромосом перекрещиваются
2. Это происходит **ТОЛЬКО** в отвечающих за одни и те же признаки областях хромосом
3. Хромосомы **ОБМЕНИВАЮТСЯ** участками одинакового расположения и длины
4. Смысл – без кроссинговера получалось бы всего 2 типа клеток при мейозе – те, которые получили первую «сестру» из двух и те, которые получили вторую
5. С кроссинговером в процессе мейоза образуются новые варианты гомологичных хромосом!



Хромосомы человека



От папы

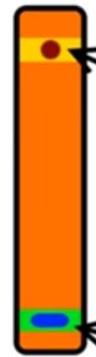
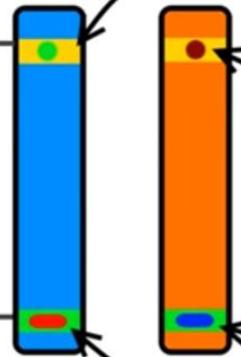
От мамы



Это гомологичные хромосомы (пара!)

Одна пара хромосом в вашей обычной клетке

Папина хромосома говорит "зеленые глаза"
Мамина говорит - "карие" → МАМИНА ПОБЕЖДАЕТ (КАРИЕ СИЛЬНЕЕ)

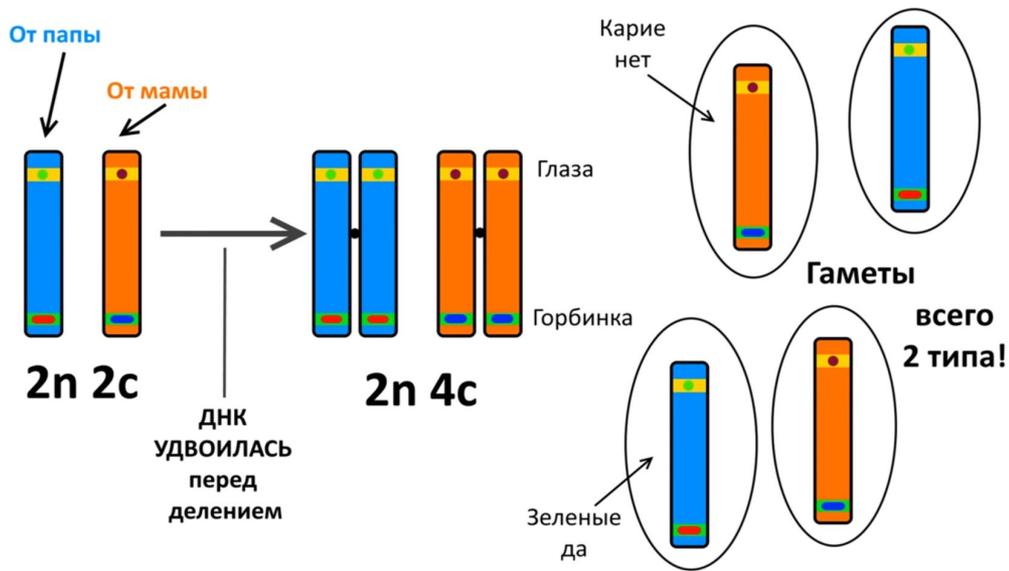


Это ген, отвечающий за цвет глаз

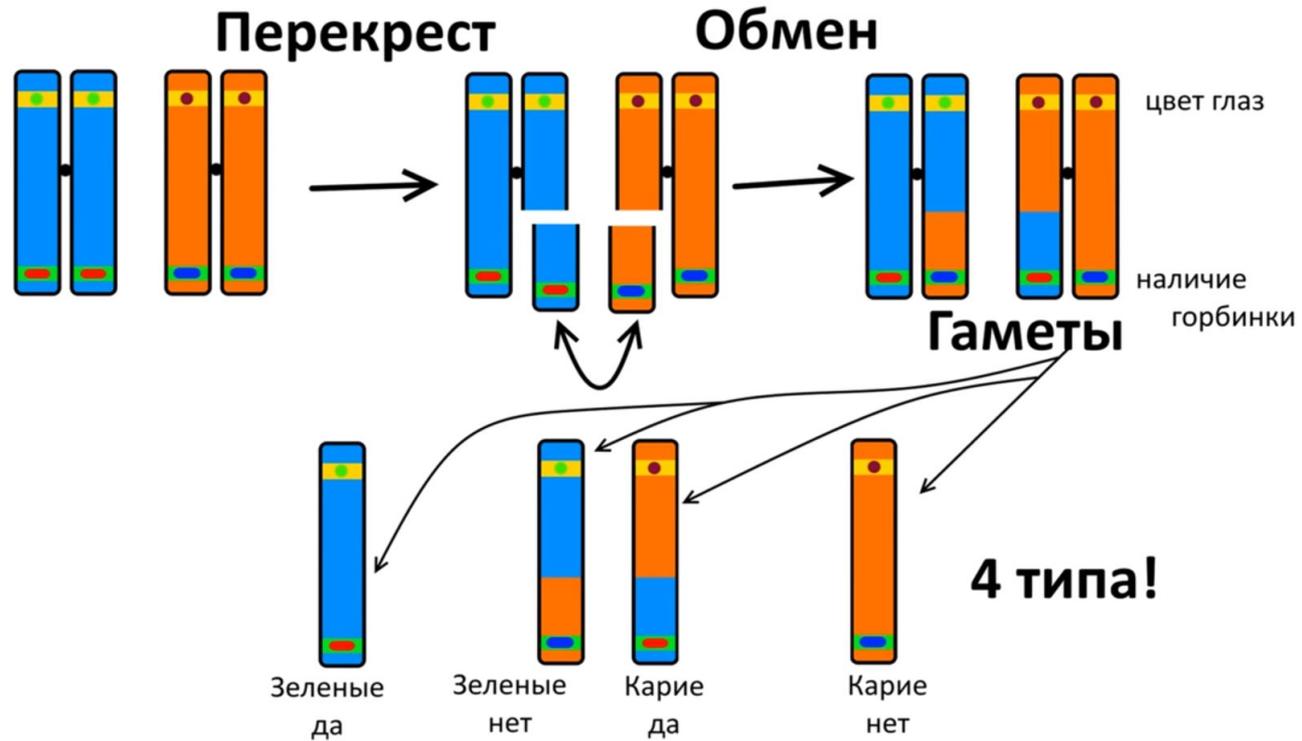
А этот ген - за форму носа

Папина хромосома говорит - "нос с горбинкой"
Мамина говорит - "нос прямой" → ПАПИНА ПОБЕЖДАЕТ (ГОРБИНКА СИЛЬНЕЕ)

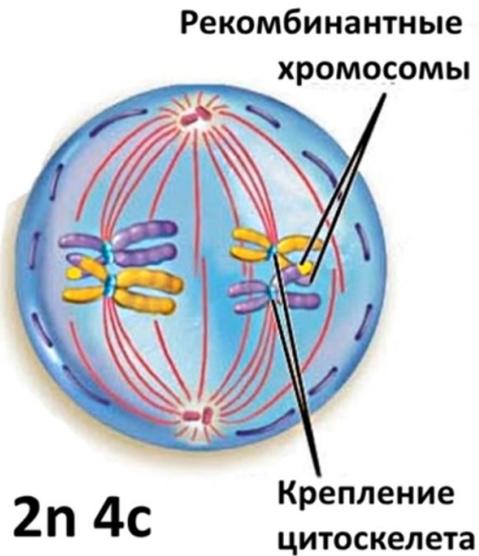
Митоз



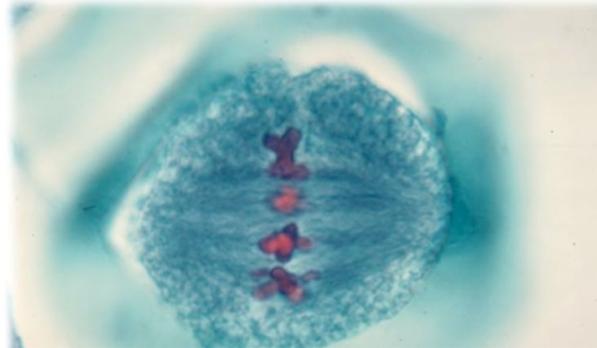
Мейоз



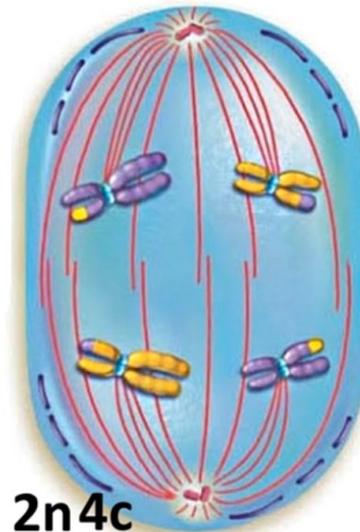
Мейоз I – метафаза I



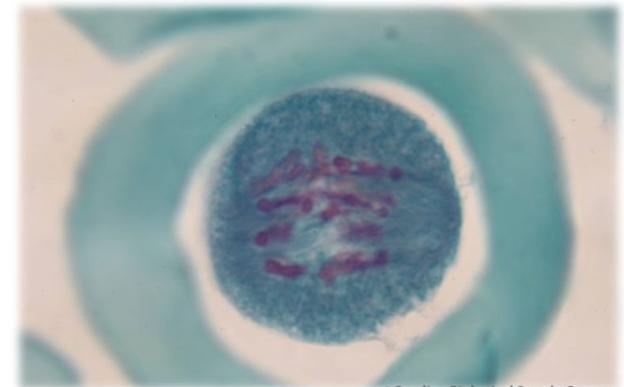
Хромосомы выстраиваются вдоль экватора клетки



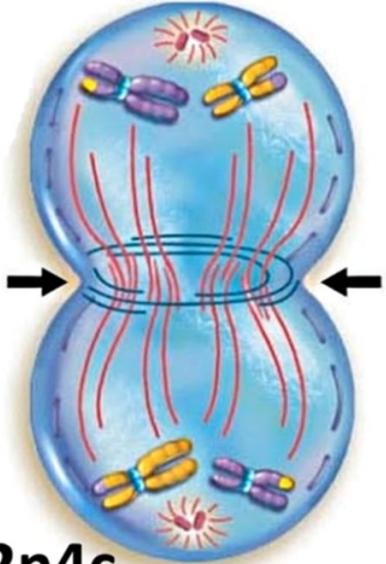
Мейоз I – анафаза I



Цитоскелет веретена деления «растаскивает» УДВОЕННЫЕ ХРОМОСОМЫ к полюсам клетки

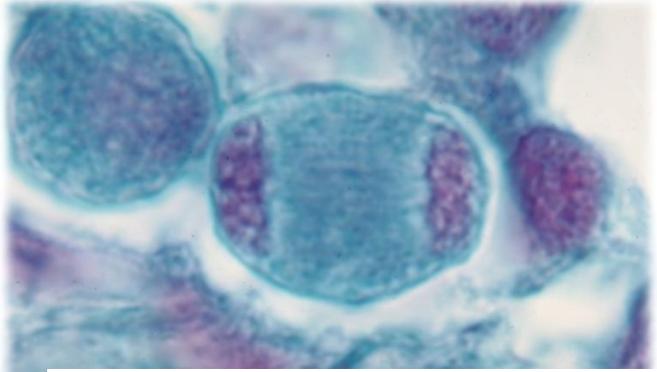


Мейоз I – телофаза I

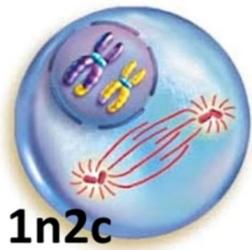


2n4c

Формируются новые ядерные оболочки

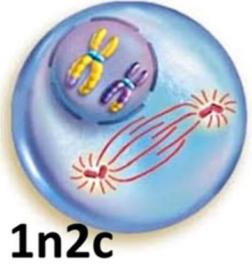


Мейоз II – профаза II



1n2c

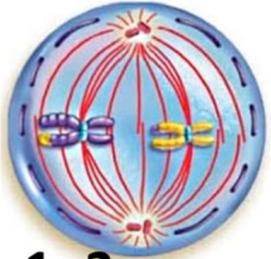
- Хромосомы не декомпактизировались, они остались
- Веретено деления готовится растаскивать хроматиды
- В каждом ядре **ОДИНАРНЫЙ НАБОР ХРОМОСОМ** (нет ГОМОЛОГИЧНЫХ) но каждая состоит из 2 хроматид



1n2c

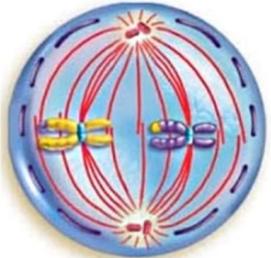
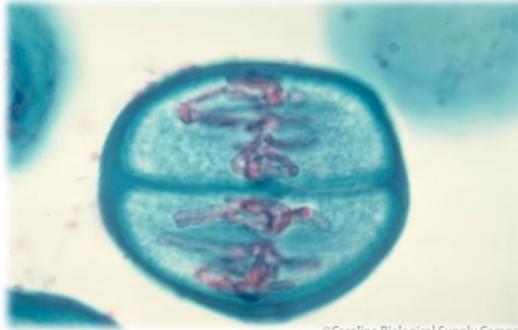


Мейоз II – метафаза II



1n2c

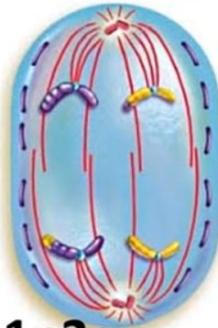
Хромосомы выстраиваются вдоль экватора клетки



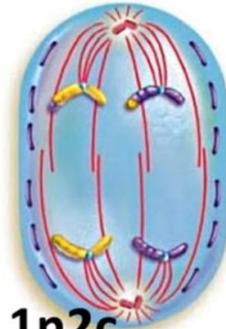
1n2c

Мейоз II – анафаза II

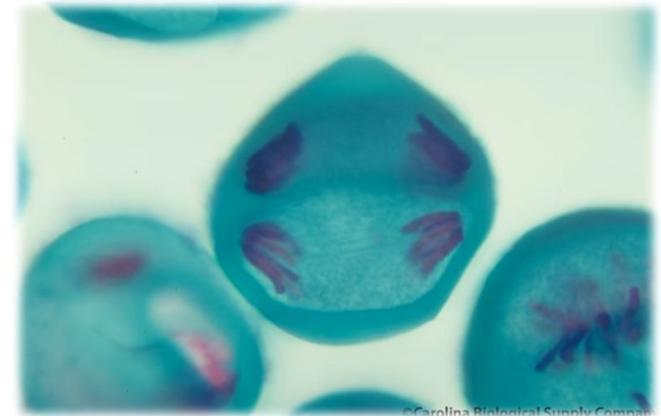
Цитоскелет веретена деления «растаскивает» хроматиды к полюсам клетки



1n2c

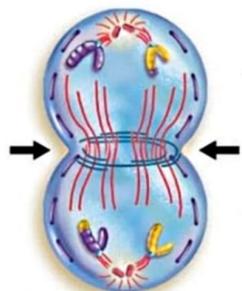


1n2c

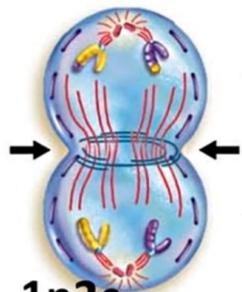


Мейоз II – телофаза II

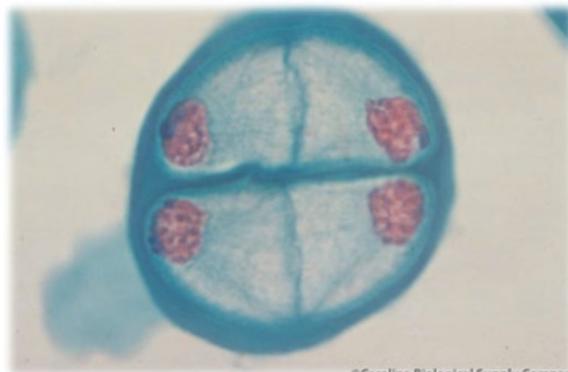
Формируются новые ядерные оболочки



1n2c



1n2c



После мейоза

- ДНК декомпактизируется, снова можно синтезировать белок
- Клетки продолжают развитие, специализируясь в половые



1n1c



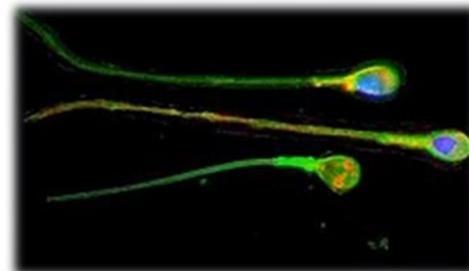
1n1c

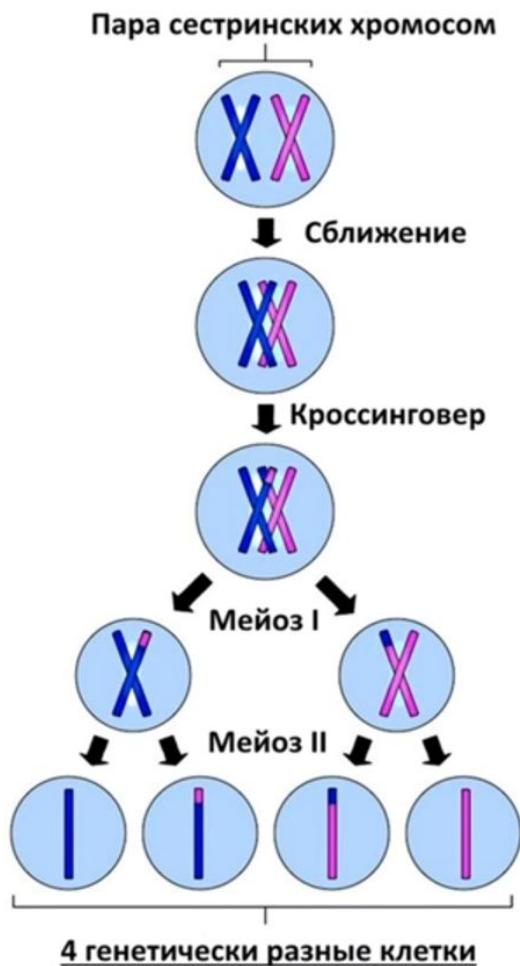


1n1c



1n1c

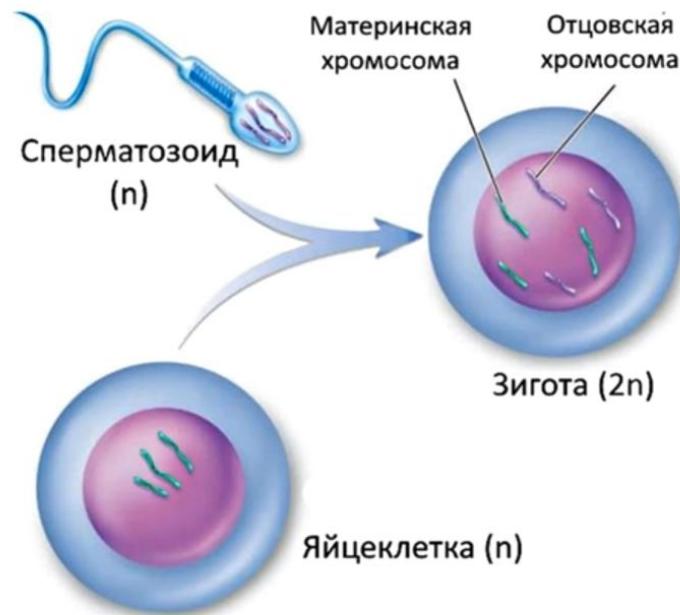




Мейоз проходит в 3 этапа:

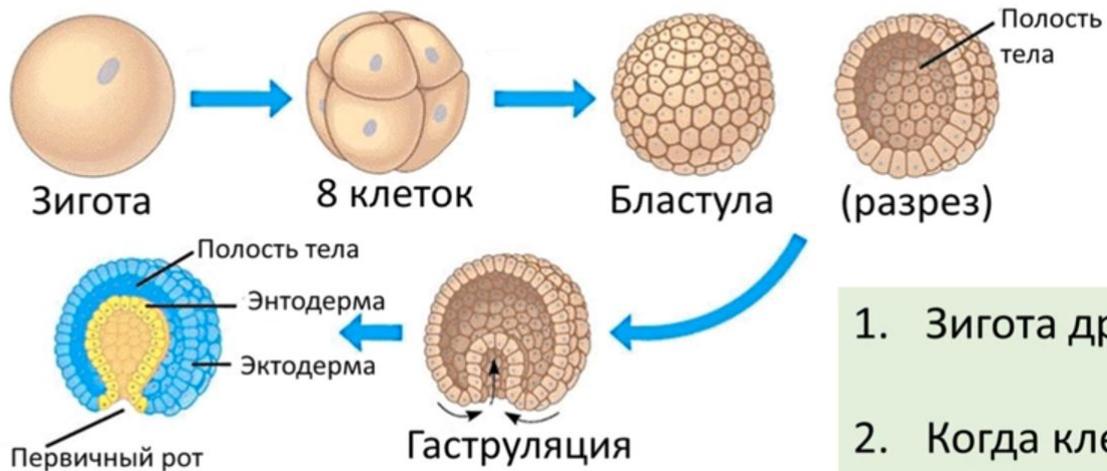
1. **Интерфаза** – подготовка к делению
2. **Мейоз I** – уникальное деление, по ходу которого собственно и «образуется» генетическое разнообразие. Ключевое событие – **кроссинговер**
3. **Мейоз II** – во всем подобен митозу, только в него вступают клетки с гаплоидным (одинарным) набором хромосом

Оплодотворение



1. Проникновение сперматозоида внутрь яйцеклетки
2. Слияние ядер гамет, восстановление двойного набора хромосом

Развитие зародыша

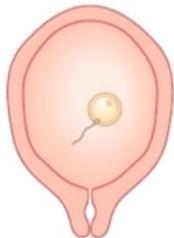


1. Зигота дробится (деление митозом)
2. Когда клеток много – начинает формироваться структура.

Гаструла – устроена как самое простое многоклеточное животное – Кишечнополостное

Развитие зародыша

Одна яйцеклетка
Расхождение после
первого деления



Идентичные гены

Две яйцеклетки
Параллельное
развитие



Обычные сибсы

«Близнецы»

Однояйцовые = «клоны»
друг друга

Разнояйцовые – просто
одновременно зачатые
дети одних родителей

На исследовании различий между близнецами основано много методов изучения влияния генов и среды на жизнь человека

Развитие после рождения

С превращением



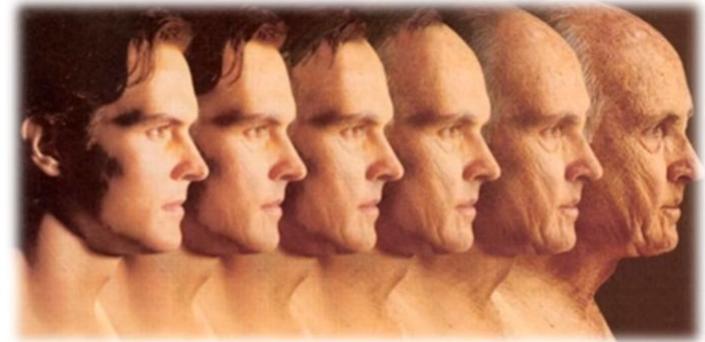
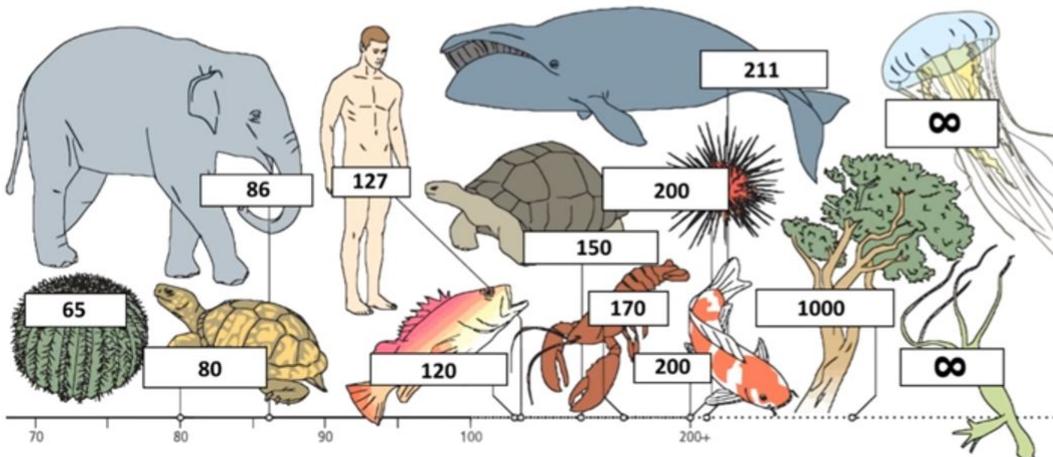
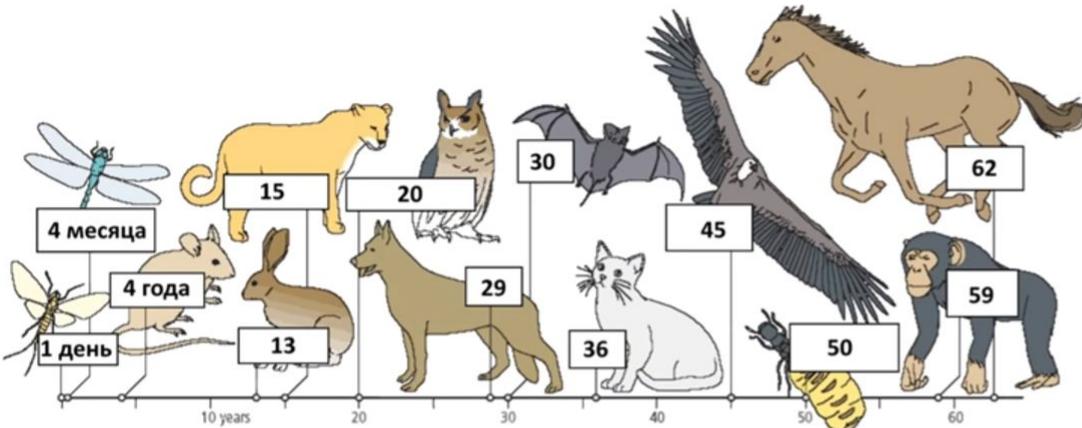
- Из яйца выходит личинка
- Она не похожа на взрослое животное
- Личинка проходит одно или несколько ПРЕВРАЩЕНИЙ до того, как станет взрослым
- Размножается взрослая форма

Прямое



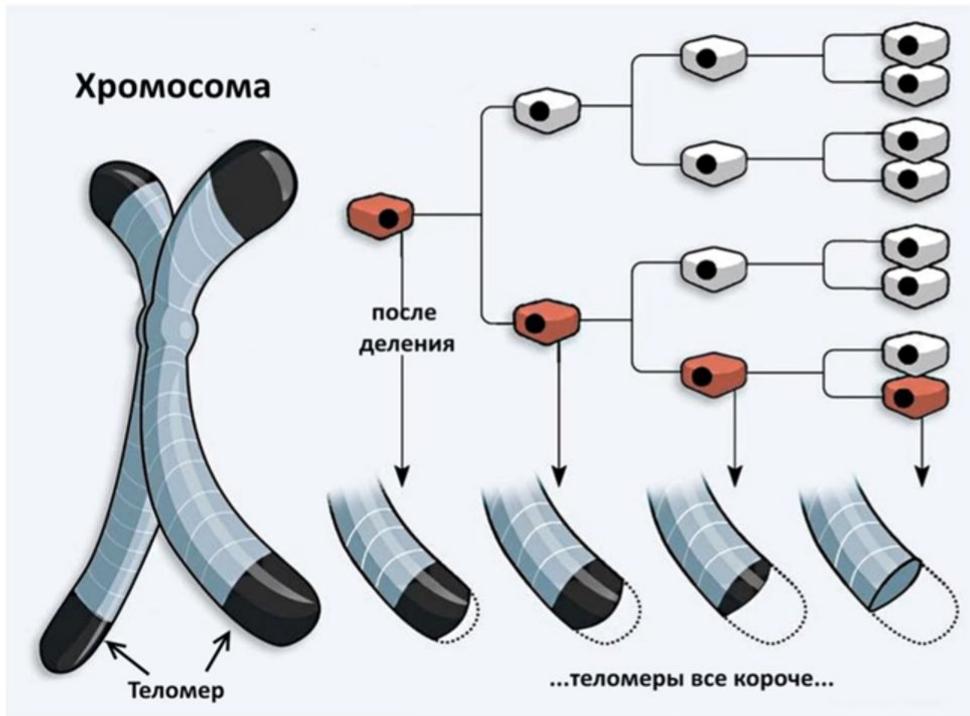
- Из яйца выходит животное, во всем подобное взрослому, но меньше и с нефункционирующей репродуктивной системой – детёныш
- Детеныш растёт и достигает половой зрелости

Старение и смерть



- Среднее и максимальное время жизни – специфично для каждого вида животных
- Для теплокровных – чем животное мельче, тем меньше оно живет
- Холоднокровные при одинаковых размерах живут дольше (они живут «медленнее»)
- Некоторые животные вообще не умирают «собственной» смертью

Старение и смерть



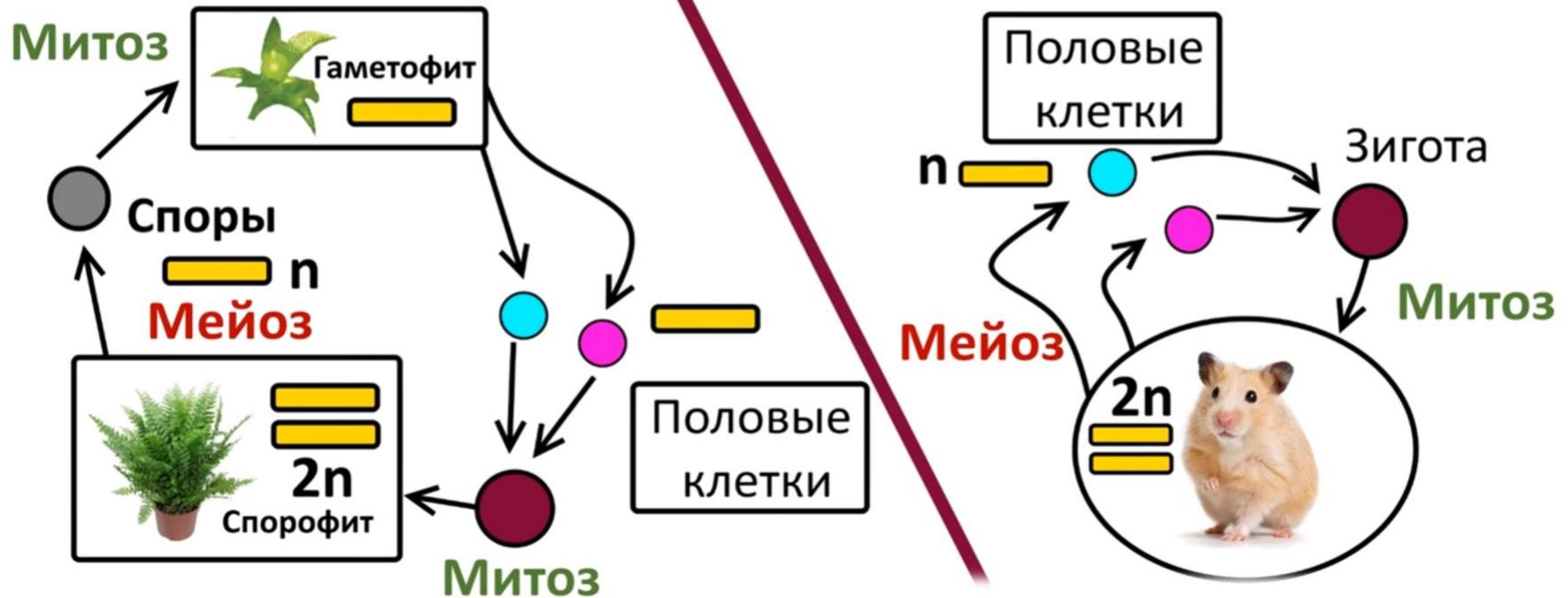
- Есть очень много причин старения
- Одна из них, тот факт, что клетка нашего организма может поделиться **конечное число раз**
- Дело в том, что при репликации ДНК каждый раз маленький кусочек ДНК с краю хромосомы **теряется**
- Чтобы это не становилось проблемой – края хромосом не содержат генов. Там бессмысленная последовательность нуклеотидов – **теломеры**
- Каждое деление они становятся все короче
- Когда **теломера** больше нет – дальше делиться невозможно

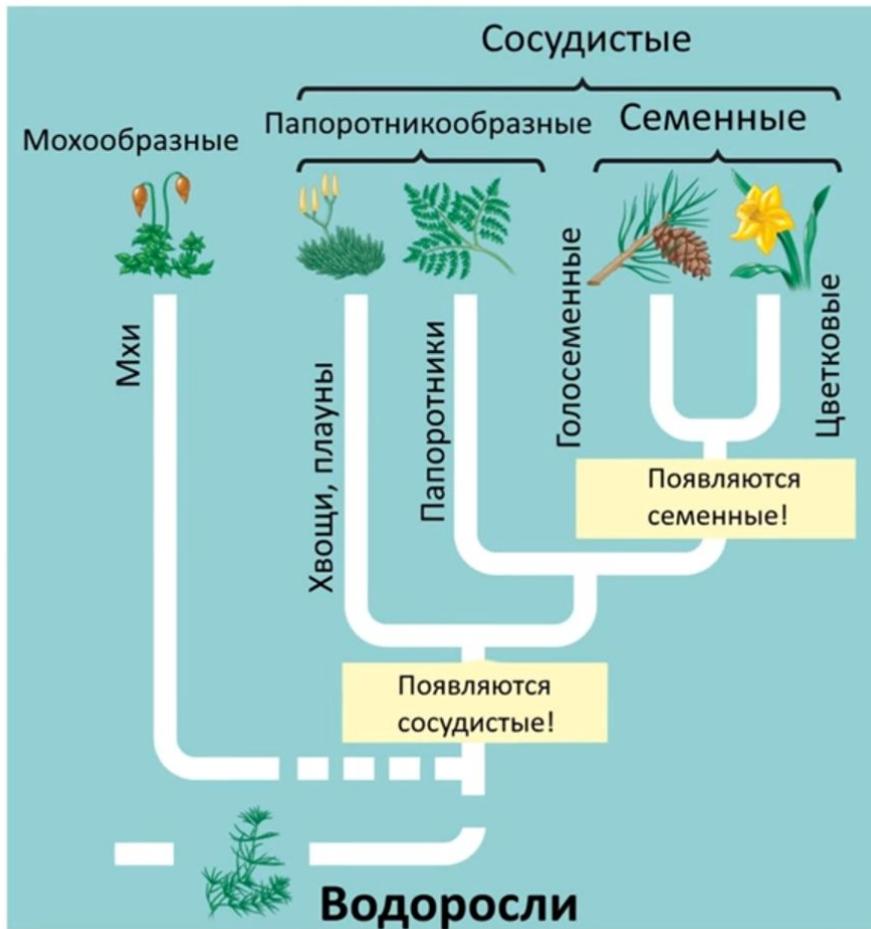
Жизненный цикл

РАСТЕНИЯ

VS

ЖИВОТНЫЕ





Царство Растения

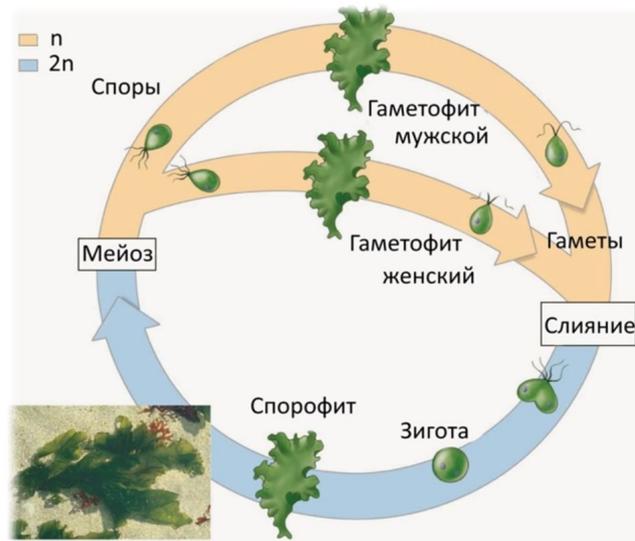
- Умеют фотосинтезировать
- Обычно неподвижны
- Их много разных!
- Жизненный цикл с чередованием поколений
- Гаметы получаютсЯ МИТОЗОМ!

Водоросли



- Очень разные поэтому бывает по-всякому
- Гаметофит – гаплоиден, дает гаметы
- Спорофит – диплоиден, дает споры

Жизненный цикл - пример



Ульва, или морской салат – род зелёных водорослей
Около 20 видов, распространенных в теплых морях

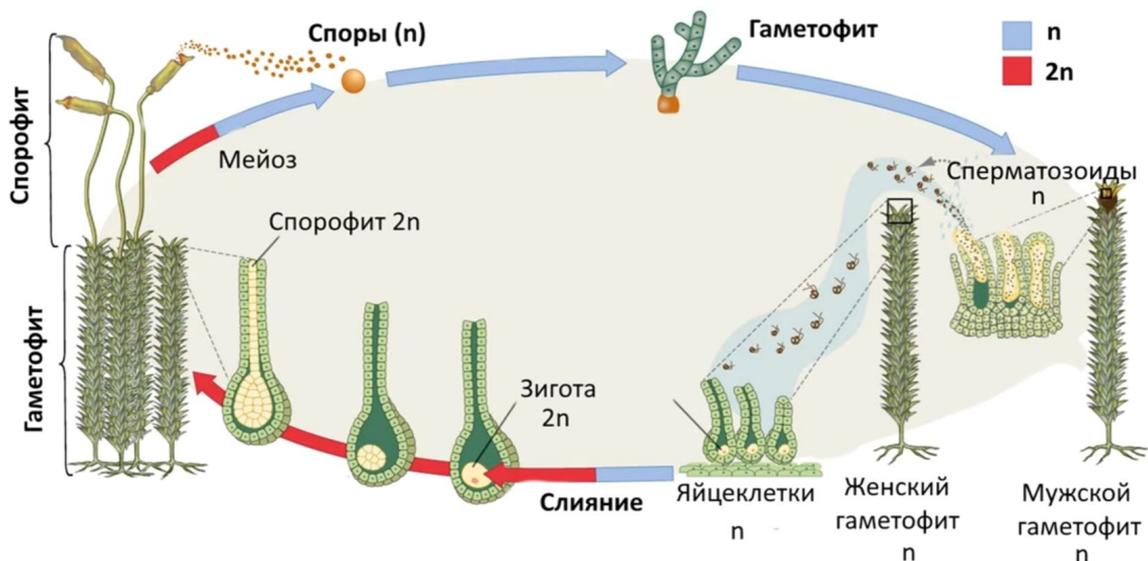


Мохообразные



- Преобладает гаметофит, спорофит – коробочка на ножке
- Гаметофит формирует гаметы
- Они сливаются в воде.

Жизненный цикл

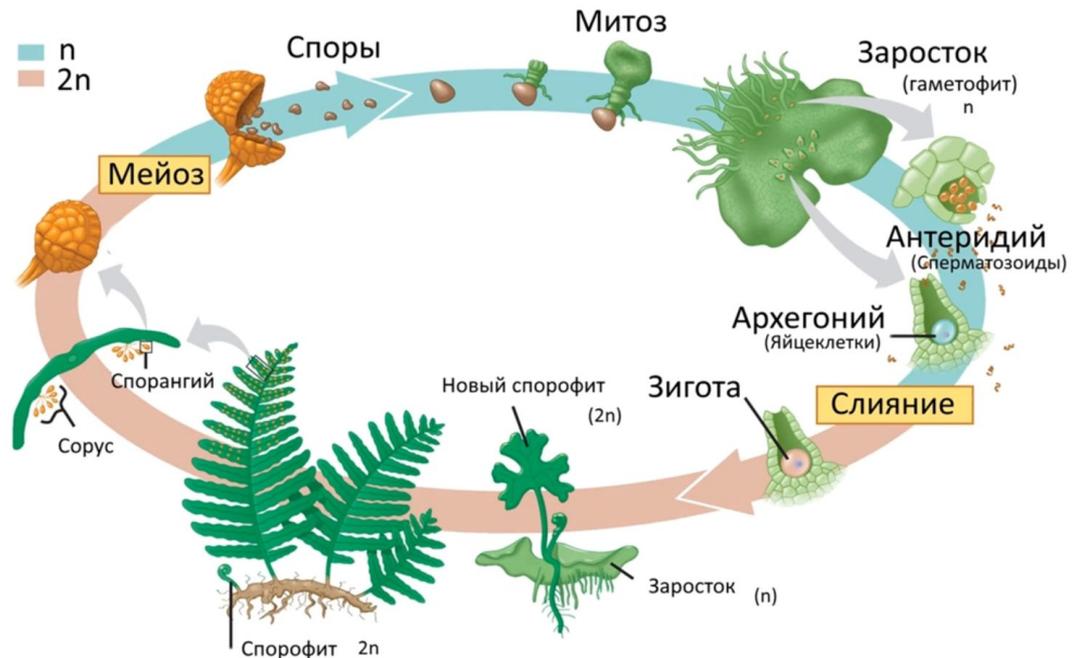


Папоротникообразные



- Преобладает спорофит, но гаметофит – отдельное растение (заросток)
- Гаметофит формирует гаметы
- Они сливаются в воде

Жизненный цикл

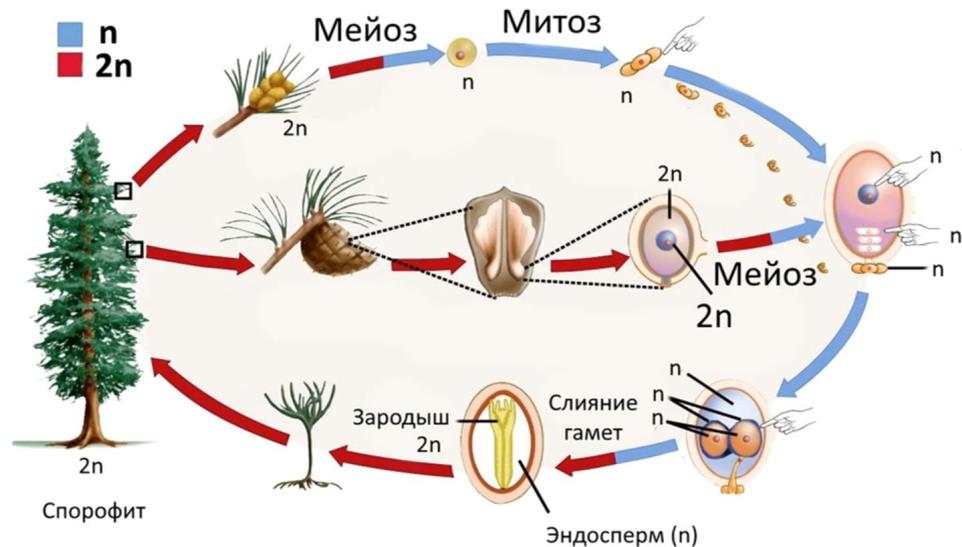


Голосеменные



- Генеративные органы – шишки, семя
- Половое размножение происходит, когда спермий сливаются с яйцеклеткой.
- Это происходит в женских шишках
- Преобладает спорофит, гаметофит зависим (всего несколько клеток)

Жизненный цикл

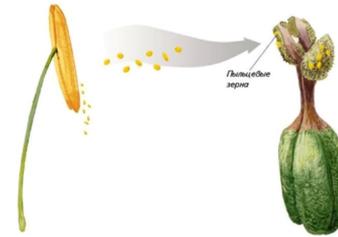


Цветковые растения

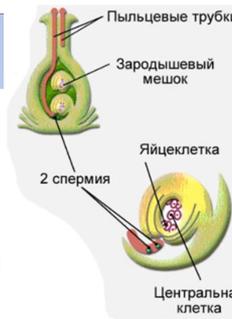


- Генеративные органы – цветок, семя, плод.
- Половое размножение происходит, когда спермии сливаются с яйцеклетками.
- Это происходит внутри цветка (завязь пестика)
- Преобладает спорофит, гаметофит зависим (всего несколько клеток)

Половой процесс

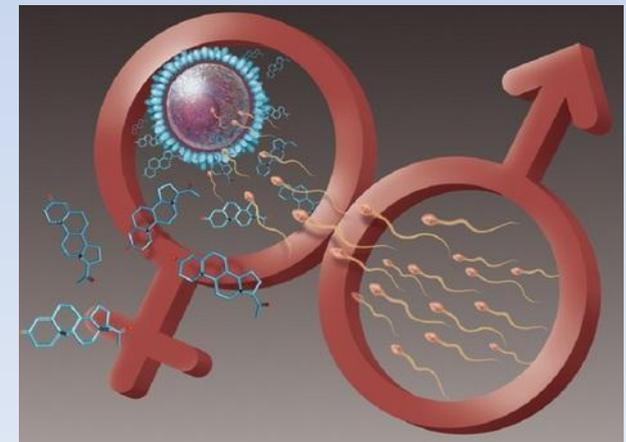
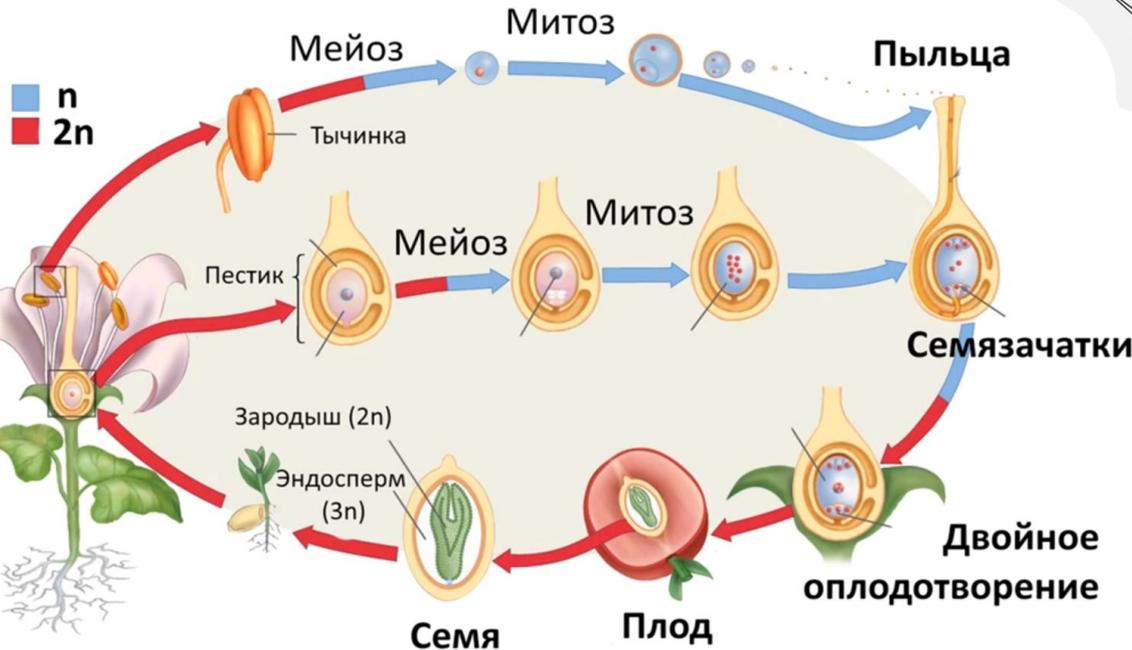


- Ветер или насекомые переносят пыльцу (а это мужские половые клетки, «упакованные» по 2 штуки в пылинки).
- Пыльца попадает на рыльце пестика.
- Потом пыльца прорастает трубкой вниз.



- Когда трубка достигает завязи пестика (его нижней части) то спермии спускаются по ней в зародышевый мешок.
- Один спермий оплодотворяет яйцеклетку ($n+n=2n$)
- Получается зигота. Из нее разовьется новое растение.
- Второй спермий сливается с центральной клеткой ($2n+n=3n$)
- Получается эндосперм. Он будет делиться и станет запасом питательных веществ для будущего растения.

Жизненный цикл



Царство грибы

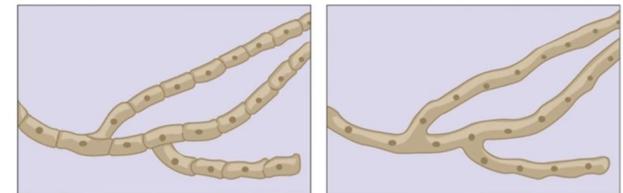


- Неподвижный образ жизни как у растений
- Питаются готовыми веществами как животные
- Запасают гликоген как животные (растения – крахмал)
- Есть клеточная стенка как у растений

Строение тела



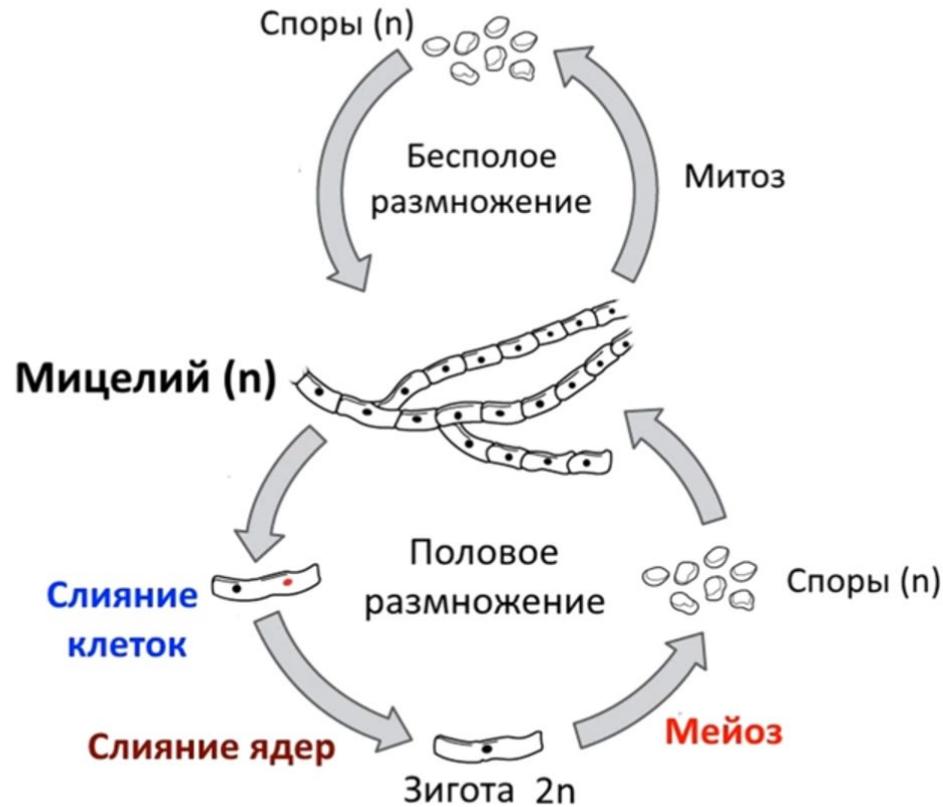
- Нет тканей – состоят из мицелия
- Могут создавать внешне сложные тела из переплетенных гиф – частей мицелия
- Очень разные



(a) Отдельные клетки

(b) Слияние клеток

Жизненный цикл



- Мицелий гаплоидный
- Может размножаться бесполо
- Могут сливаться клетки с последующим мейозом

Жизненные циклы - сравнение

→ n
→ $2n$

