

# РАЗМНОЖЕНИЕ

## Митоз и Мейоз

Наглядное электронное пособие по биологии  
для 9, 10 классов

Авторы: Белоусов Д.Л., Приймак Т.В.  
МОУ «Лицей №13»

# Содержание

• Виды размножения.....	3	■
• Митоз.....	5	■
• Амитоз.....	16	■
• Половое размножение.....	18	■
• Мейоз.....	20	■
• Гаметогенез.....	26	■
• Виды и строение гамет.....	28	■
• Чередование поколений.....	29	■
• Партеногенез.....	31	■



# **Размножение – воспроизведение себе подобных, обеспечивающее непрерывность и преемственность жизни.**

Это одно из важнейших свойств живых организмов.

Благодаря размножению происходит:

1. Передача наследственной информации.
2. Сохраняется преемственность поколений.
3. Поддерживается длительность существования вида.
4. Увеличивается численность вида и расширяется территория (ареал) проживания.

В основе размножения лежит клеточное деление, обеспечивающее увеличение количества клеток и рост многоклеточного организма.

# ВИДЫ РАЗМНОЖЕНИЯ



# Бесполое размножение

## ■ Собственно бесполое размножение

( одной клеткой) :

- 1. Деление надвое (простое)
- 2. Митоз
- 3.Амитоз
- 4. Почкование
- 5. Спорообразование

## ■ Вегетативное размножение

( группой клеток):

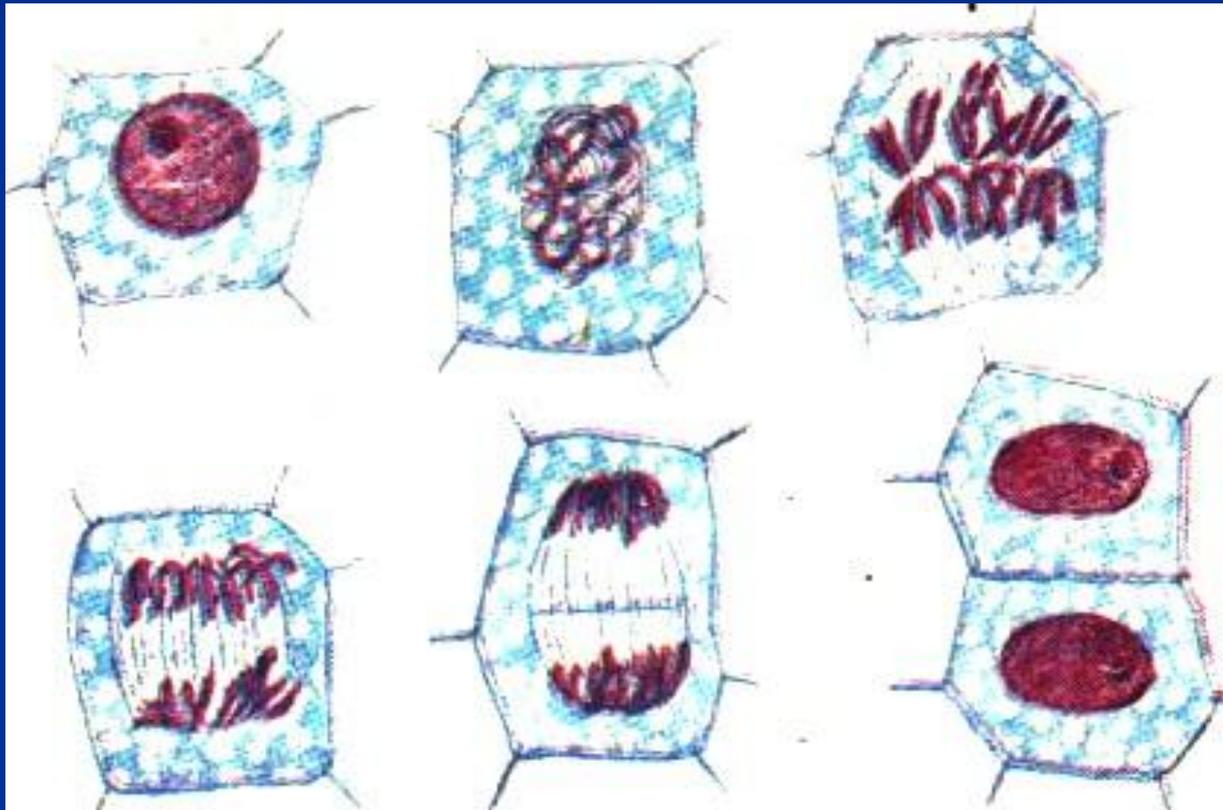
- 1. Почкование
- 2. Фрагментация
- 3. Вегетативное размножение растений

# **ЗНАЧЕНИЕ МИТОЗА**

- **1. Приводит к увеличению числа клеток и обеспечивают рост многоклеточного организма.**
- **2. Обеспечивает замещение изношенных или поврежденных тканей.**
- **3. Сохраняет набор хромосом во всех соматических клетках.**
- **4. Служит механизмом бесполого размножения, при котором создается потомство, генетически идентичное родителям.**
- **5. Позволяет изучить кариотип организма (в метафазе).**

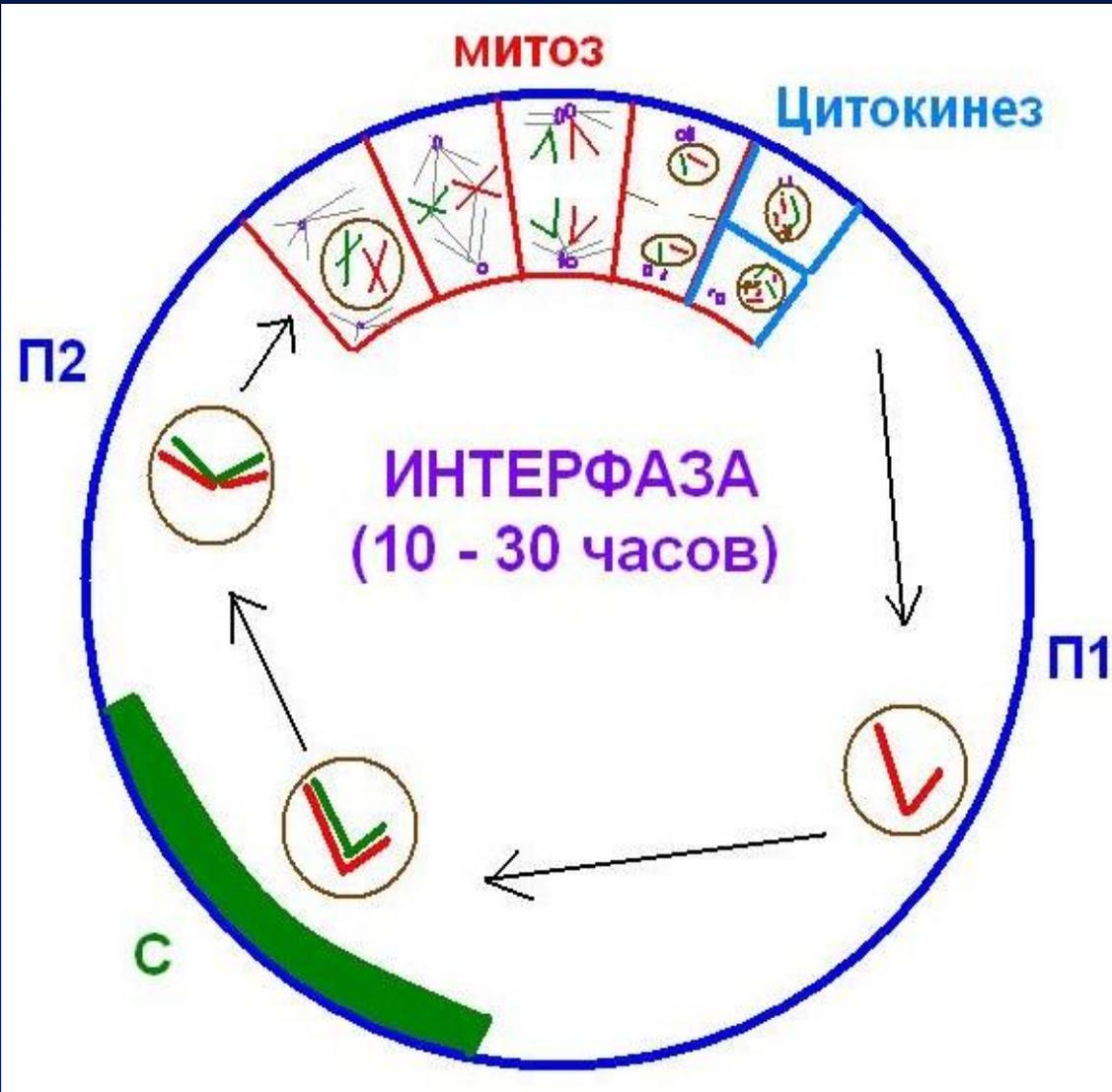
# МИТОЗ, ИЛИ НЕПРЯМОЕ ДЕЛЕНИЕ

- Митоз (лат. *Mitos* – нить) – такое деление клеточного ядра, при котором образуется два дочерних ядра с набором хромосом, идентичных родительской клетки.
- *Митоз = деление ядра + деление цитоплазмы*



Впервые митоз у растений наблюдал И. Д. **Чистяков** в **1874 г.**, а детально процесс был описан нем. ботаником **Э.Страсбургером (1877)** и нем. зоологом **В. Флемингом (1882)**

# Клеточный цикл



Период существования клетки от одного деления до другого называется **митотическим, или клеточным циклом.**

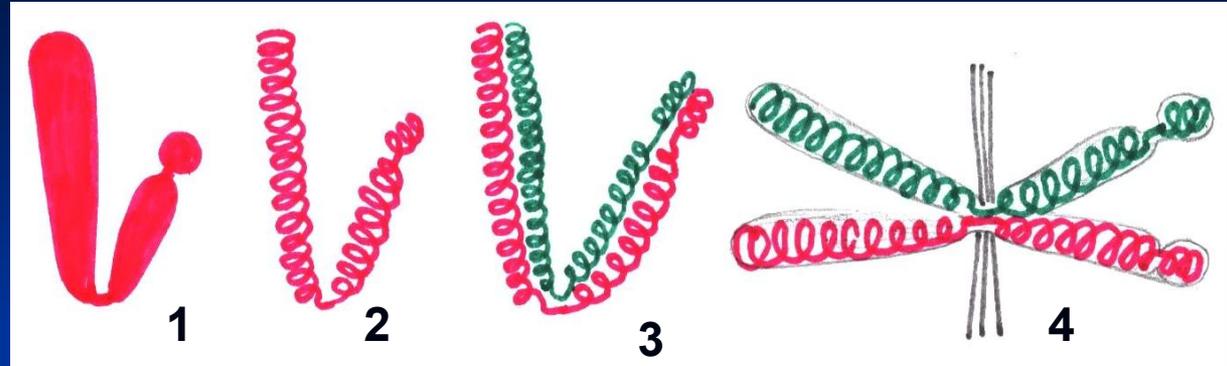
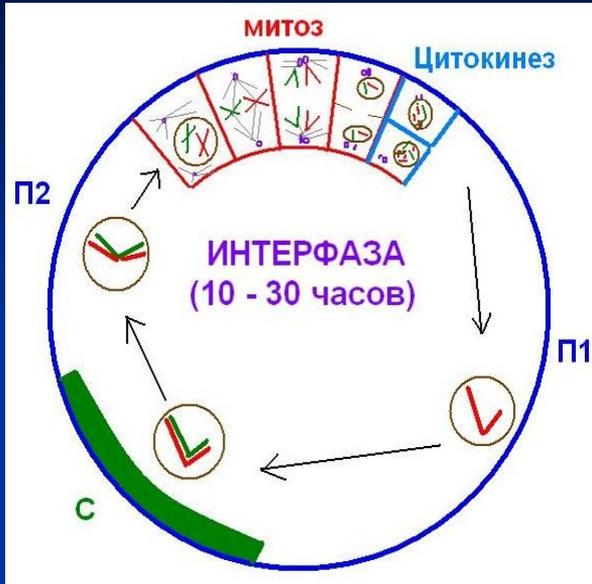
Клеточный цикл у растений продолжается от 10 до 30 часов. Деление ядра (митоз) занимает около 10% этого времени.

**П<sub>1</sub>** - пресинтетический период

**С** - синтетический период

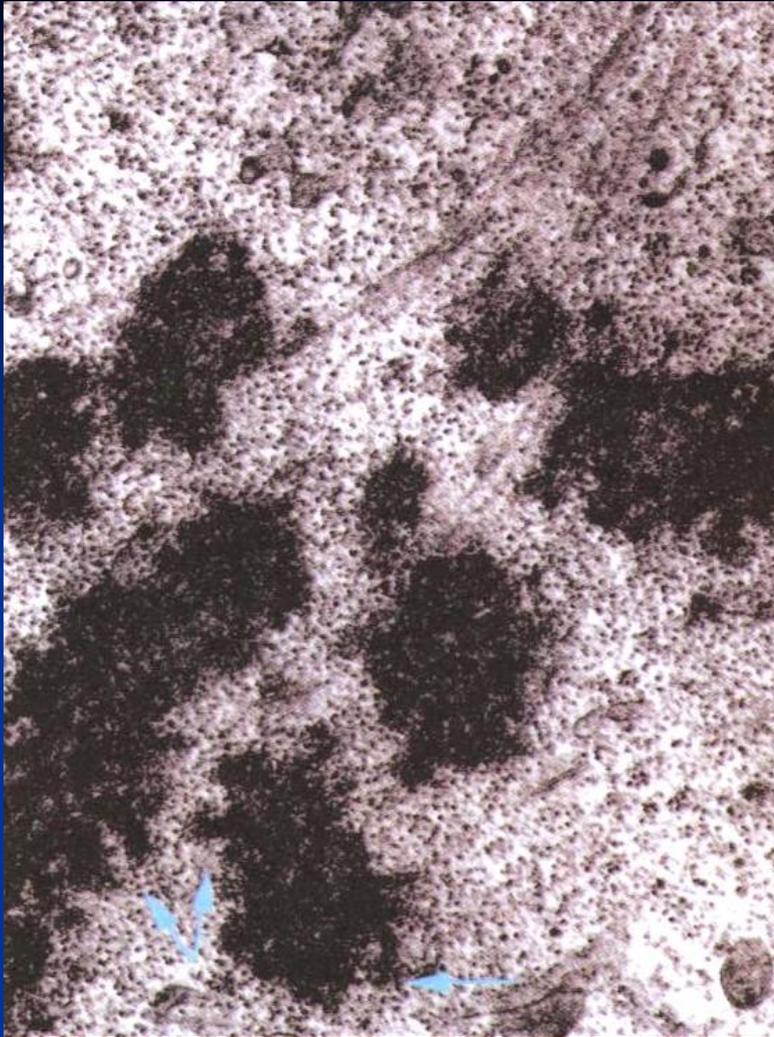
**П<sub>2</sub>** - постсинтетический период

# Строение хромосом в разные периоды клеточного цикла

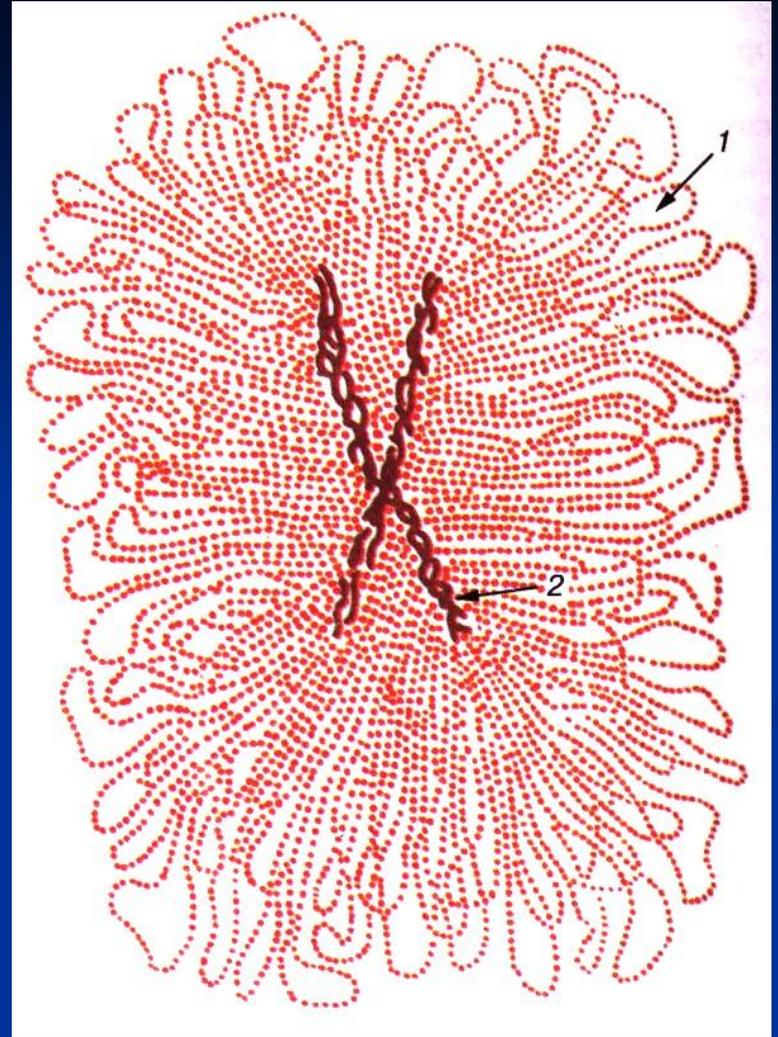


1,2 – предсинтетический период; 3 – синтетический и постсинтетический период; 4 – метафаза.

1. В предсинтетический период клетка **растет**: происходит синтез белка, РНК и увеличивается количество органических веществ.
2. В синтетический период происходит **репликация ДНК (удвоение)**. С этого момента каждая хромосома состоит из **двух хроматид**.
3. В постсинтетический период идет интенсивный **синтез белка и АТФ**, необходимых для деления клетки.

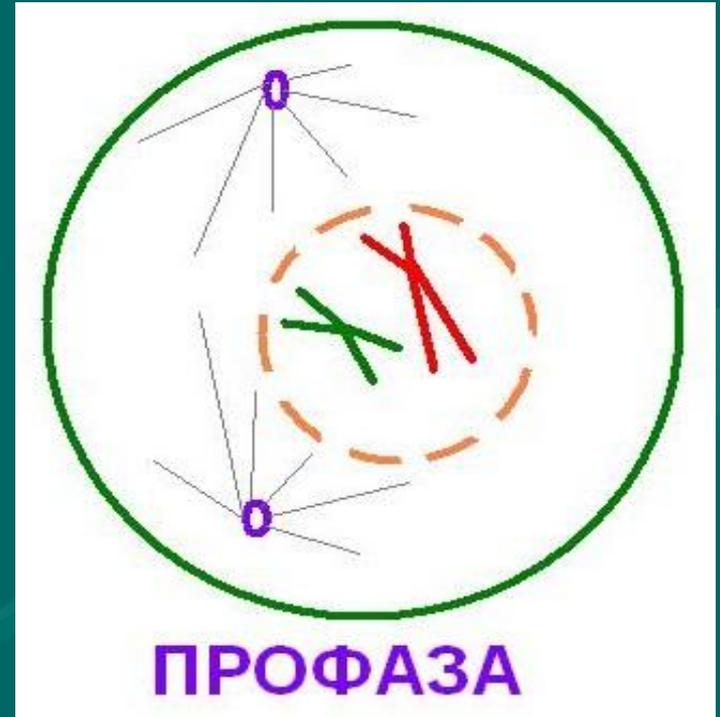
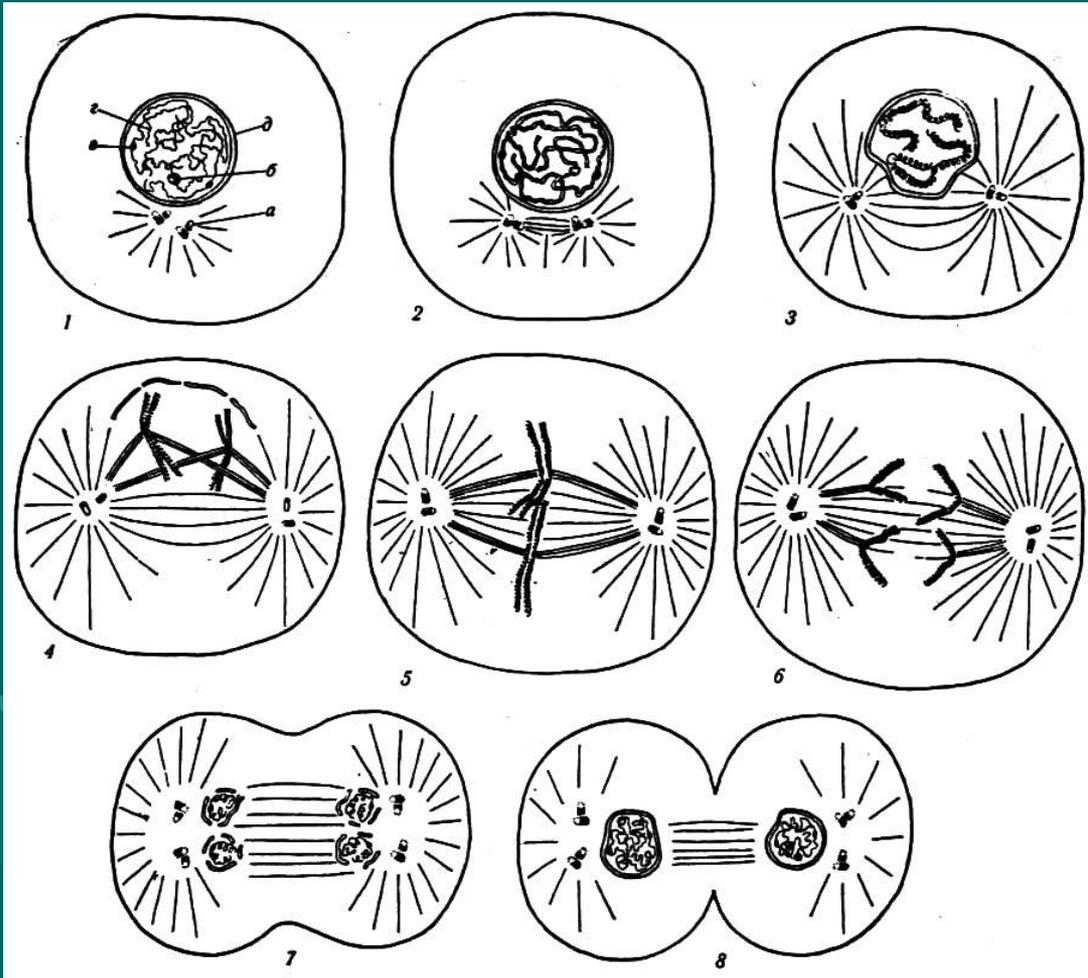


**Глыбки хроматина в интерфазном ядре**



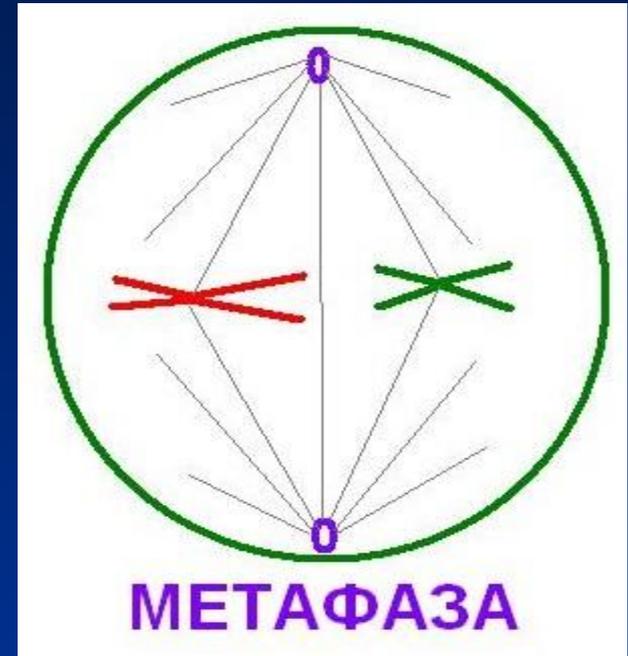
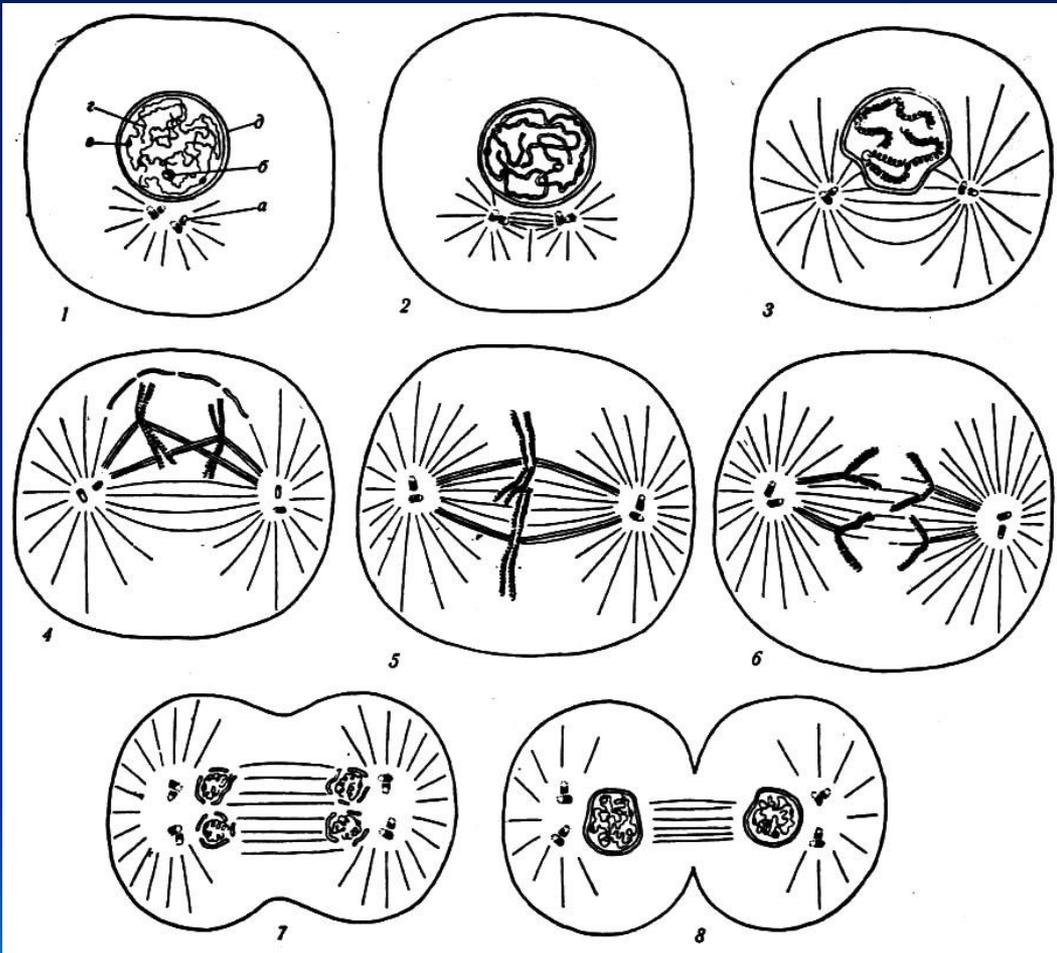
**1. Нить ДНК в виде хроматина.  
2. Она же в виде хромосомы при делении клетки**

# ПРОФАЗА



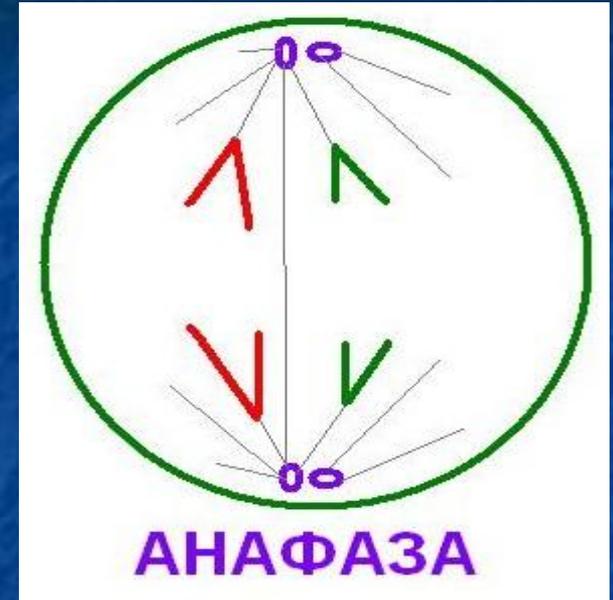
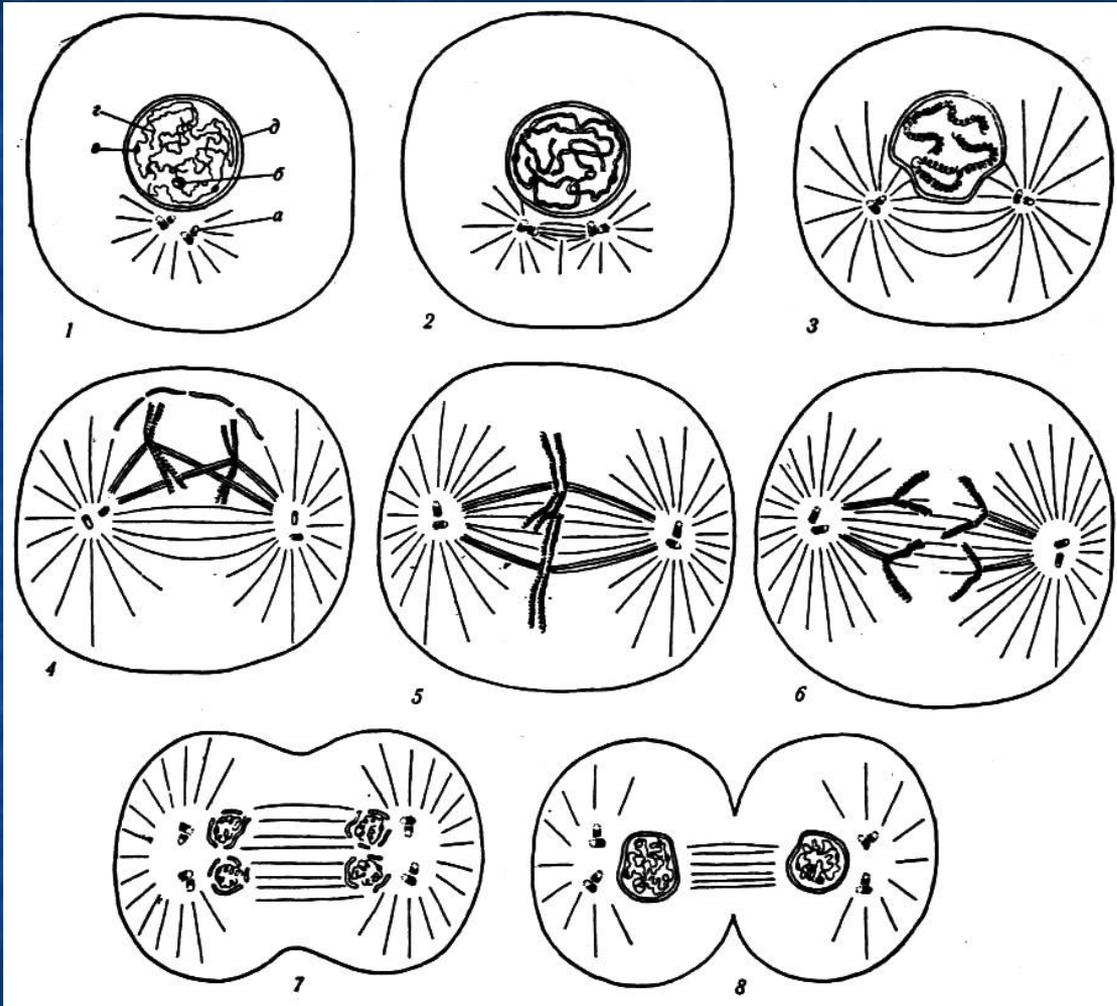
Хроматин спирализуется в двухроматидные хромосомы; ядерная оболочка и ядрышко растворяются; центриоли расходятся к полюсам; ( $2n$   $4c$ ).

# МЕТАФАЗА



Двухроматидные хромосомы выстраиваются на экваторе клетки; центриоли образуют нити веретена, которые прикрепляются к центромерам хромосом; ( $2n$   $4c$ ).

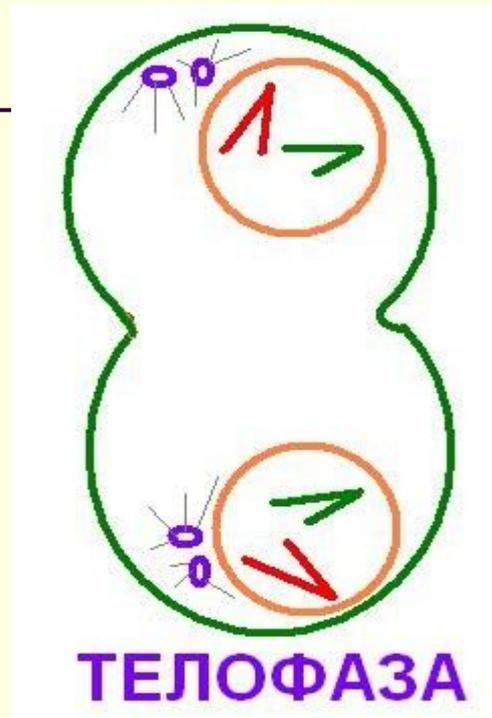
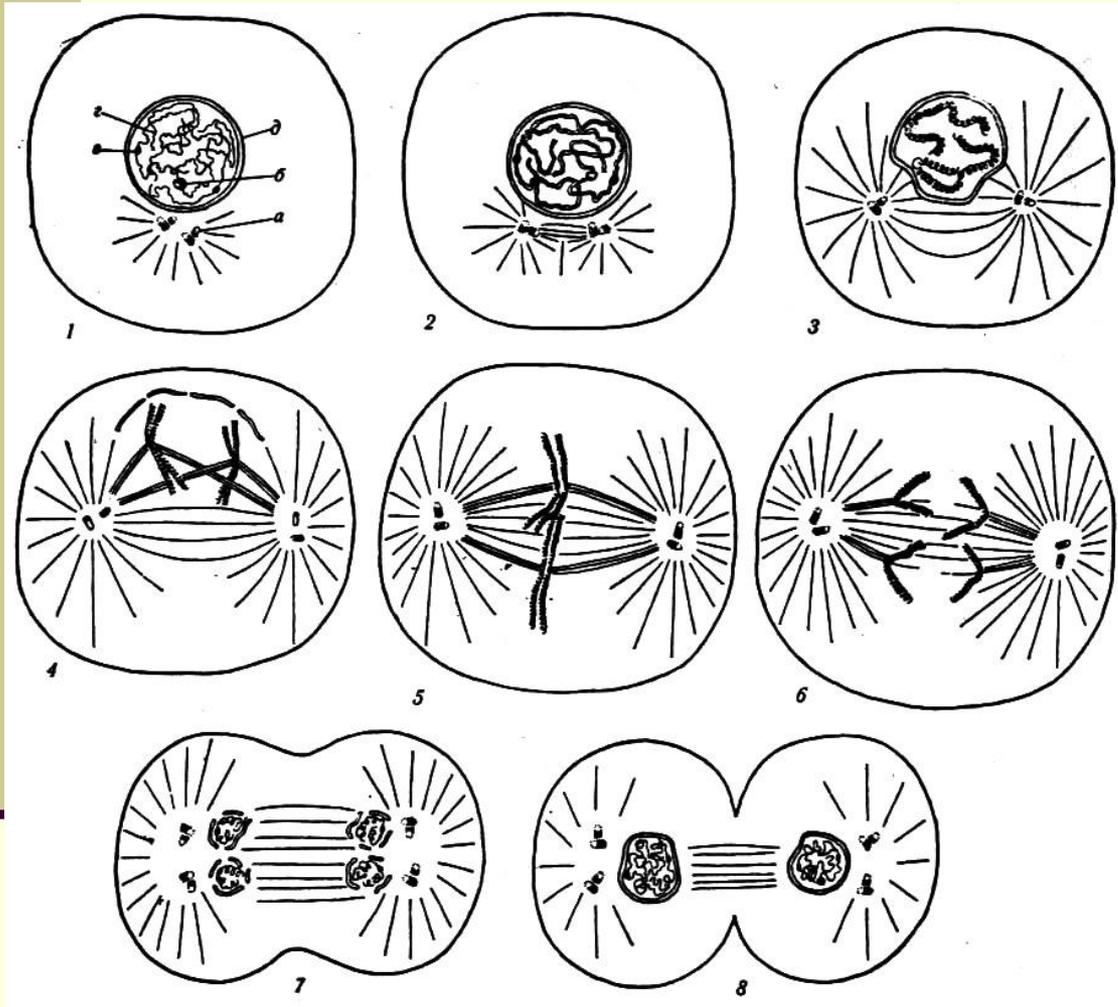
# АНАФАЗА



При сокращении нитей веретена центромеры хромосом делятся и хроматиды каждой хромосомы расходятся к полюсам клетки; ( $4n$   $4c$ ).

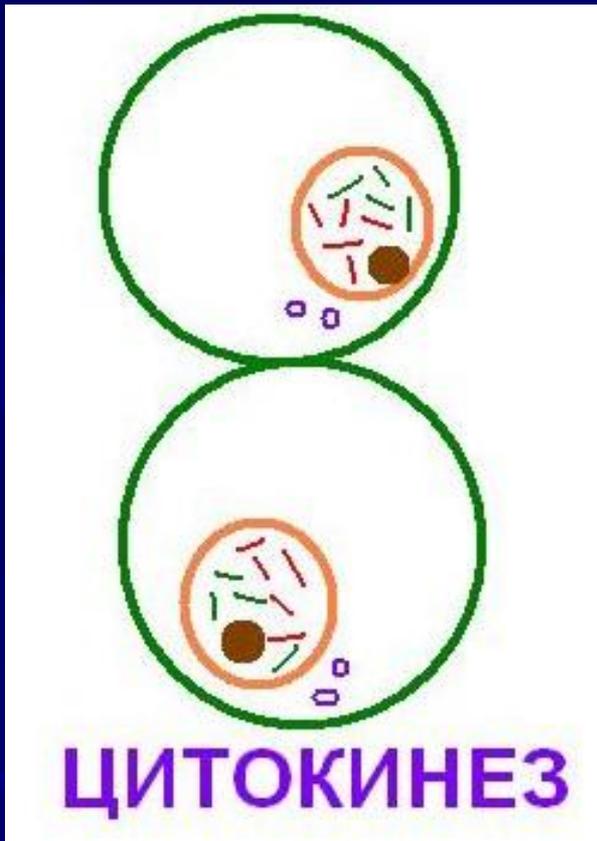
$n$  - количество хромосом  
 $c$  - число хроматид

# ТЕЛОФАЗА



Однохроматидные (дочерние) хромосомы раскручиваются, формируется ядрышко и вокруг них образуется ядерная оболочка; на экваторе начинает формироваться перегородка; в ядрах  $2n2c$ .

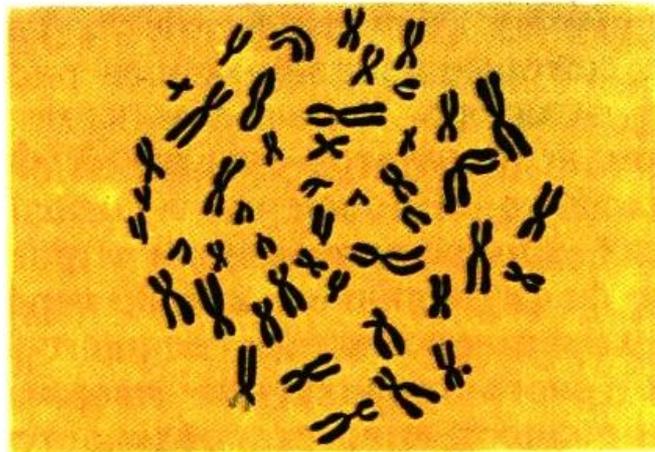
# ЦИТОКИНЕЗ (деление цитоплазмы)



Образование двухмембранной перегородки по экватору клетки с последующим полным отделением дочерних клеток.  
У растений по экватору клетки формируется клеточная стенка.

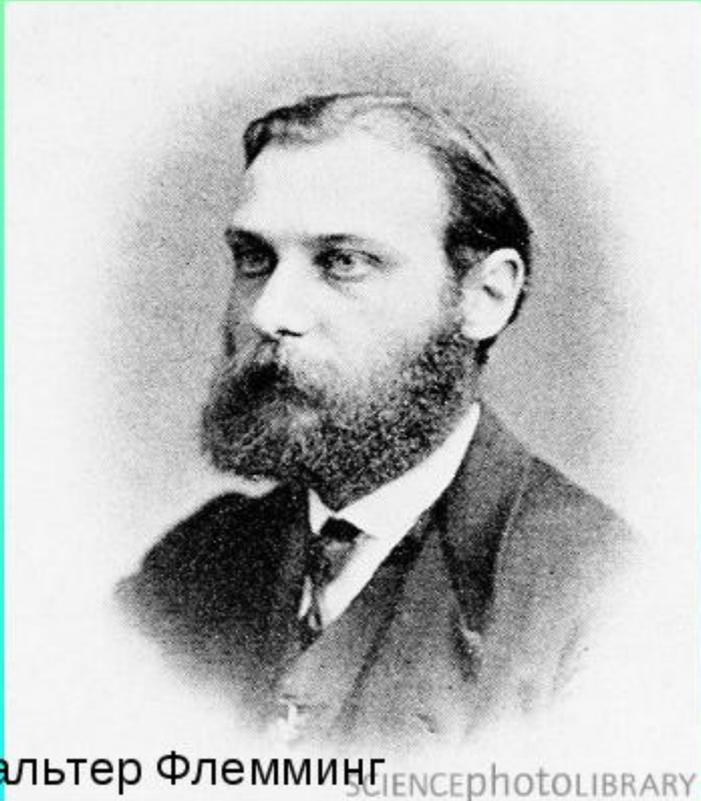
Совокупность хромосом (число, форма и размер) в соматической клетке называется **кариотипом**. Кариотип содержит двойной (**диплоидный**) набор хромосом ( $2n$ ), постоянный для каждого вида организмов.

Вид	Диплоидное число хромосом	Вид	Диплоидное число хромосом
Ячмень	14	Курица	78
Овес	42	Кролик	44
Томат	24	Коза	60
Скерда	6	Овца	54
Плодовая мушка		Шимпанзе	48
дрозофила	8	Человек	46
Домашняя муха	12		



Диплоидный набор хромосом человека

- **Амитоз (или прямое деление клетки)**, происходит в соматических клетках эукариот реже, чем митоз. Впервые он описан немецким биологом Р. Ремаком в 1841г., термин предложен гистологом В. Флеммингом позднее – в 1882г.



Вальтер Флемминг



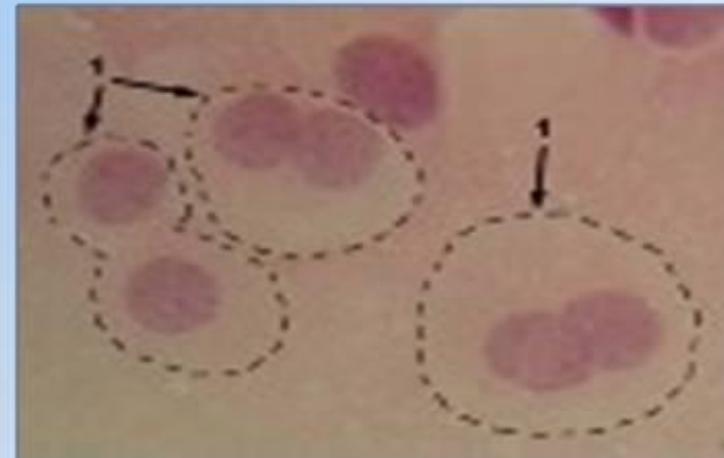
Роберт Ремак

- ▶ **АМИТОЗ** - прямое деление ядра клетки, без образования хромосом и веретена деления. Может сопровождаться делением клетки или проходить без деления цитоплазмы, что приводит к образованию дву- и многоядерных клеток.
- ▶ Наследственная информация между дочерними клетками распределяется неравномерно .
- ▶ Клетка, образовавшаяся в результате амитоза не способна приступить к митотическому делению.

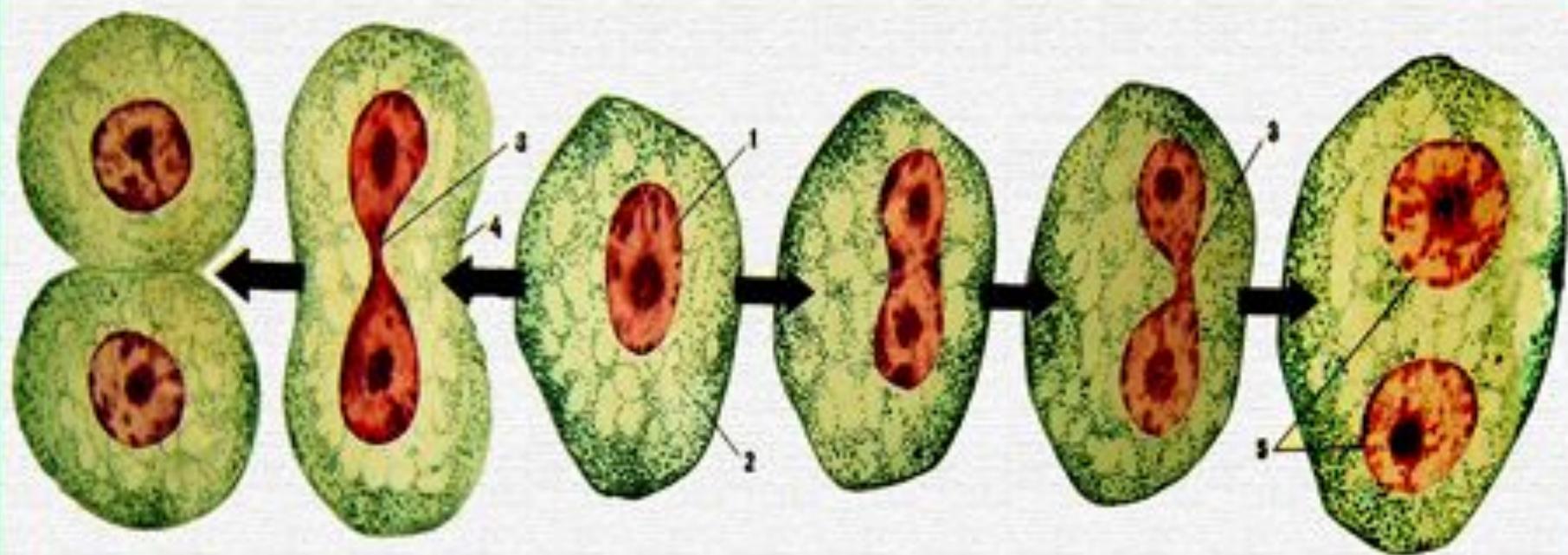
# АМИТОЗ

## Особенности амитоза:

- подготовки к делению нет;
- ядро делится на 2 и более частей;
- генетический материал между дочерними ядрами распределяется случайно, неравномерно;
- цитотомия чаще не происходит;
- образуются двуядерные или многоядерные клетки;



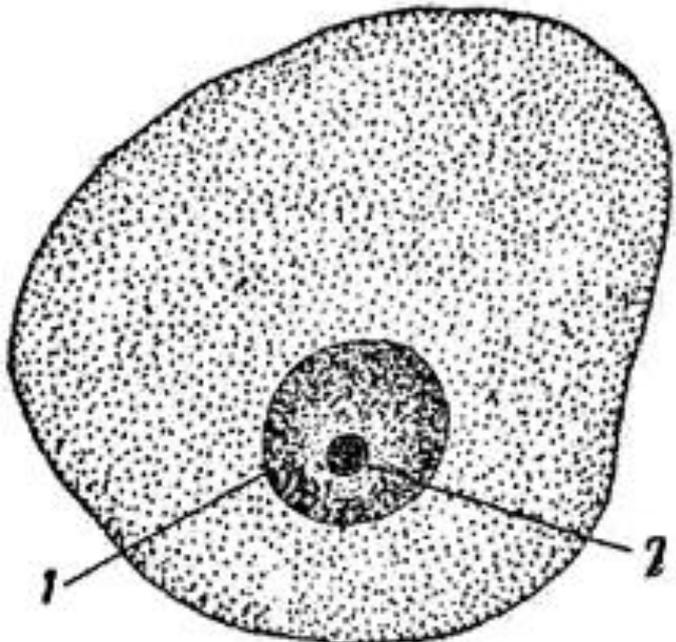
# АМИТОЗ



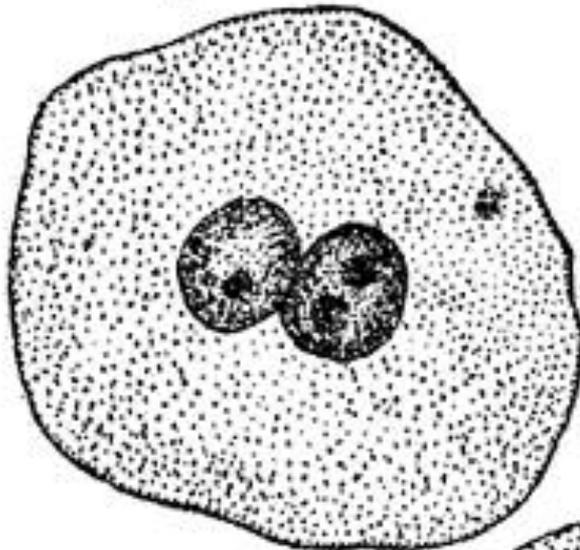
Амитотическое (прямое) деление животной клетки

1- ядро; 2 - цитоплазма; 3 - перешнуровка ядра; 4 - цитотомия; 5 - двуядерная клетка.

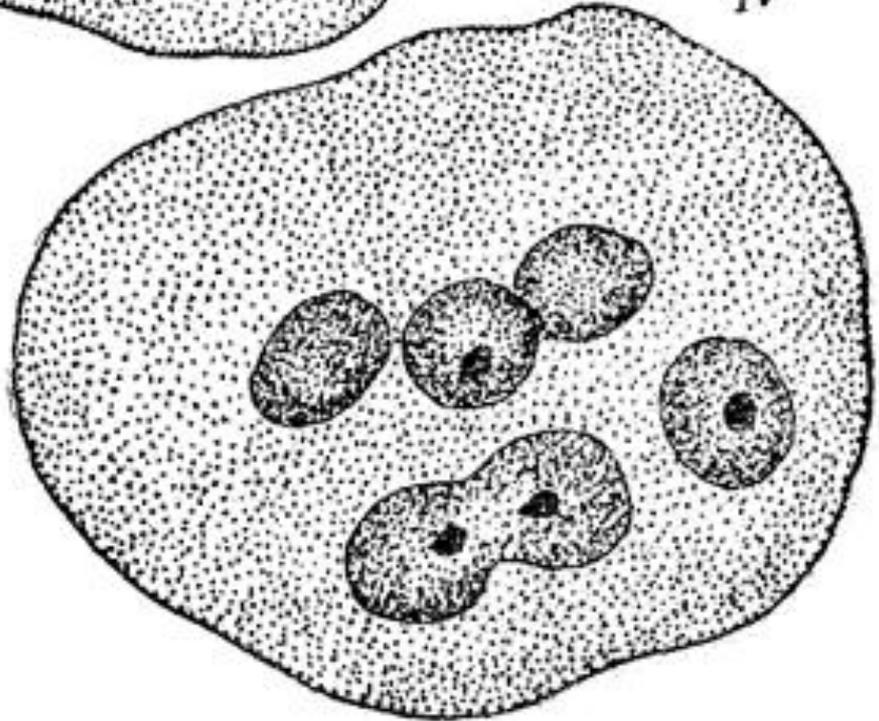
I



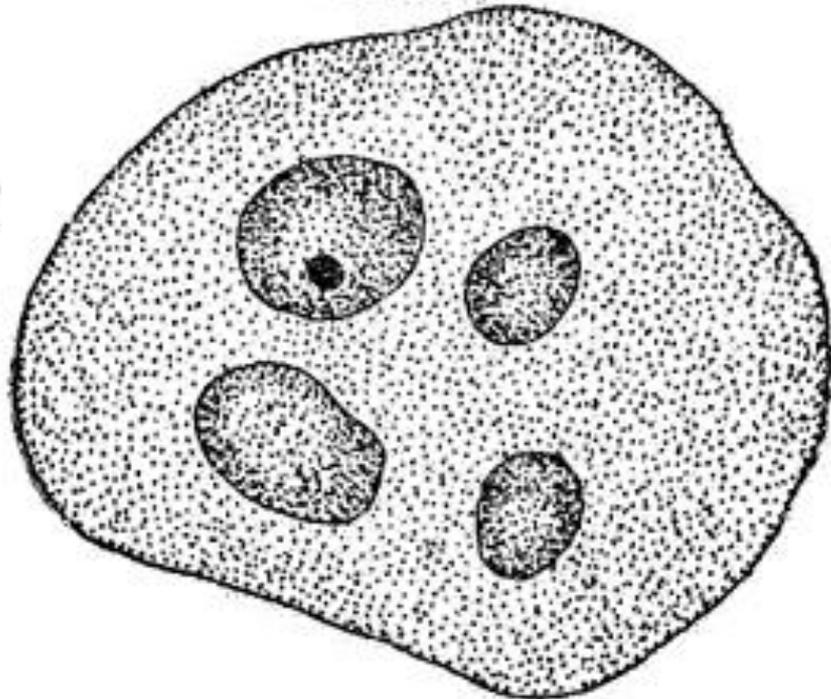
II



IV



III



# АМИТОЗ или прямое деление

## ► Распространенность в природе:

### Норма

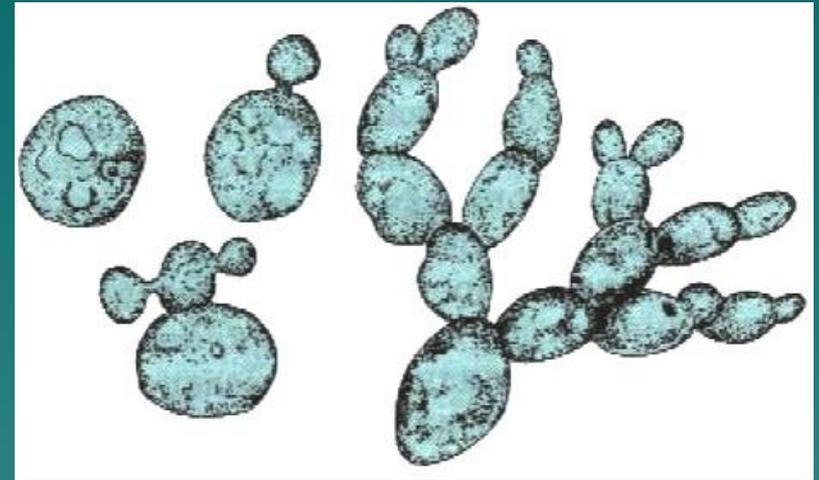
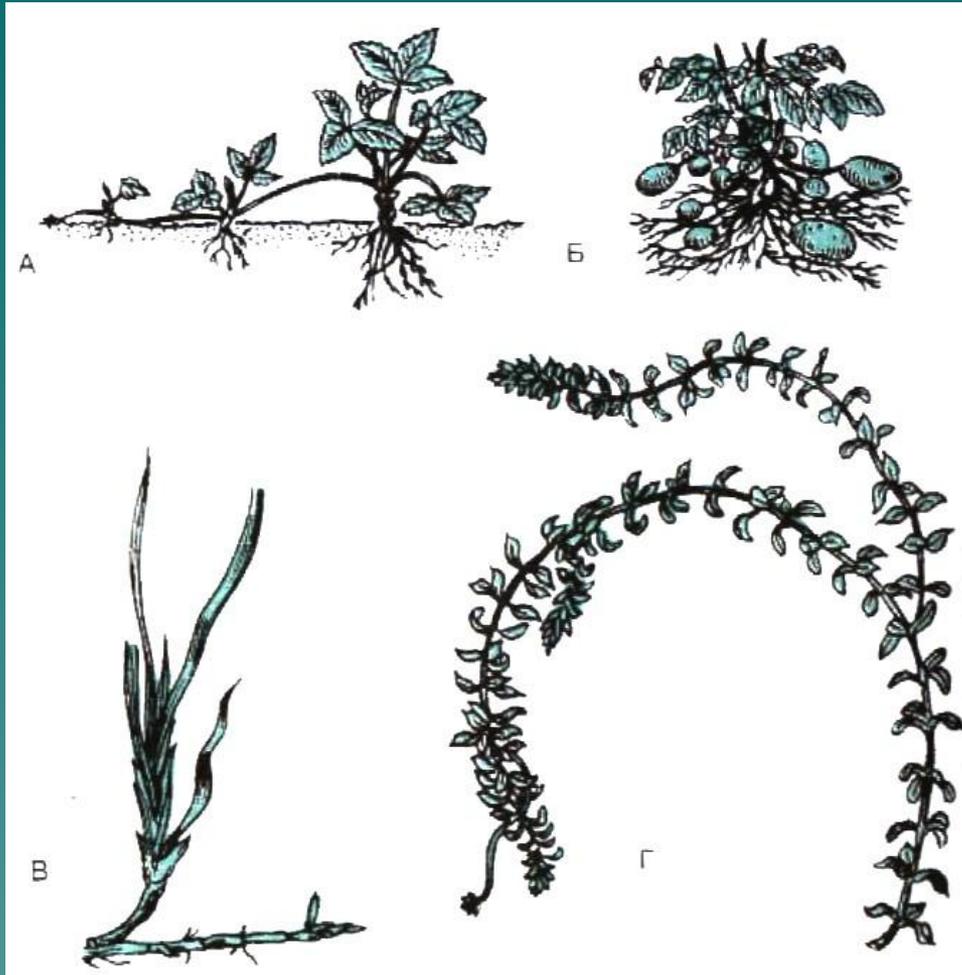
1. Большое ядро инфузорий
2. Эндосперм
3. Клубень картофеля
4. Роговица глаза
5. Хрящевые и печеночные клетки

### Патология

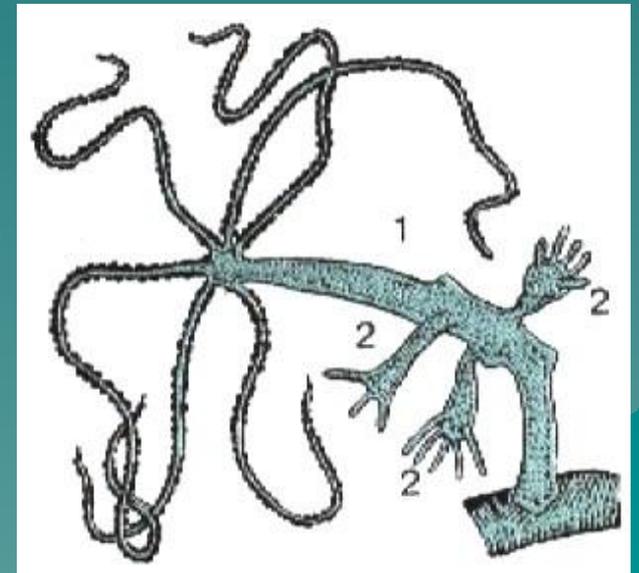
1. При воспалениях
2. Злокачественные новообразования

**Значение:** экономичный (мало энергозатрат) процесс воспроизводства клеток

# ВЕГЕТАТИВНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ



1



2

3

1, 2 – почкование

3 – вегетативными органами



# ПОЛОВОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ

- Половое размножение имеет преимущество по сравнению с бесполом, так как принимают участие два родителя.
- ♂ **спермий** (n) + ♀ **яйцеклетка** (n) = **зигота** (2n)
- Зигота несет в себе наследственные признаки обоих родителей, что значительно увеличивает наследственную изменчивость потомков и повышает их возможность в приспособлении к условиям среды

Половое размножение связано с образованием в половых органах (**гонадах**) специализированных клеток – **гамет**, которые образуются в результате особого типа деления клеток – **мейоза**.



**Мейоз** – процесс деления клетки, при котором число хромосом в клетке уменьшается вдвое.

В результате такого деления образуются гаплоидные ( $n$ ) половые клетки (гаметы) и споры.

Уменьшение вдвое числа хромосом в ядре (так называемая редукция) происходит при мейозе.

**МЕЙОЗ**

**ЗИГОТН  
ЫЙ**

В зиготе после оплодотворения, что приводит к образованию зооспор у водорослей и мицелия грибов.

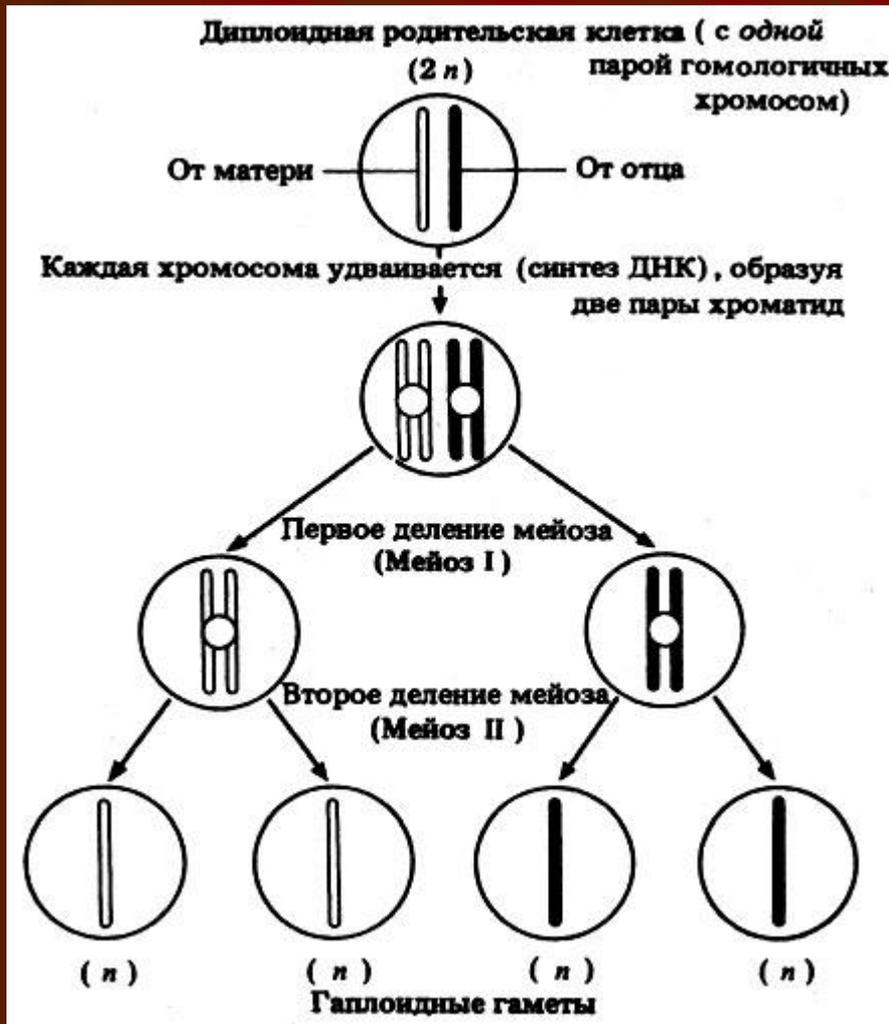
**ГАМЕТН  
ЫЙ**

В половых органах, приводит к образованию гамет

**СПОРОВ  
ЫЙ**

У семенных растений приводит к образованию гаплоидного гаметофита

# МЕЙОЗ

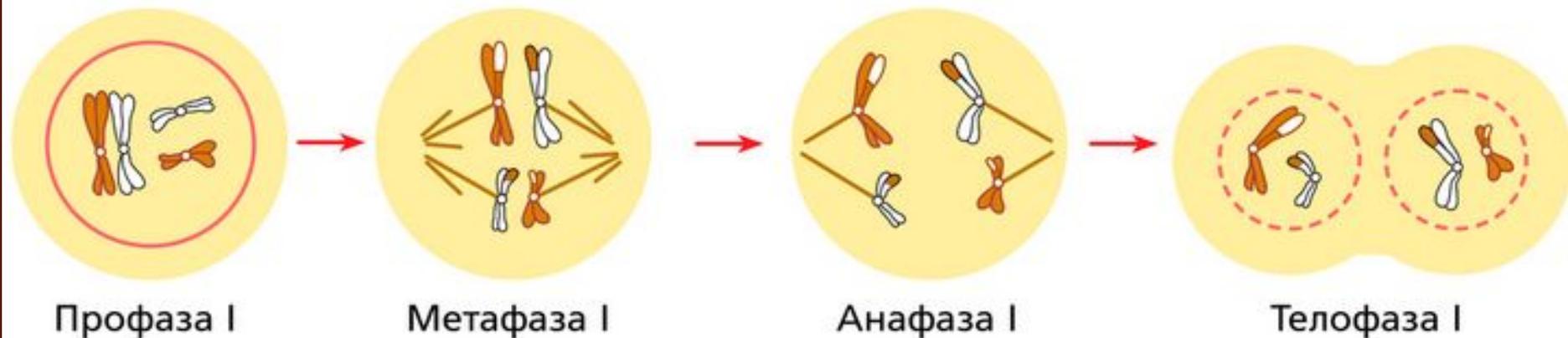


Мейоз состоит из двух последовательных делений – мейоза 1 и мейоза 2. Удвоение ДНК происходит только перед мейозом 1, а между делениями отсутствует интерфаза.

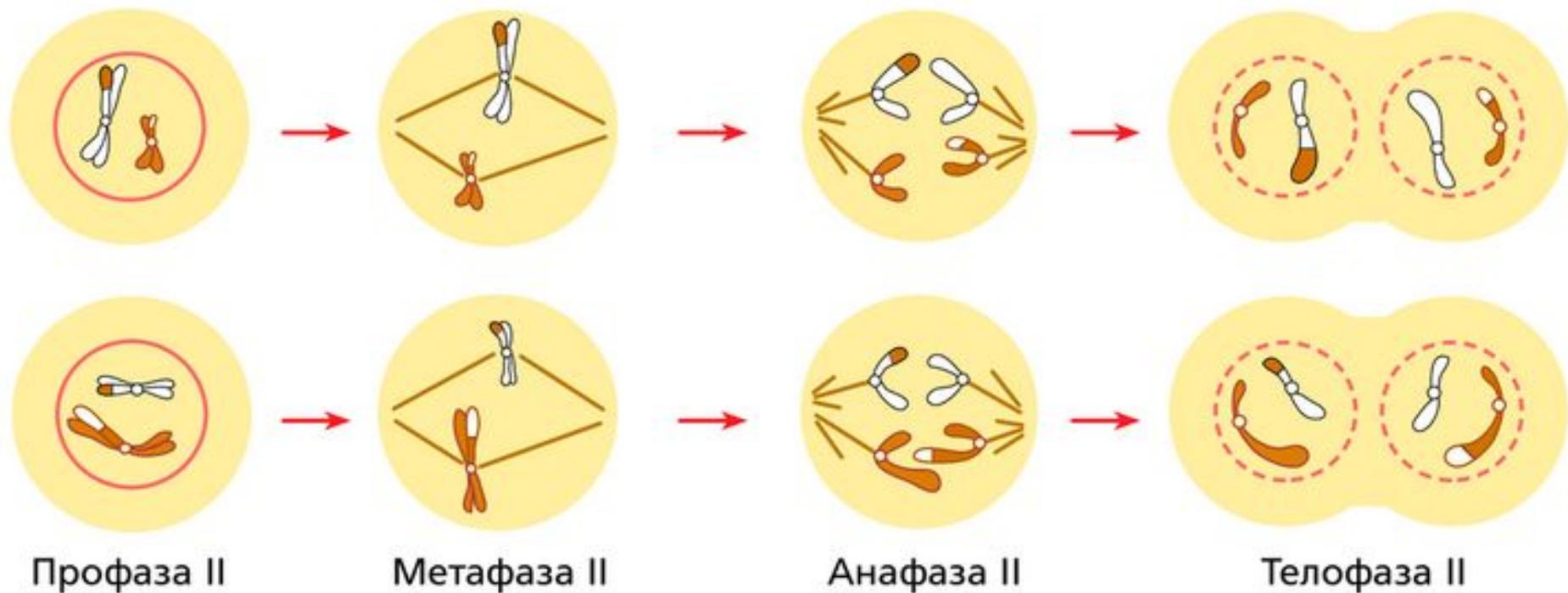
При первом делении расходятся гомологичные хромосомы и их число уменьшается вдвое, а во втором – хроматиды и образуются зрелые гаметы.

Особенностью первого деления является сложная и длительная по времени профазе.

## Мейоз I

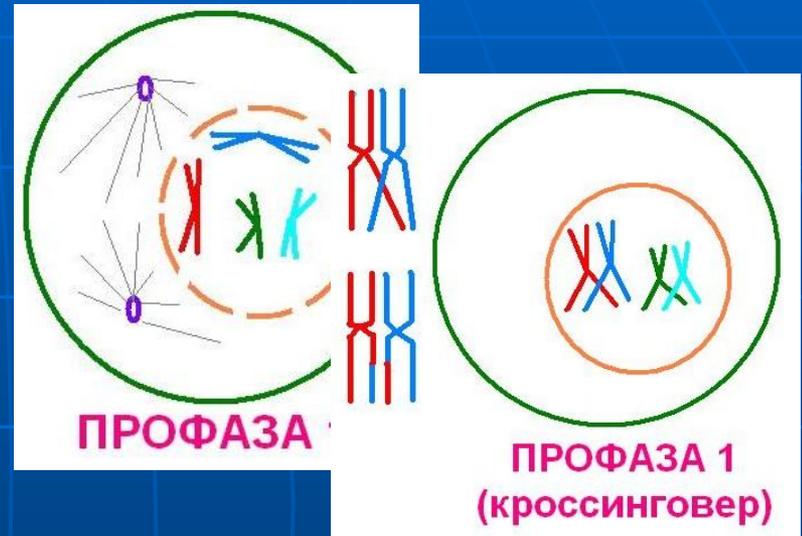
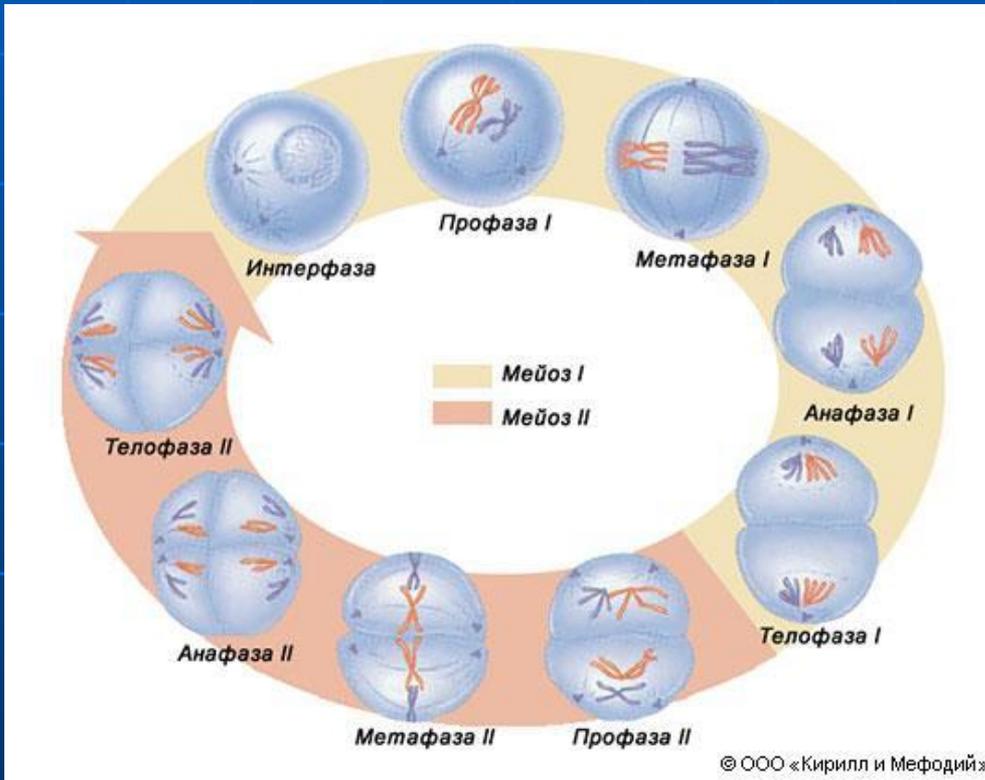


## Мейоз II



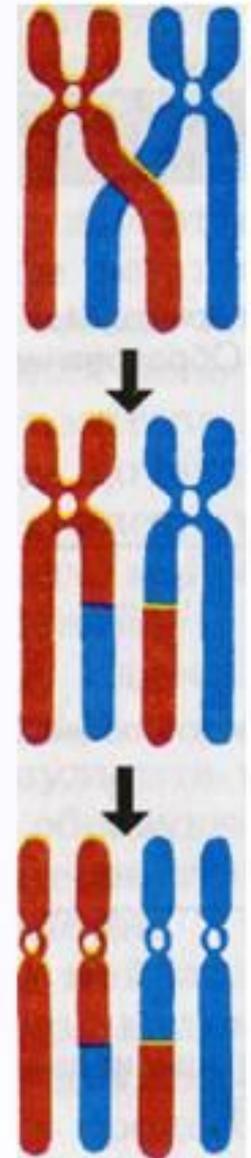
# ПРОФАЗА 1

Профаза 1 самая продолжительная

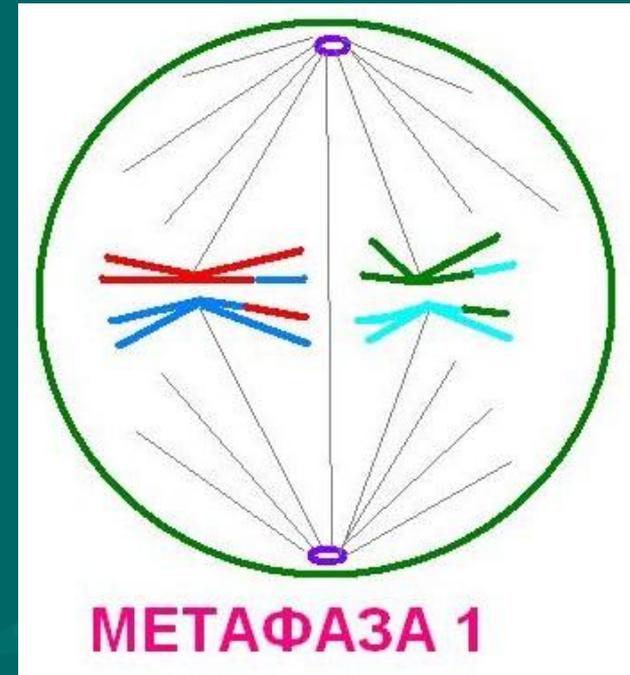
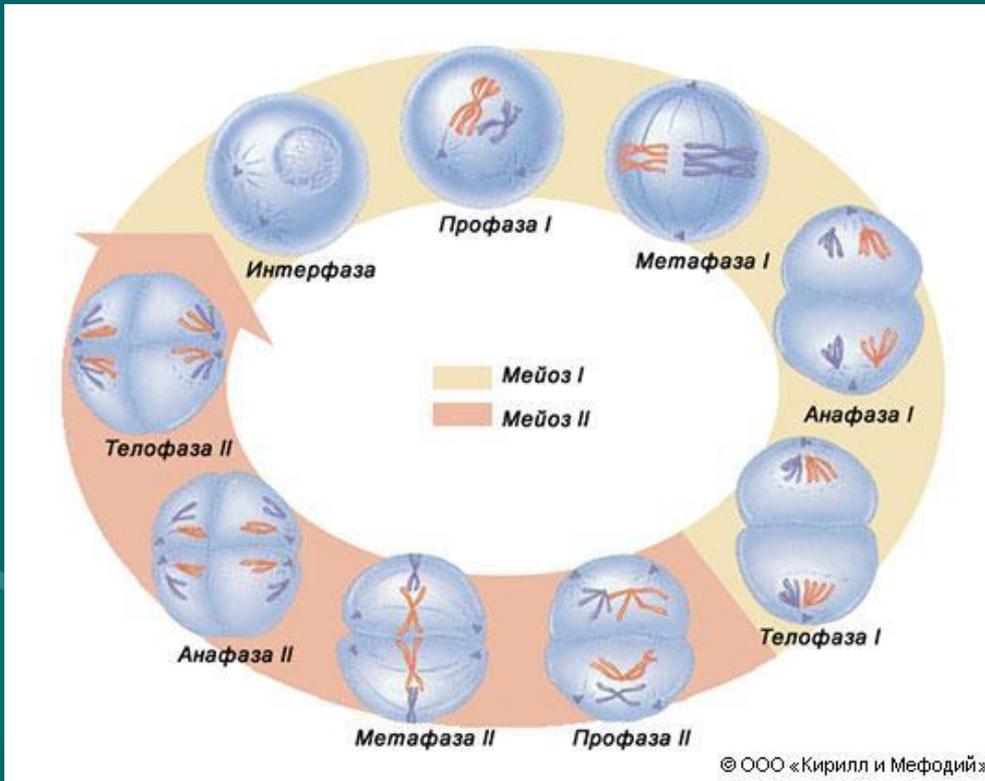


Спирализация хроматина в двуххроматидные хромосомы; центриоли расходятся к полюсам; сближение (конъюгация) и укорочение гомологичных хромосом с последующим перекрестом и **обменом гомологичными участками (кроссинговер)**; растворение ядерной оболочки.

- Конъюгация – это сближение гомологичных хромосом (образование пар).
- Кроссинговер – это взаимный обмен участками гомологичных хромосом, приводящий к перераспределению локализованных в них генов.

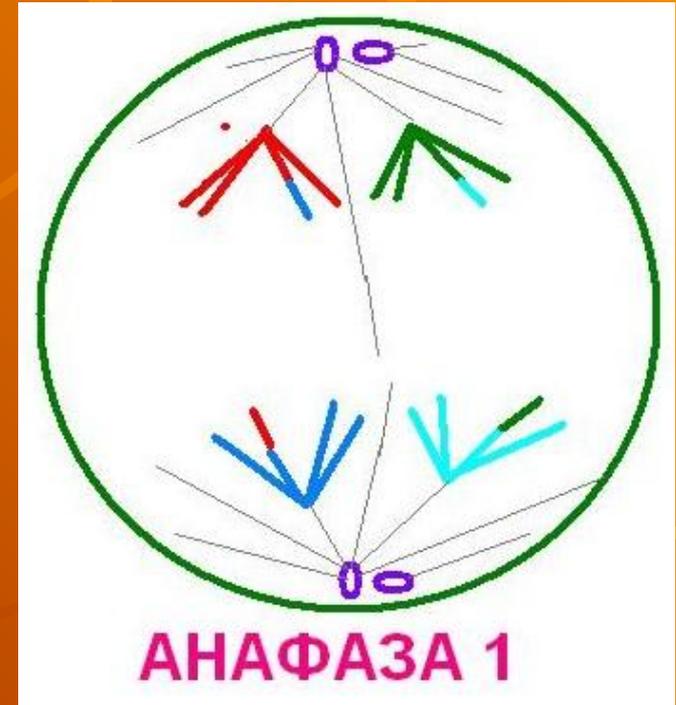
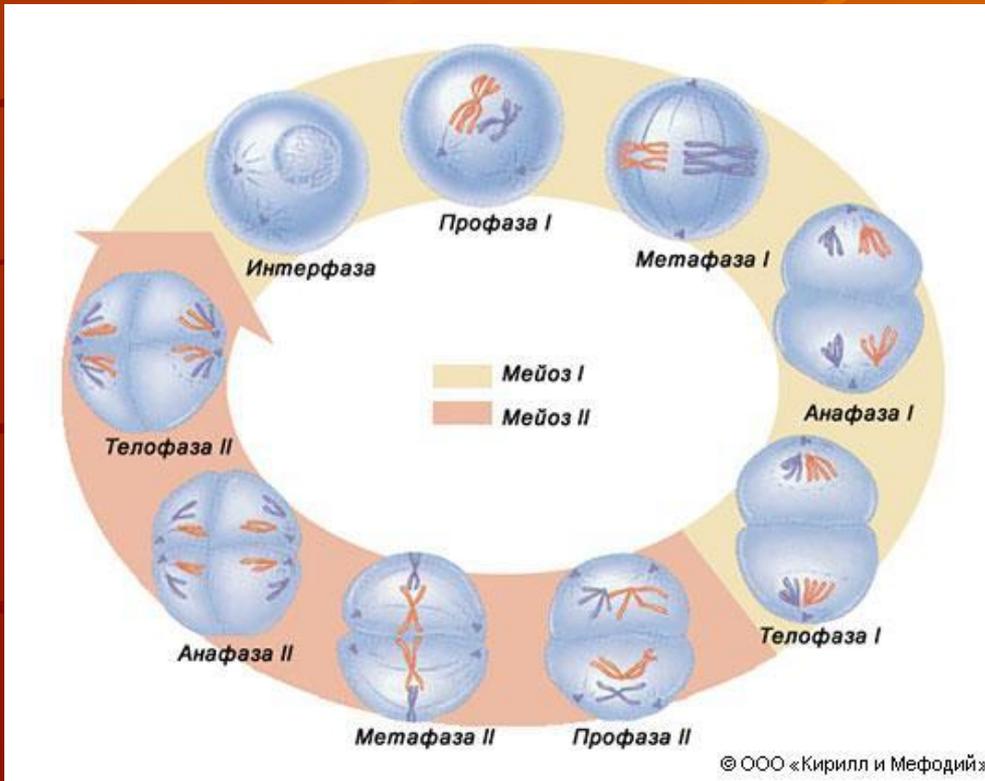


# МЕТАФАЗА 1



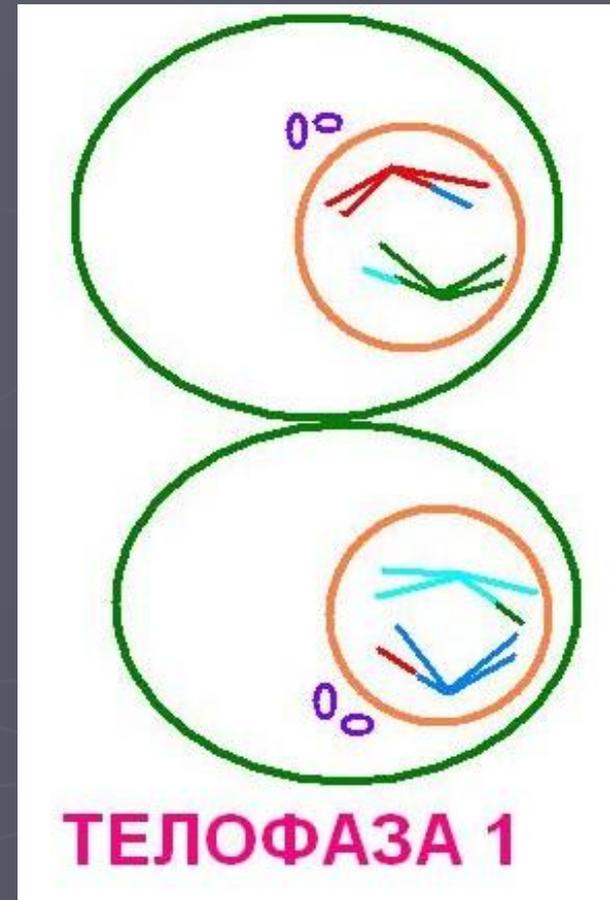
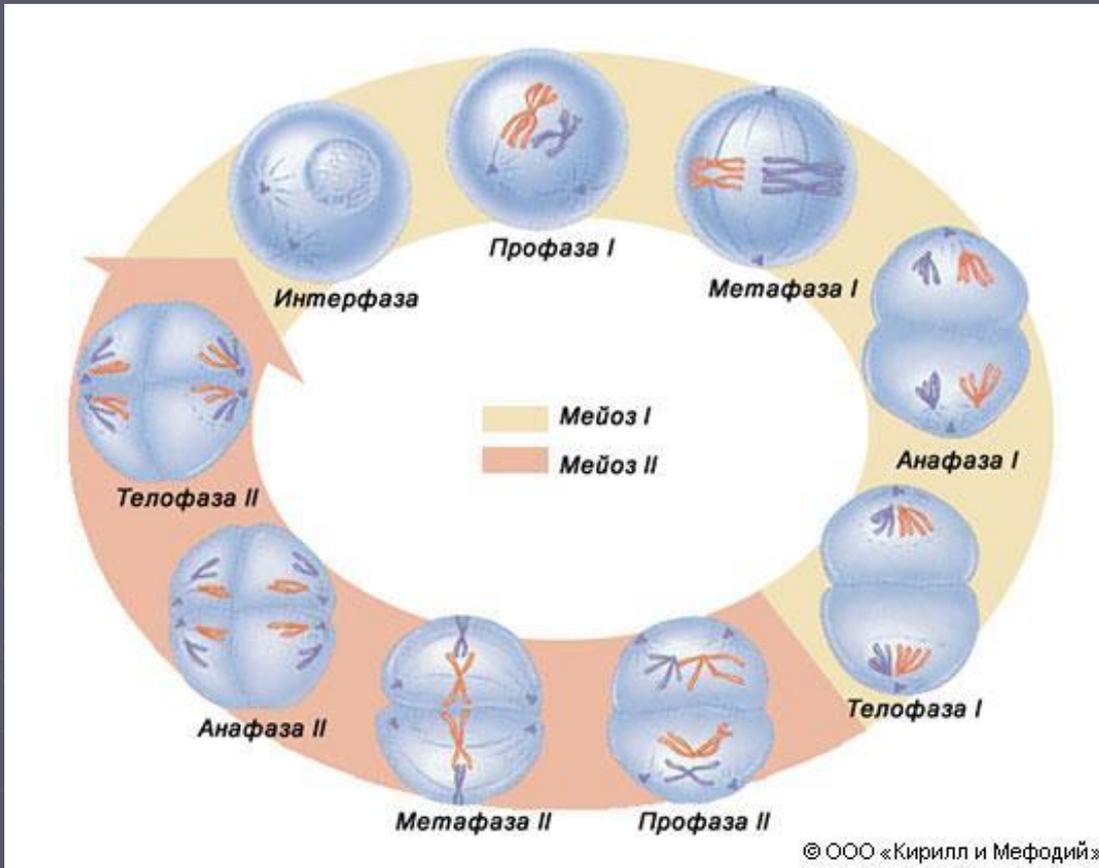
Гомологичные хромосомы попарно располагаются на экваторе и отталкиваются друг от друга. Образуется веретено деления. Нити веретена прикрепляются к двуххроматидным хромосомам.

# АНАФАЗА 1



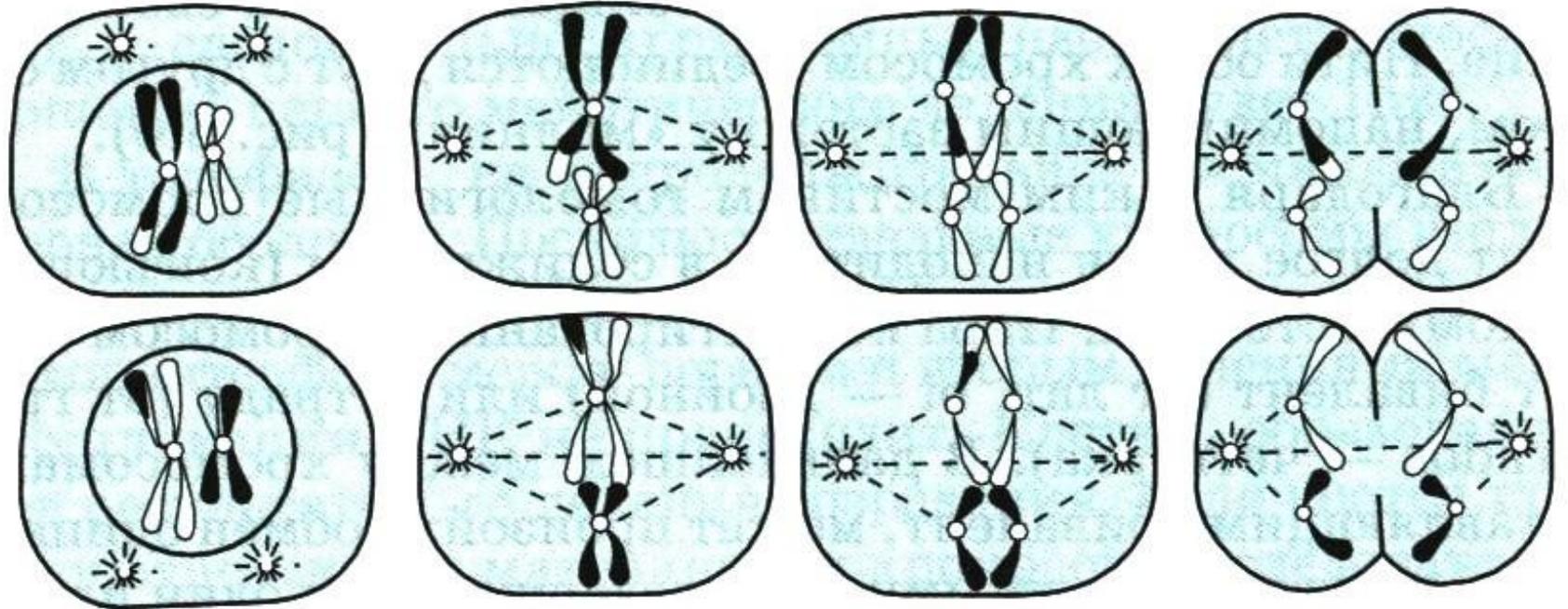
К полюсам расходятся гомологичные хромосомы, состоящие из двух хроматид. Происходит уменьшение (редукция) хромосом у полюсов клетки.

# ТЕЛОФАЗА 1



В телофазе из каждой пары гомологичных хромосом в дочерних клетках оказывается по одной, а хромосомный набор становится **гаплоидным**. Однако каждая хромосома состоит из **двух хроматид**, поэтому клетка сразу же приступает ко второму делению.

# МЕЙОЗ 2



Профаза II

Метафаза II

Анафаза II

Телофаза II

Второе мейотическое деление идет по типу митоза. В анафазе 2 к полюсам расходятся хроматиды, которые и становятся дочерними хромосомами. Из каждой исходной клетки в результате мейоза образуется четыре клетки с гаплоидным набором хромосом.



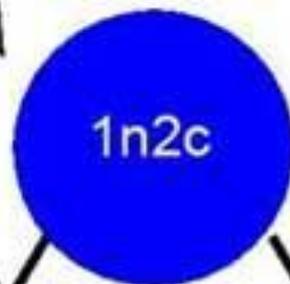
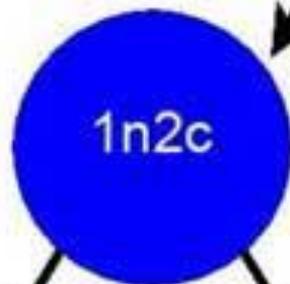
интерфаза



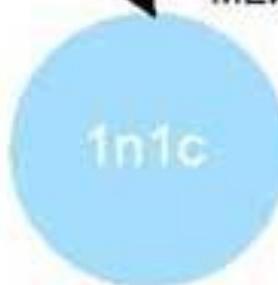
Репликация  
ДНК



МЕЙОЗ I



МЕЙОЗ II



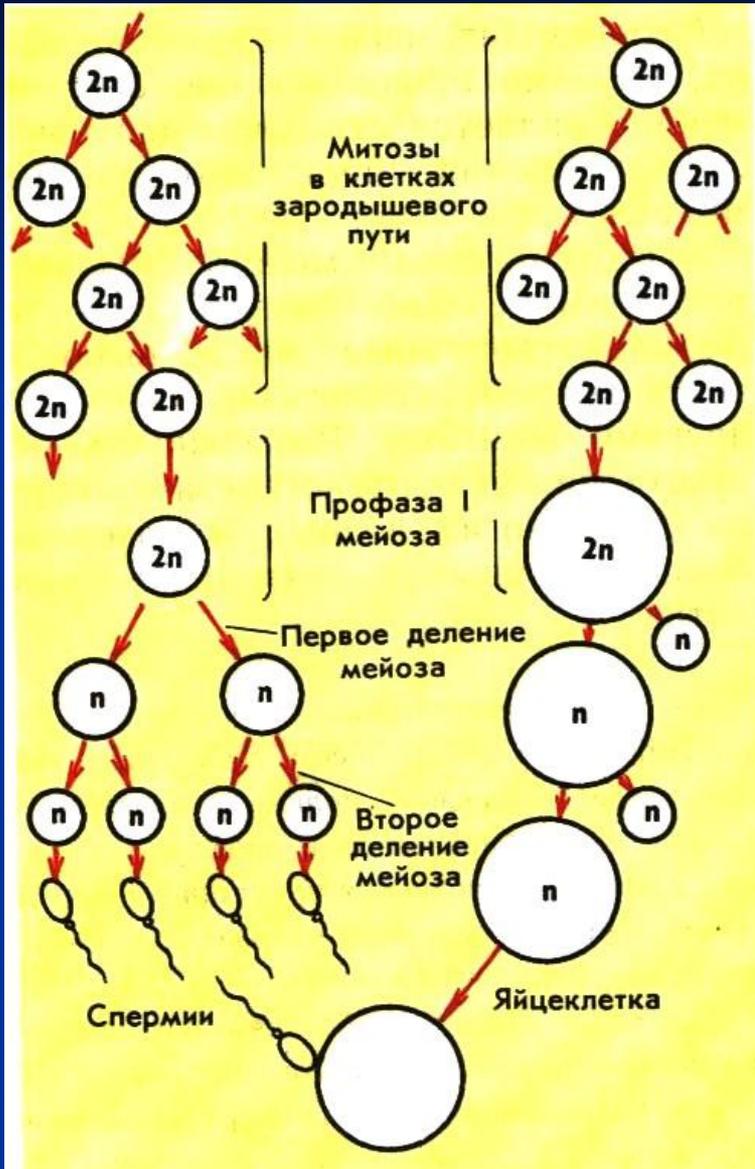
# Мейоз

## Проверка!

Фаза	Что происходит в клетке
Профаза I	Процесс перекрещивания хромосом - <u>КОНЪЮГАЦИЯ</u> Обмен участками хромосом - <u>КРОССИНГОВЕР</u> Образуется веретено <u>ДЕЛЕНИЯ</u>
Метафаза I	Хромосомы выстраиваются на <u>ЭКВАТОРЕ КЛЕТКИ</u>
Анафаза I	Хромосомы расходятся к <u>ПОЛЮСАМ КЛЕТКИ</u>
Телофаза I	Материнская клетка делится на <u>2 ГАПЛОИДНЫЕ КЛЕТКИ</u>
Профаза II	Сходна с процессом <u>МИТОЗА</u>
Метафаза II	Хромосомы выстраиваются на <u>ЭКВАТОРЕ КЛЕТКИ</u>
Анафаза II	Хромосомы расходятся к <u>ПОЛЮСАМ КЛЕТКИ</u>
Телофаза II	Образуется <u>4 ГАПЛОИДНЫЕ КЛЕТКИ</u>

<b>Митоз</b>	<b>Мейоз</b>
1. Происходит в <b>соматических</b> клетках	1. Происходит в <b>созревающих половых</b> клетках
2. Лежит в основе <b>бесполого</b> размножения	2. Лежит в основе <b>полового</b> размножения
3. <b>Одно</b> деление	3. <b>Два</b> последовательных деления
4. Удвоение молекул ДНК происходят в <b>интерфазе</b> перед делением	4. Удвоение молекул ДНК происходит только перед <b>первым</b> делением, перед вторым делением <b>интерфазы нет</b>
5. <b>Нет</b> конъюгации	5. <b>Есть</b> конъюгация
6. В метафазе удвоенные хромосомы выстраиваются по экватору <b>отдельно</b>	6. В метафазе удвоенные хромосомы выстраиваются по экватору <b>парами (бивалентами)</b>
7. Образуются <b>две диплоидные клетки</b> ( <i>соматические</i> клетки)	7. Образуются <b>четыре гаплоидные клетки</b> ( <i>половые</i> клетки)

# ГАМЕТОГЕНЕЗ



## ГАМЕТОГЕНЕЗ

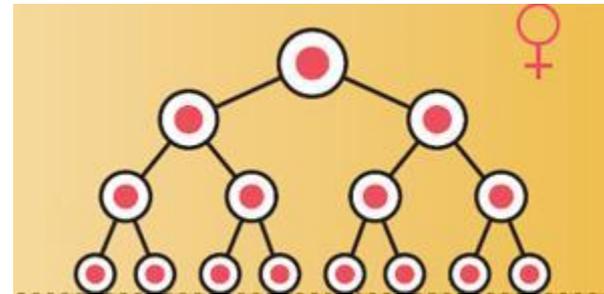
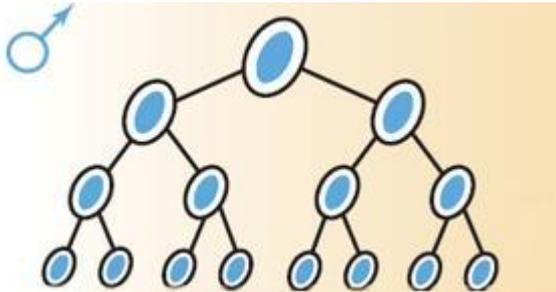
- **Сперматогенез** ♂ (в семенниках)
  - **Овогенез** ♀ (в яичниках)
- Период размножения (МИТОЗ)**
- В репродуктивный период
  - В эмбриональный период
- Период роста (интерфаза)**
- Незначительный Спермацит 1-го порядка
  - Длительный период Овоцит 1-го порядка
- Период созревания (мейоз)**
- Первое и второе мейотическое деление
  - Первое и второе неравномерное мейотическое деление
- деление**
- **4 сперматозоида**
  - **1 яйцеклетка**

# Гаметогенез

## 1. Период размножения (в семенниках, яичниках)

Развитие сперматозоидов – **сперматогенез**

Развитие яйцеклеток – **овогенез**



Первичные половые клетки делятся митозом, в результате увеличивается их количество

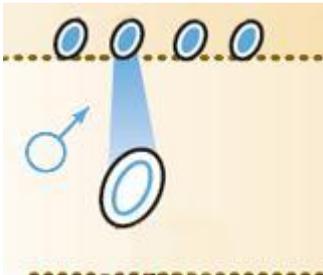
Происходит в  
репродуктивный период

Происходит в  
эмбриональный  
период

## 2. Период роста

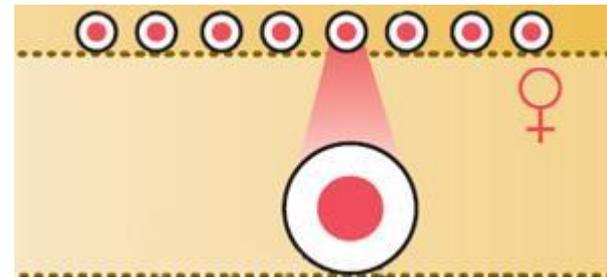
Развитие

сперматозоидов – **сперматогенез**



Клетки растут и **незначительно** увеличиваются в размерах

Развитие яйцеклеток – **овогенез**



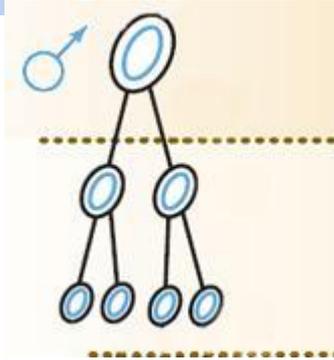
Клетки **значительно** увеличиваются в размерах, запасая питательные вещества

**Незначительный по времени**

**Длительный по времени**

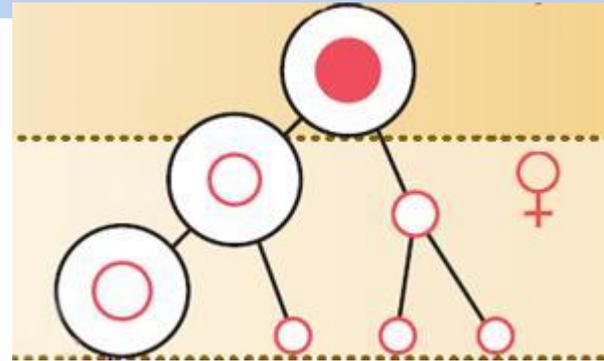
### 3. Период созревания (мейоз)

Развитие сперматозоидов – **сперматогенез**



Происходит мейоз, в результате из одной первичной диплоидной ( $2n$ ) клетки образуется четыре гаплоидные ( $n$ ) клетки одинаковые по величине

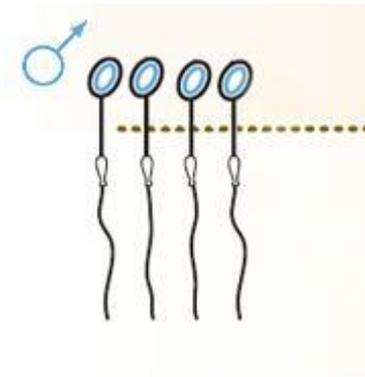
Развитие яйцеклеток – **овогенез**



Происходит мейоз, в результате из одной первичной диплоидной ( $2n$ ) клетки образуются гаплоидные ( $n$ ) клетки - одна крупная жизнеспособная клетка и три мелкие, которые погибают

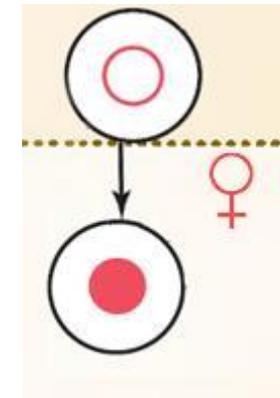
## 4. Период формирования

Развитие сперматозоидов – **сперматогенез**



Из гаплоидных ( $n$ ) клеток формируются подвижные сперматозоиды

Развитие яйцеклеток – **оогенез**



Из крупной гаплоидной ( $n$ ) клетки формируется неподвижная округлая яйцеклетка

# Строение яйцеклетки



Оболочка клетки

Ядро с одинарным набором хромосом

Цитоплазма с запасом питательных веществ



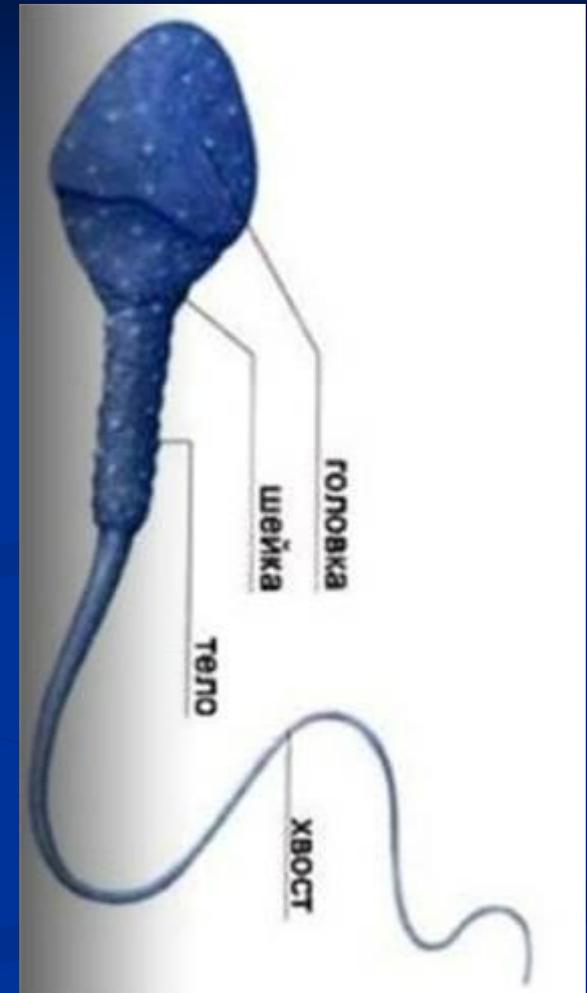
Видео-ролик «Яйцеклетка»

Яйцеклетка – самая крупная клетка организма, размером с булавочную головку. Она – единственная различима без микроскопа. Её цитоплазма содержит большое количество питательных веществ. Все яйцеклетки формируются ещё до рождения девочки.

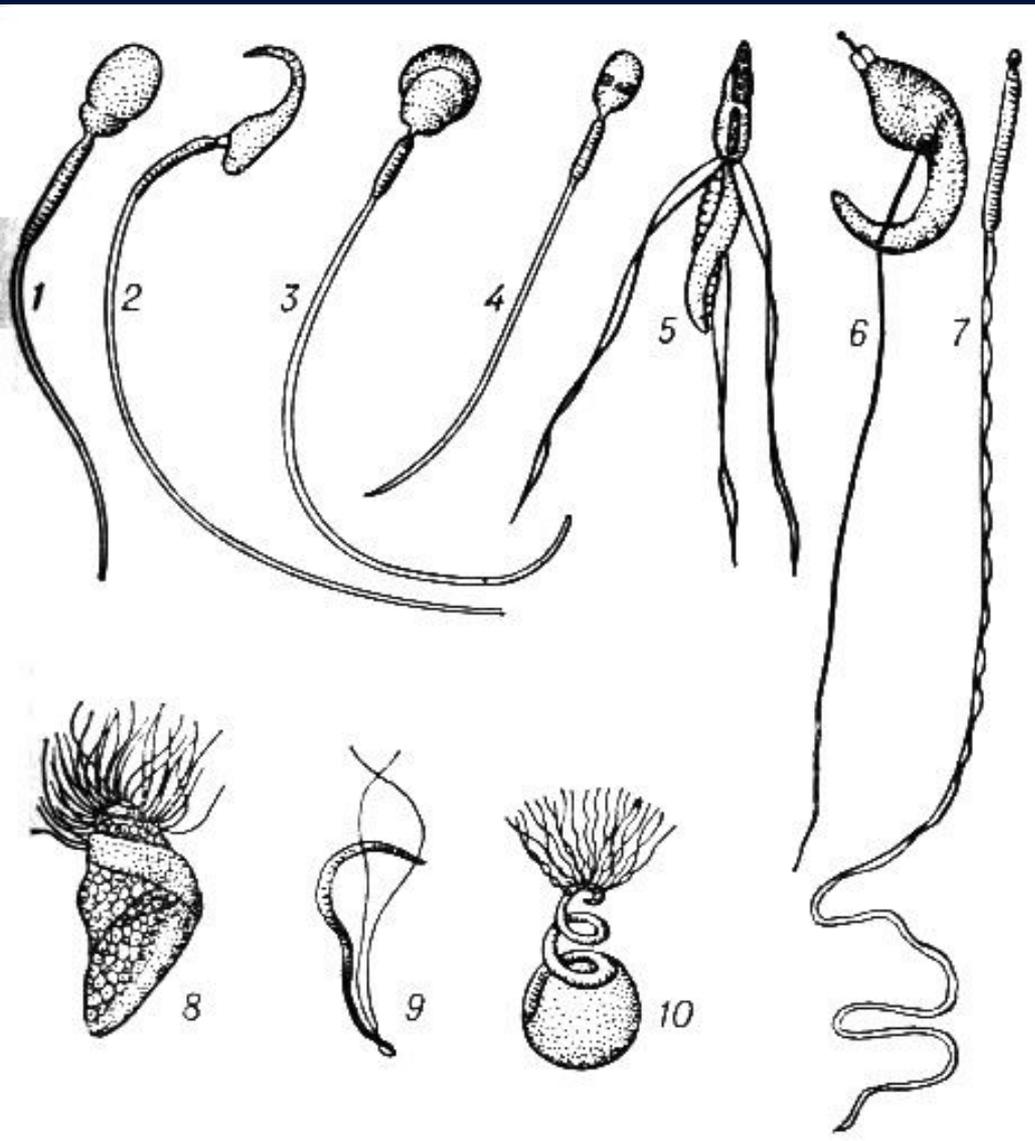
*В яичниках новорождённой девочки 500000 – 1000000 незрелых половых клеток*

*К моменту полового созревания их останется 400000*

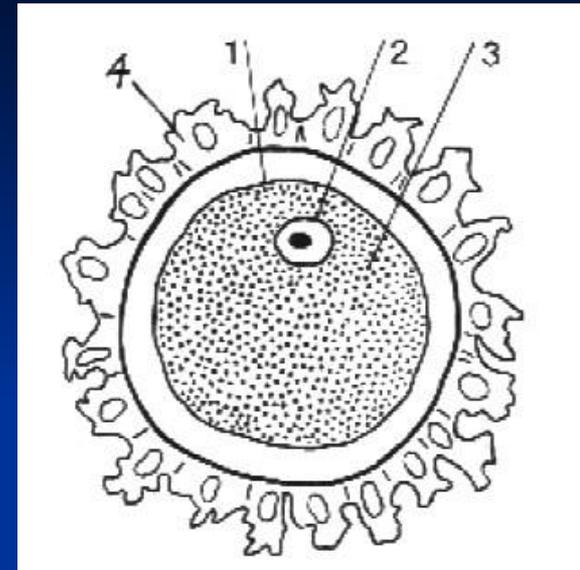
*Созревает только 350-500.*



# Виды и строение гамет



1



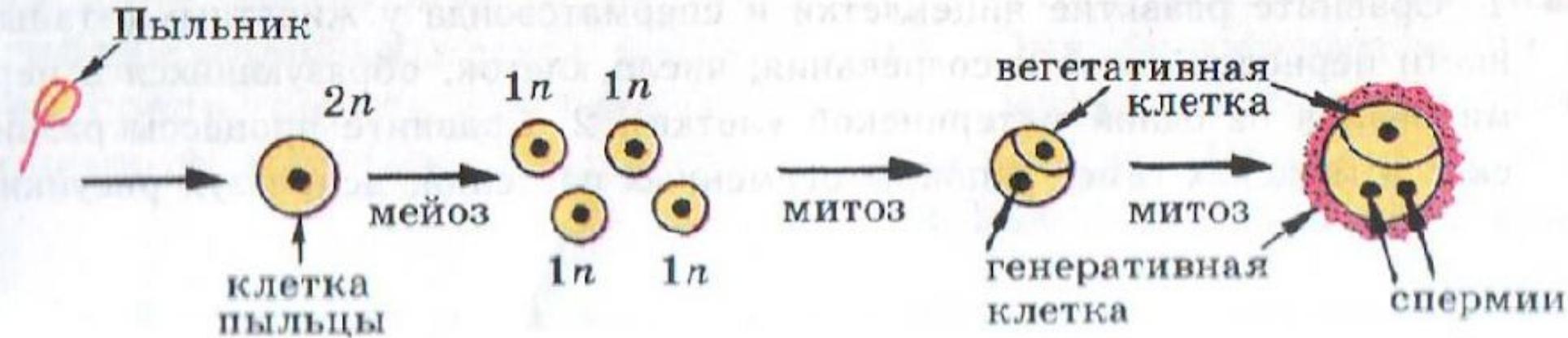
2

Рис.1. Сперматозоиды: 1 – кролика, 2 – крысы, 3 – морской свинки, 4 – человека, 5 – рака, 6 – паука, 7 – жука, 8 – хвоща, 9 – мха, 10 – папоротника.

Рис.2. Яйцеклетка млекопитающих: 1 – оболочка, 2 – ядро, 3 – цитоплазма, 4 – фолликулярные клетки.

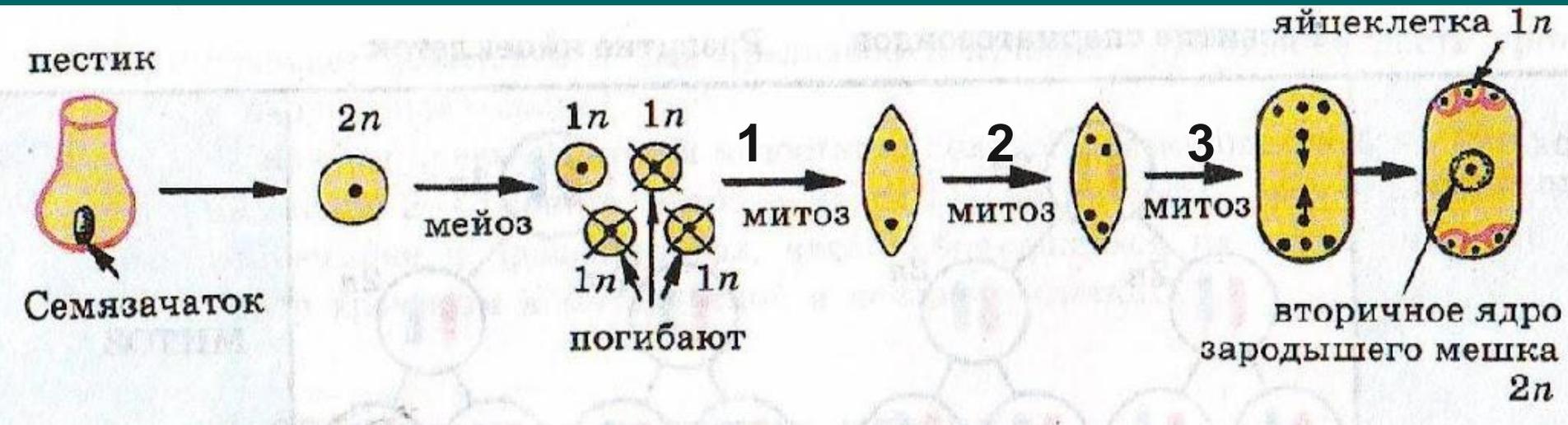
Термины сперматозоид и яйцеклетка ввел Карл Бэр в 1827 г.

## Схема формирования мужских половых клеток у растений



В пыльниках тычинки содержится много диплоидных клеток, каждая из которых делится путем мейоза. В результате из каждой диплоидной клетки образуются четыре гаплоидные, превращающиеся в пыльцевые зерна. Гаплоидное ядро каждого пыльцевого зерна делится путем митоза. Так образуются две гаплоидные клетки – генеративная и вегетативная. Генеративная клетка еще раз делится путем митоза, в результате чего образуются два гаплоидных спермия. Спермии – мужские гаметы. Они неподвижны, так как лишены жгутиков и доставляются через пыльцевую трубку.

## Схема формирования яйцеклетки у растений



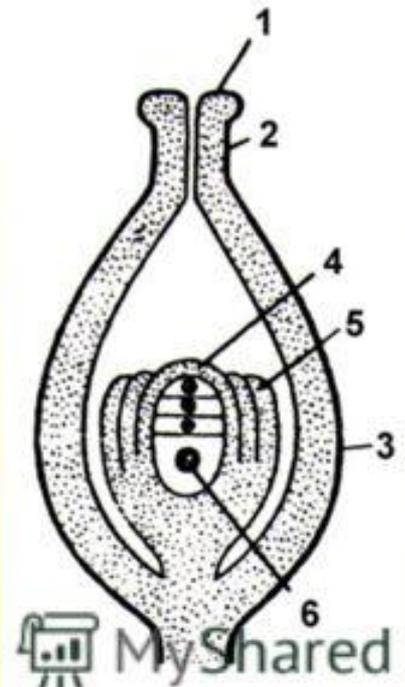
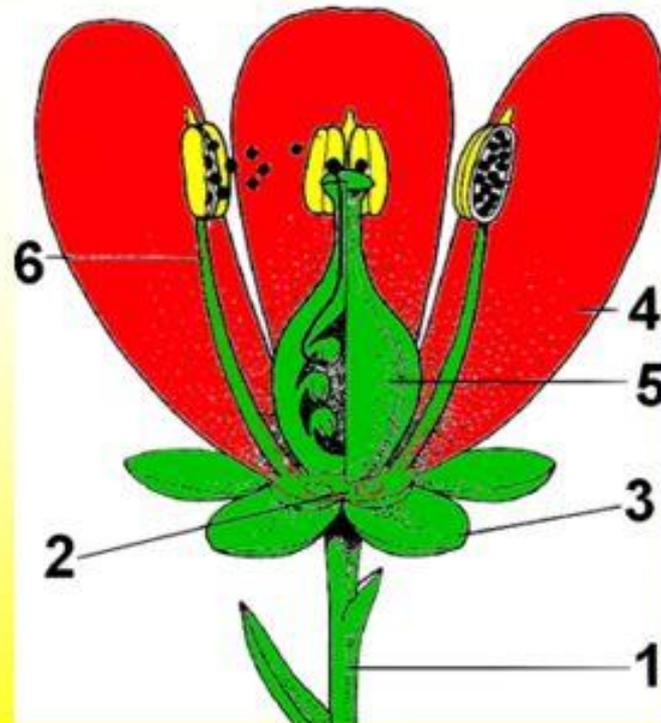
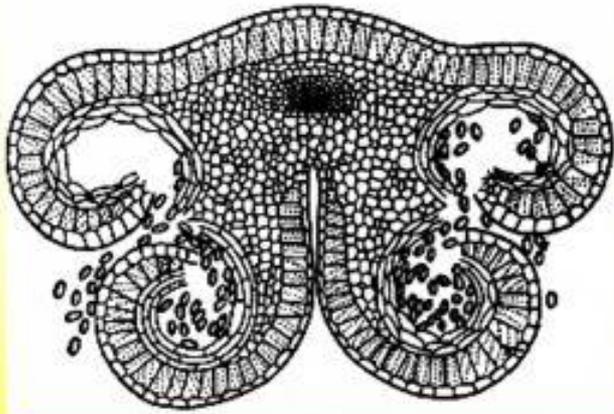
В завязи расположен семязачаток, в котором формируется женская половая клетка. В семязачатке из одной диплоидной клетки в результате мейоза образуются четыре гаплоидные клетки. Три клетки погибают, а одна оставшаяся трижды делится путем митоза. Так возникает восемь гаплоидных клеток, которые образуют зародышевый мешок. Одна из них превращается в яйцеклетку, две клетки сливаются и образуют диплоидную клетку – вторичное ядро зародышевого мешка. Оставшиеся пять клеток играют вспомогательную роль, образуют стенку зародышевого мешка.

## Половое размножение цветковых

*Разноспоровые растения* — растения, образующие споры, отличающиеся по величине и физиологическим особенностям:

*микроспоры* — более мелкие споры, формирующиеся в микроспорангиях, из них вырастают мужские заростки (гаметофиты);

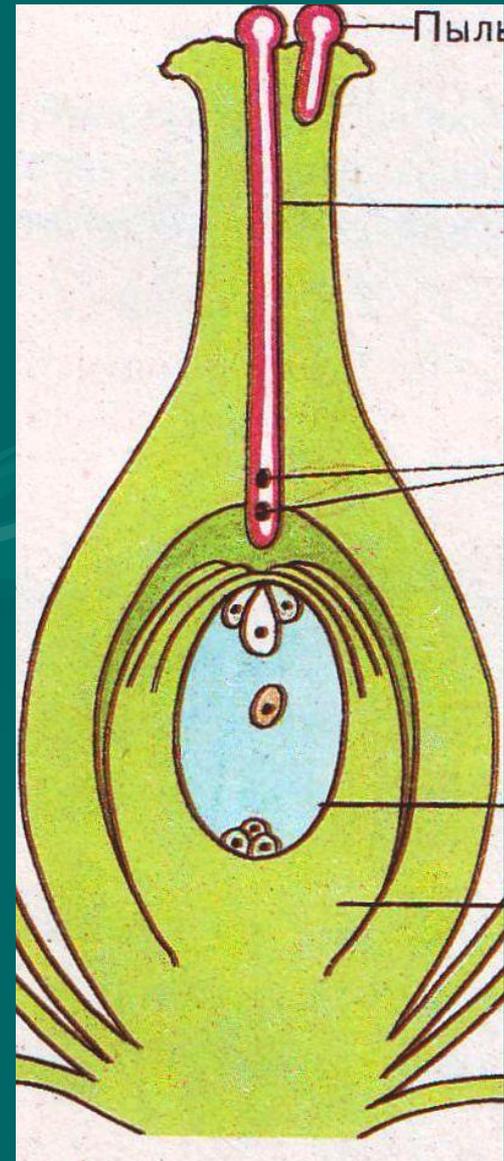
*мегаспоры* — более крупные споры, формирующиеся в мегаспорангиях, из них вырастают женские заростки (гаметофиты).

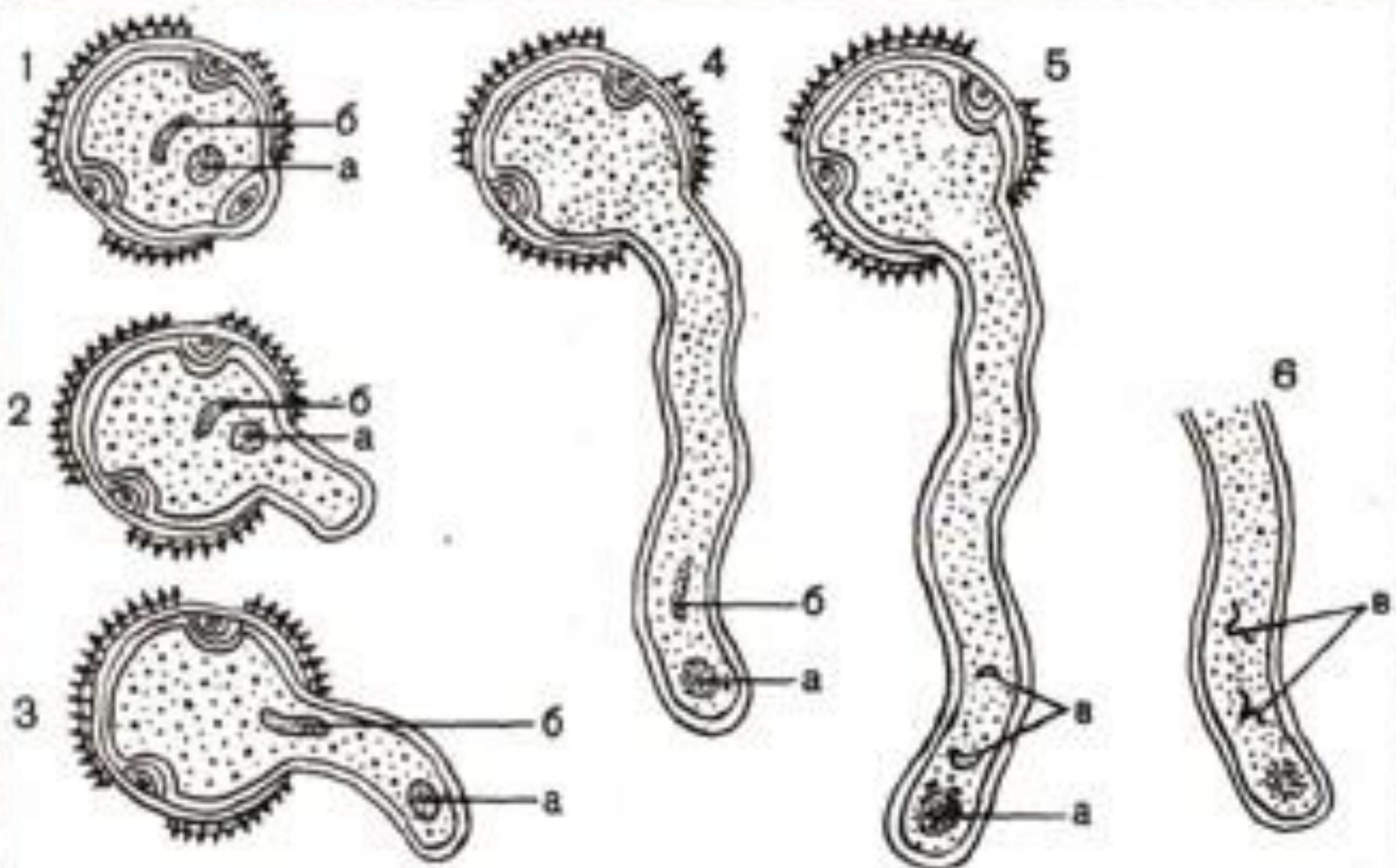


# Оплодотворение у цветковых растений

После того как пыльца попала на рыльце пестика, она начинает прорастать. Клетки рыльца выделяют особые вещества (жиры, сахара), стимулирующие прорастание пыльцы. Пыльцевое зерно набухает, *экзина* разрывается, а *интина* выпячивается в виде узкой «*пыльцевой трубки*», которая быстро растет вниз внутри столбика к завязи и подходит к пыльцевходу семязачатка.

Пыльцевая трубка проходит либо по специальным проводящим каналам, либо по межклетникам рыхлой паренхимой ткани. Обычно одновременно развиваются несколько пыльцевых трубок, но «успех» зависит от индивидуальной скорости роста.





# **Двойное оплодотворение**

- Открыто в 1898 **С.Г.Навашиным**
- Оплодотворению предшествует опыление
- Происходит у покрытосеменных растений

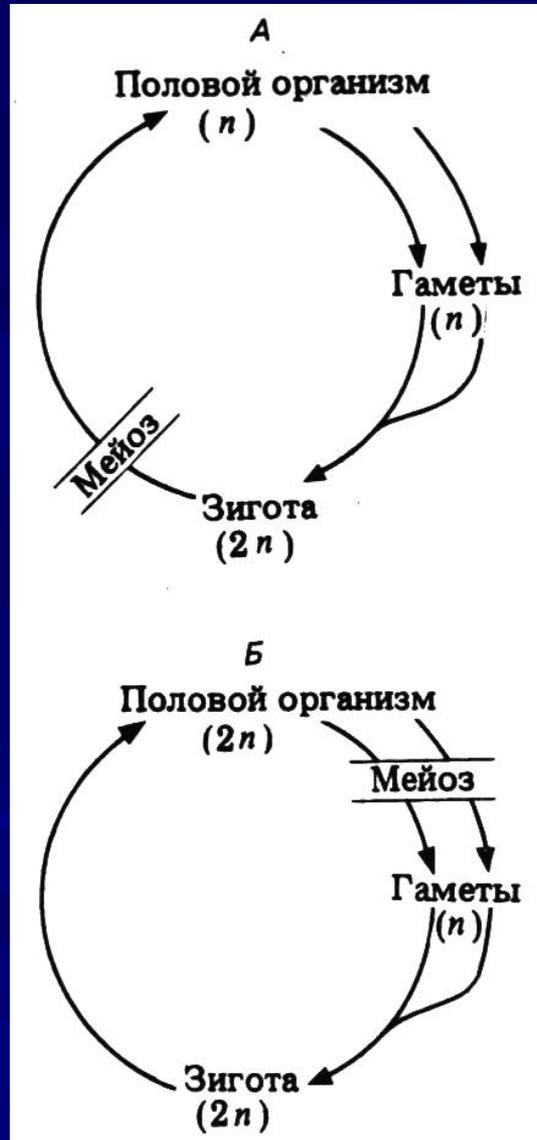
1. Спермий ( $1n$ ) + яйцеклетка ( $1n$ )      зигота ( $2n$ )  
зародыш семени

2. Спермий ( $1n$ ) + центральная клетка ( $2n$ )  
эндосперм ( $3n$ )

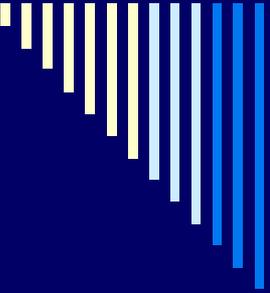
3. Покровы (интегументы) семяпочки      кожура  
семени

4. Стенка завязи пестика      околоплодник

# Разнообразные жизненные циклы (чередование поколений)



А – зиготный мейоз: зеленые водоросли, грибы.  
Б – гаметный мейоз: позвоночные, моллюски, членистоногие.  
В – споровый мейоз: бурые, красные водоросли и все высшие растения.



# Значение мейоза

- Происходит поддержание числа хромосом из поколения в поколение. Зрелые гаметы получают гаплоидное число ( $n$ ) хромосом, а при оплодотворении восстанавливается характерное для данного вида диплоидное число хромосом.
- Образуется большое количество новых комбинаций генов при кроссинговере и слиянии гамет (комбинативная изменчивость), что дает новый материал для эволюции (потомки отличаются от родителей).
- ♂ ( $n$ ) + ♀ ( $n$ ) = зигота ( $2n$ ) → новый организм ( $2n$ )

# Партеногенез

**Партеногенез** (гр. девственное происхождение) – половое размножение, при котором развитие нового организма происходит из неоплодотворенной яйцеклетки.

## Партеногенез

### Факультативный

Как без оплодотворения, так и после него: пчелы, муравьи, коловратки

♂ + ♀ = **самки**

♀ → **самцы**

Возник как способ регуляции соотношения полов

### Циклический

У дафний, тлей

♀ → ♀ - **летом**

♂ + ♀ - **осенью**

Возник как способ выживания из-за большой гибели особей

У растений (крестоцветные, сложноцветные, розоцветные и др.) партеногенез называется **апомиксис**.

### Обязательный (облигатный)

Все особи – самки (Кавказская скалистая ящерица)

Возник как способ выживания вида из-за трудностей встречи особей друг с другом

# Контрольно – обобщающий тест

- 1. В какой период клеточного цикла удваивается количество ДНК? А)метафазу, б)профазу, в)синтетический период, г) пресинтетический период.
- 2. В какой период митоза хромосомы выстраиваются по экватору? А)в профазу, б)в метафазу, в)в анафазу, г)в телофазу.
- 3. Какое из событий отсутствует в митозе по сравнению с мейозом? А)удвоение ДНК, б)конъюгация и кроссинговер хромосом, в)расхождение хромосом к полюсам.
- 4. Какой набор хромосом получается при митотическом делении? А)гаплоидный, б)диплоидный, в)триплоидный.
- 5. Что характерно для периода дробления (бластомеров)? А) мейотическое деление, б) активный рост клеток, в)клеточная специализация, г)митотическое деление.
- 6. Чем завершается процесс оплодотворения? А)сближением сперматозоида с яйцеклеткой, б)проникновением сперматозоида в яйцеклетку, в)слиянием ядер и образованием зиготы.
- 7. Нервная система развивается из: а)энтодермы, б) мезодермы, в)эктодермы.

- 8. Сколько хроматид в хромосоме к концу митоза? А)1, б)2, в)3, г)4.
- 9. Эмбрион в стадии гаструлы: а)однослойный, б)двухслойный, в)многослойный.
- 10. Если у пчел диплоидный набор хромосом равен 32, то 16 хромосомами обладает: а)трутень, б)матка, в)рабочая пчела.
- 11. Какой набор хромосом в эндосперме зерновки пшеницы? А)гаплоидный, б)диплоидный, в)триплоидный.
- 12. Что происходит в постсинтетическую стадию интерфазы? А)рост клетки и синтез органических веществ, б)удвоение ДНК, в)накопление АТФ.
- 13. Какое деление лежит в основе полового размножения? А) митоз, б)амитоз, в)мейоз, г)шизогония.
- 14. Что образуется в результате овогенеза? А)сперматозоид, б)яйцеклетка, в)зигота, г)клетки тела.
- 15. Какой набор хромосом будет в клетке после мейотического деления, если в материнской было 12 ?
- 16. Из какого зародышевого листка образуются мышцы?

# Эталон ответов на контрольный тест

- **1.в; 2.б; 3.б; 4.б; 5.г; 6.в; 7.в; 8.а; 9.в; 10.а; 11.в; 12.в; 13.в; 14.б.**
- **15. 6 хромосом,**
- **20. Из мезодермы;**



***Онтогенезом, или индивидуальным развитием, называют весь период жизни с момента слияния половых клеток и образования зиготы до гибели организма.***

# Типы онтогенеза

*личиночный*



*яйцекладный*



*внутриутробный*



# ЛИЧИНОЧНЫЙ ТИП

- Происходит у насекомых, рыб, земноводных
- Метаморфоз – превращение во взрослую особь



# Онтогенез

Эмбриональный –  
от образования  
зиготы до  
рождения.

Пост -  
эмбриональный  
- от рождения  
до смерти.



Изучением вопросов,  
связанных с индивидуальным  
развитием организмов,  
занимается *эмбриология*  
(от греч. *embryon* –  
зародыш).

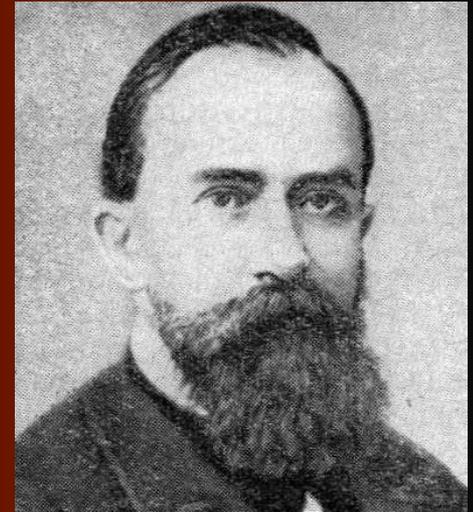
# ИСТОРИЧЕСКАЯ СПРАВКА



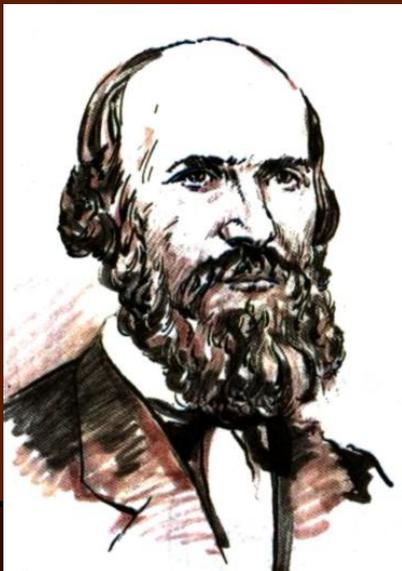
Карл Максимович Бэр  
(1792 -1876)

Основателем эмбриологии (науки о развитии организмов) является К.М. Бэр (в 1828 г. Опубликовал «историю развития животных»), изучивший развитие куриных эмбрионов и зародышей млекопитающих.

Большая заслуга в развитии эмбриологии принадлежит В.О. Ковалевскому и И.И. Мечникову.



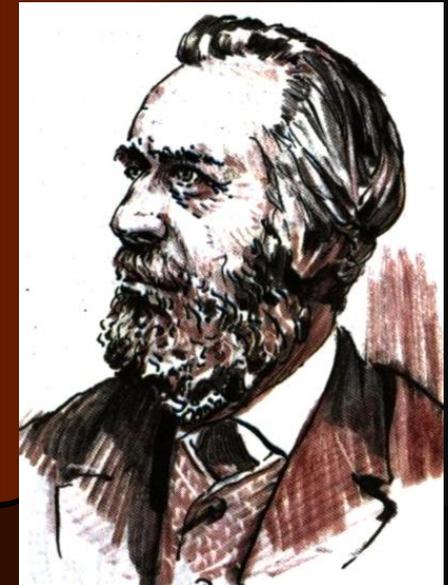
Ковалевский Владимир  
Онуприевич (1842 –1883)



Фриц Мюллер  
(1821 – 1897)

Немецкие ученые Ф. Мюллер и Э. Геккель в 1866 г. сформулировали «биогенетический закон», а в начале XX в. Акад. А.Н. Северцев дал новую трактовку этому закону.

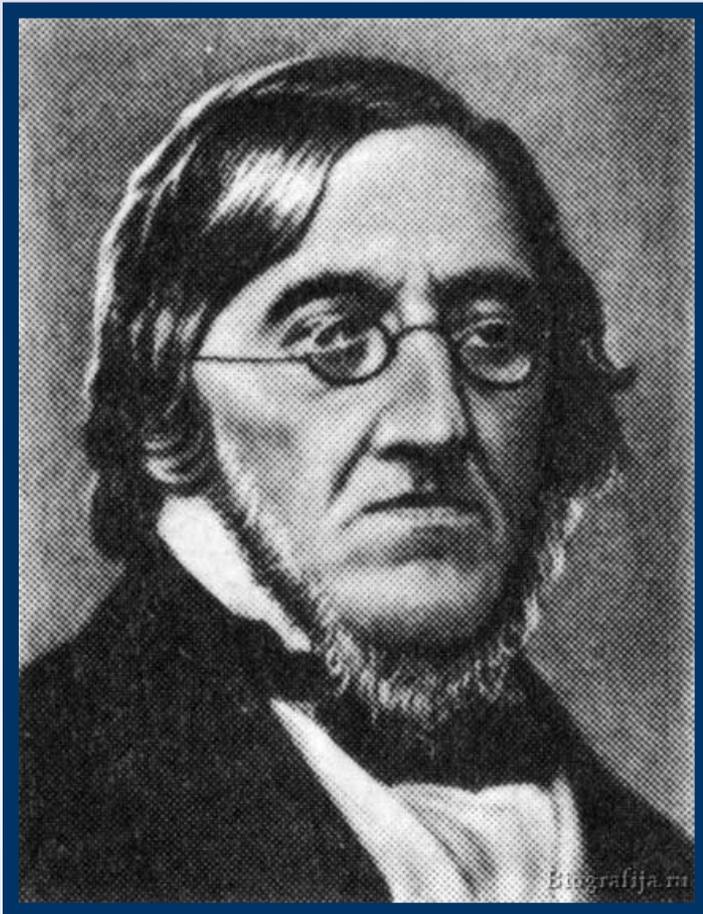
Эрнст Геккель  
(1834 – 1919)





# Карл Эрнест фон Бэр

(1792 – 1876)



Основателем современной эмбриологии считается академик Российской Академии К.М.Бэр.

В 1828 году он опубликовал сочинение «История развития животных», в котором доказывал, что человек развивается по единому плану со всеми позвоночными животными.



# ЭТАПЫ ЭМБРИОГЕНЕЗА

## Предзародышевое развитие

## Собственно эмбриогенез

Оплодотворение

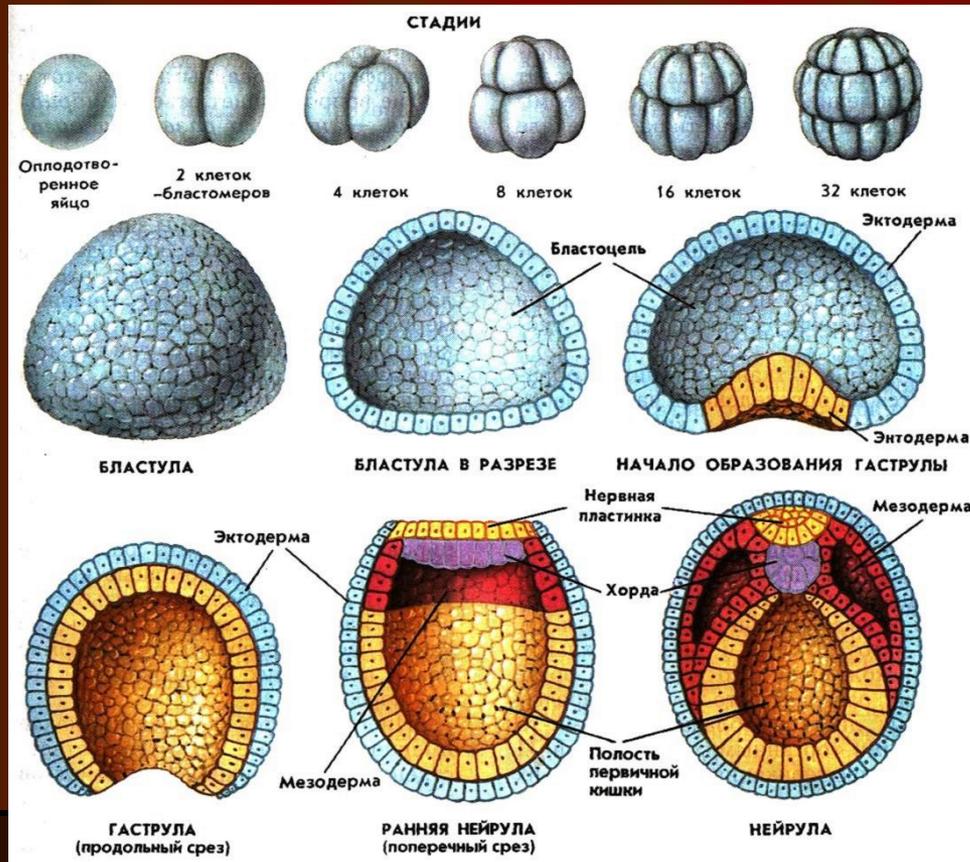
Стадия зиготы

Дробление

Гастрюляция

Нейруляция

Гисто- и органогенез



- **Оплодотворение:** ядро сперматозоида (спермия) проникает в яйцеклетку, ядра сливаются (удваивается ДНК) и клетка становится **зиготой**.
- ♂  $1n$  + ♀  $1n = 2n$  (**зигота**)
- **Образование зиготы – начальный этап развития будущего организма.**

# Оплодотворение



- В результате оплодотворения образуется **зигота** – диплоидная клетка, покрытая защитной оболочкой
- Благодаря оплодотворению в зиготе восстанавливается диплоидный набор хромосом и объединяется генетическая информация отцовского и материнского организмов

# Оплодотворение у животных

## *Внешнее*

Рыбы, земноводные,  
большинство  
моллюсков,  
некоторые черви

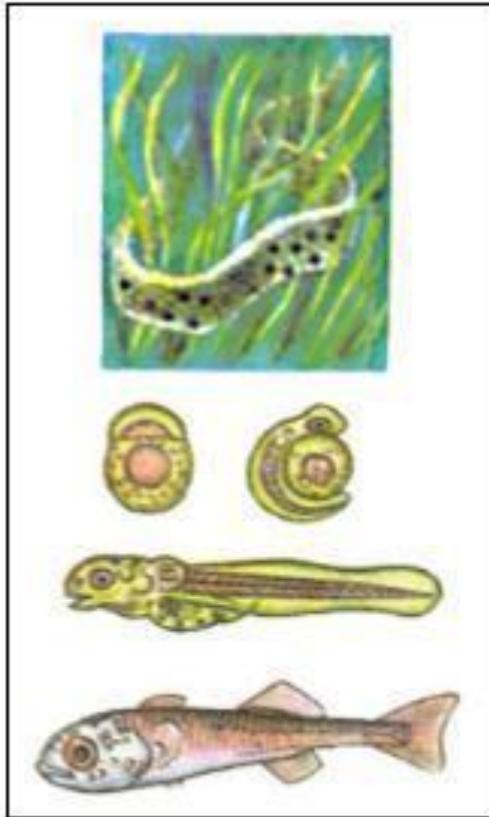


## *Внутреннее*

Пресмыкающиеся,  
птицы,  
млекопитающие



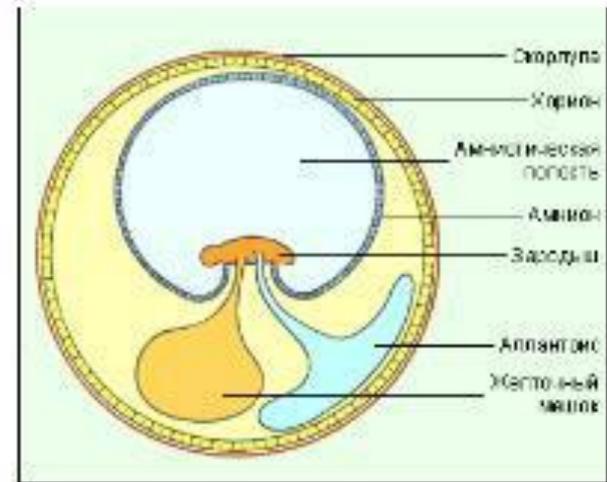
# Внешнее оплодотворение



- Происходит вне организма самки, обычно в водной среде
- При внешнем оплодотворении много половых клеток гибнет

# Внутреннее оплодотворение

- Происходит в половых путях самки
- Зигота защищена материнским организмом
- Уменьшается вероятность гибели клеток в окружающей среде



Строение амниотического яйца



Развитие зародыша млекопитающего

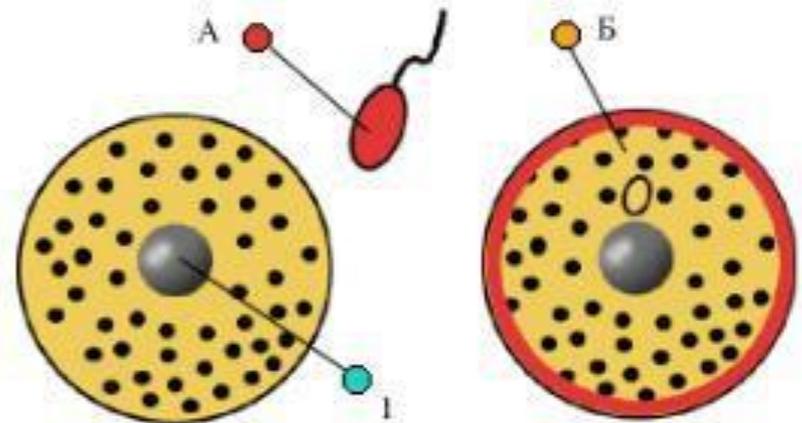
# Этапы оплодотворения

## Оплодотворение -

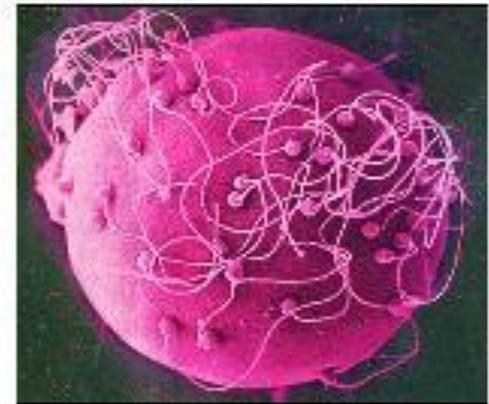
процесс слияния  
яйцеклетки со  
сперматозоидом

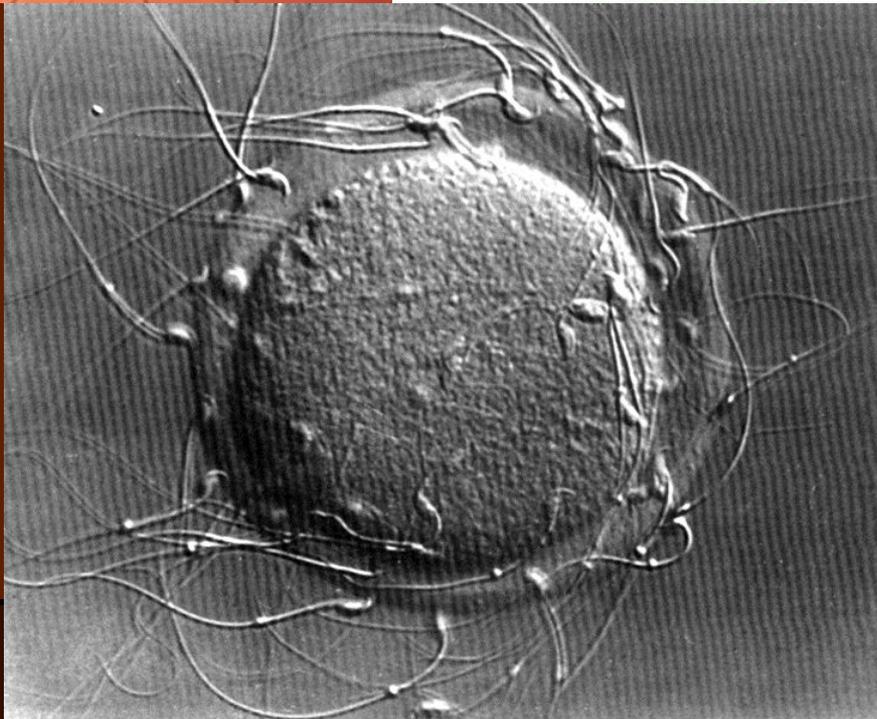
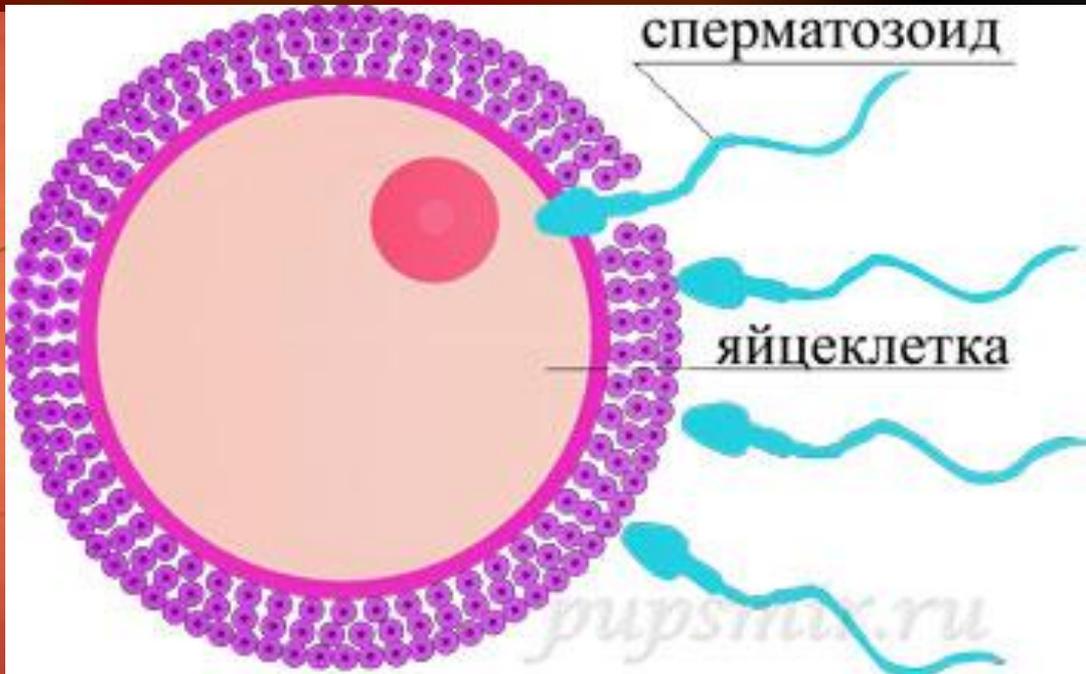
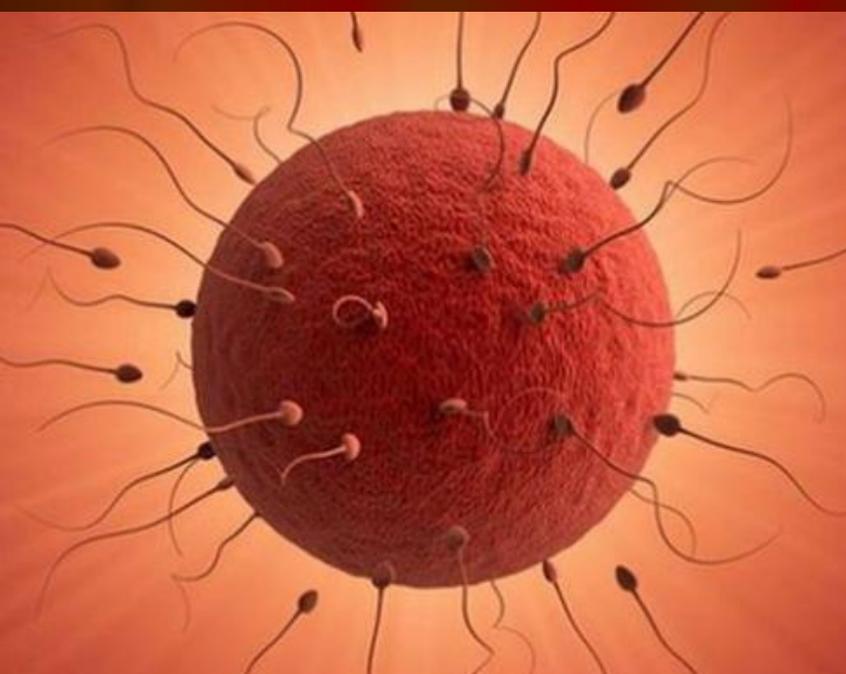
## Этапы оплодотворения

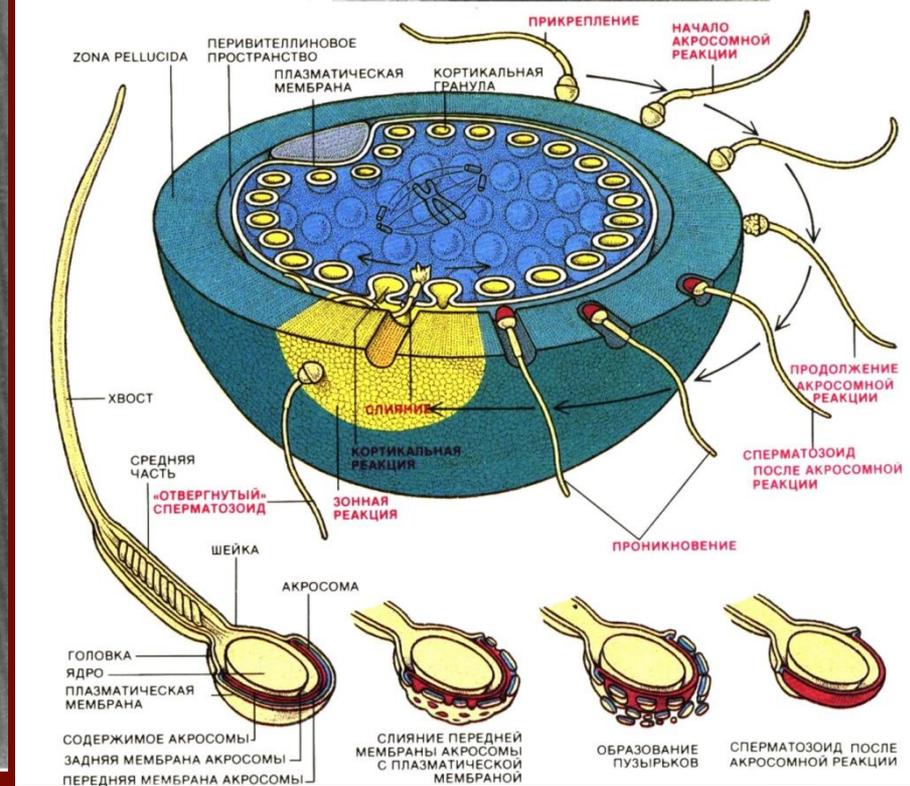
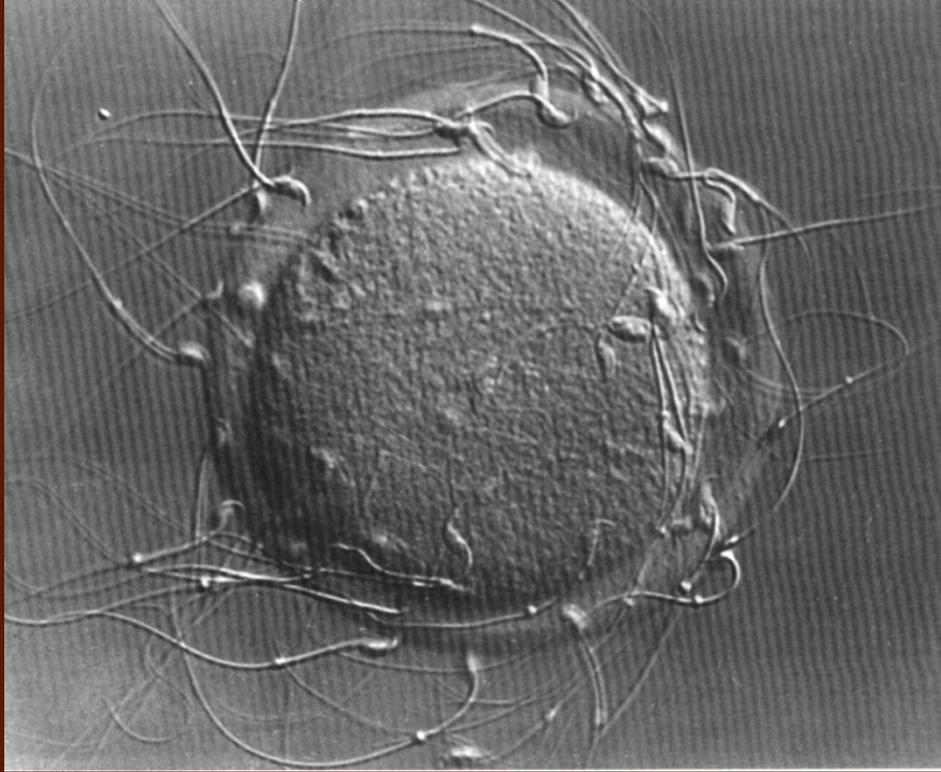
- Проникновение сперматозоида в клетку
- Слияние гаплоидных ядер
- Активация зиготы к делению



Оплодотворение у млекопитающих: А: 1 – ядро яйцеклетки; 2 – сперматозоид; Б – зигота

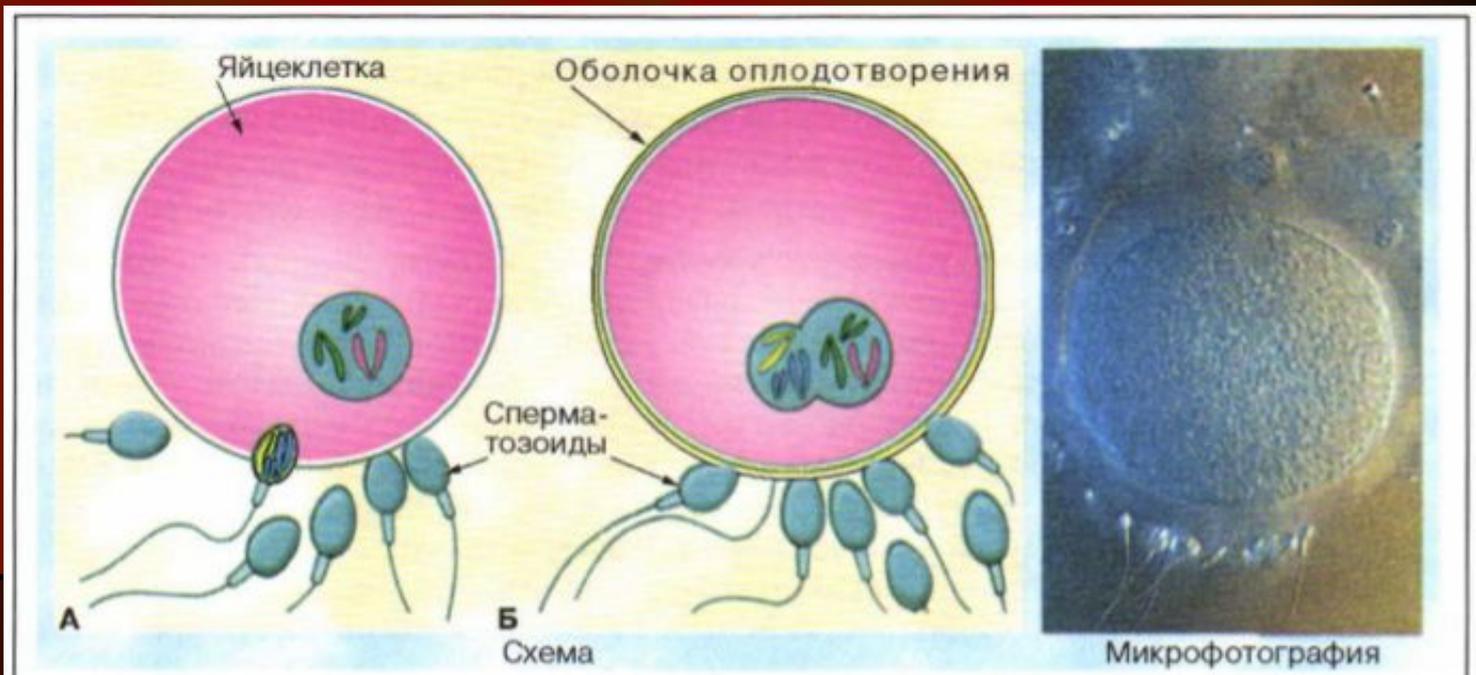






Яйцеклетка, окруженная множеством сперматозоидов (x 1000)

Процесс оплодотворения состоит из ряда этапов. После прикрепления сперматозоида начинается **акросомная реакция**. Ферменты легко, но локально разрушают оболочку яйцеклетки и **головка сперматозоида сливается с плазматической мембраной** и происходит оплодотворение.



# ЭТАПЫ ЭМБРИОГЕНЕЗА

## Предзародышевое развитие

## Эмбриогенез

Оплодотворение

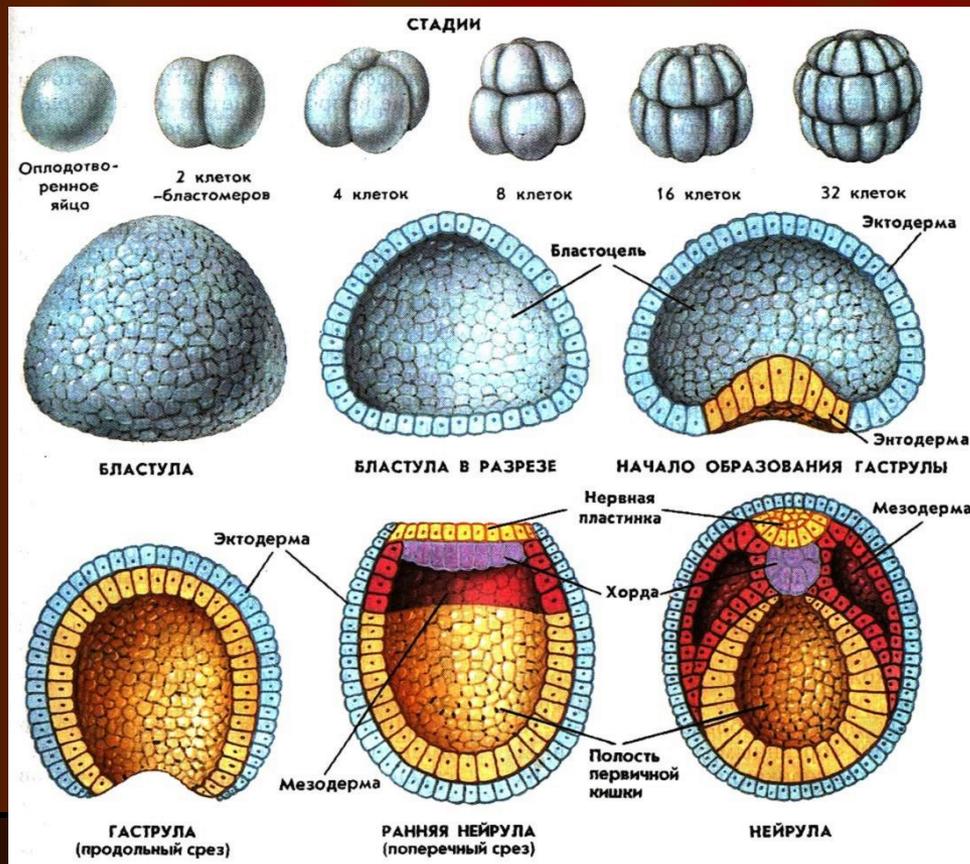
Стадия зиготы

Дробление

Гастрюляция

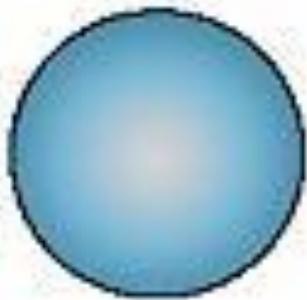
Нейруляция

Гисто- и органогенез

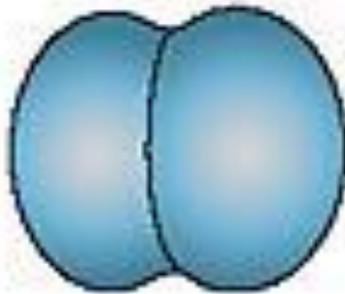


- **Оплодотворение:** ядро сперматозоида (спермия) проникает в яйцеклетку, ядра сливаются (удваивается ДНК) и клетка становится **ЗИГОТой**.
- ♂  $1n$  + ♀  $1n = 2n$  (**зигота**)
- **Образование зиготы** – начальный этап развития будущего организма.

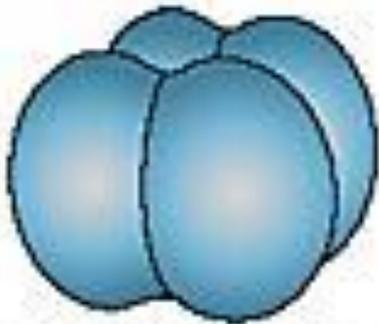
# 1. Дробление



Зигота



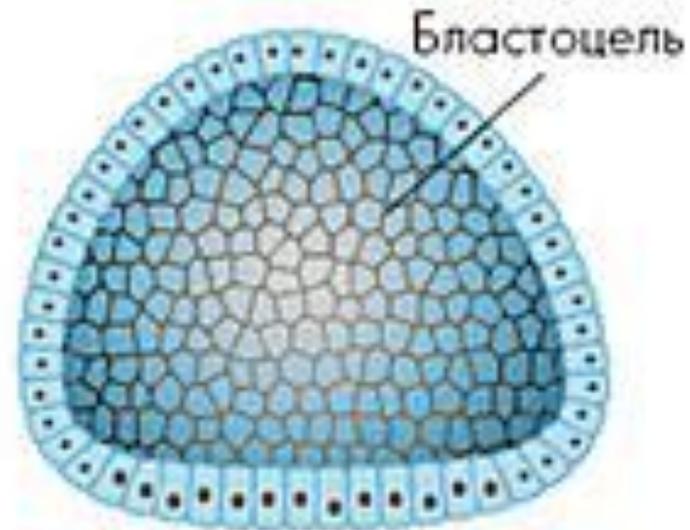
Стадия 2-х бластомеров



Стадия 4-х бластомеров



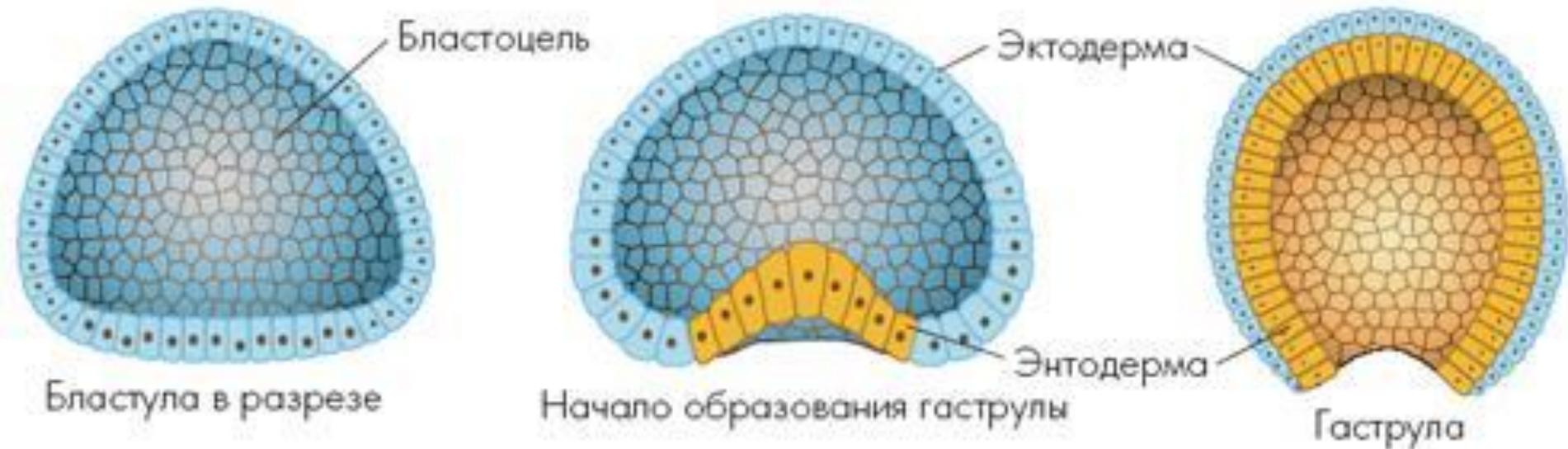
Стадия 32-х бластомеров



Бластула в разрезе

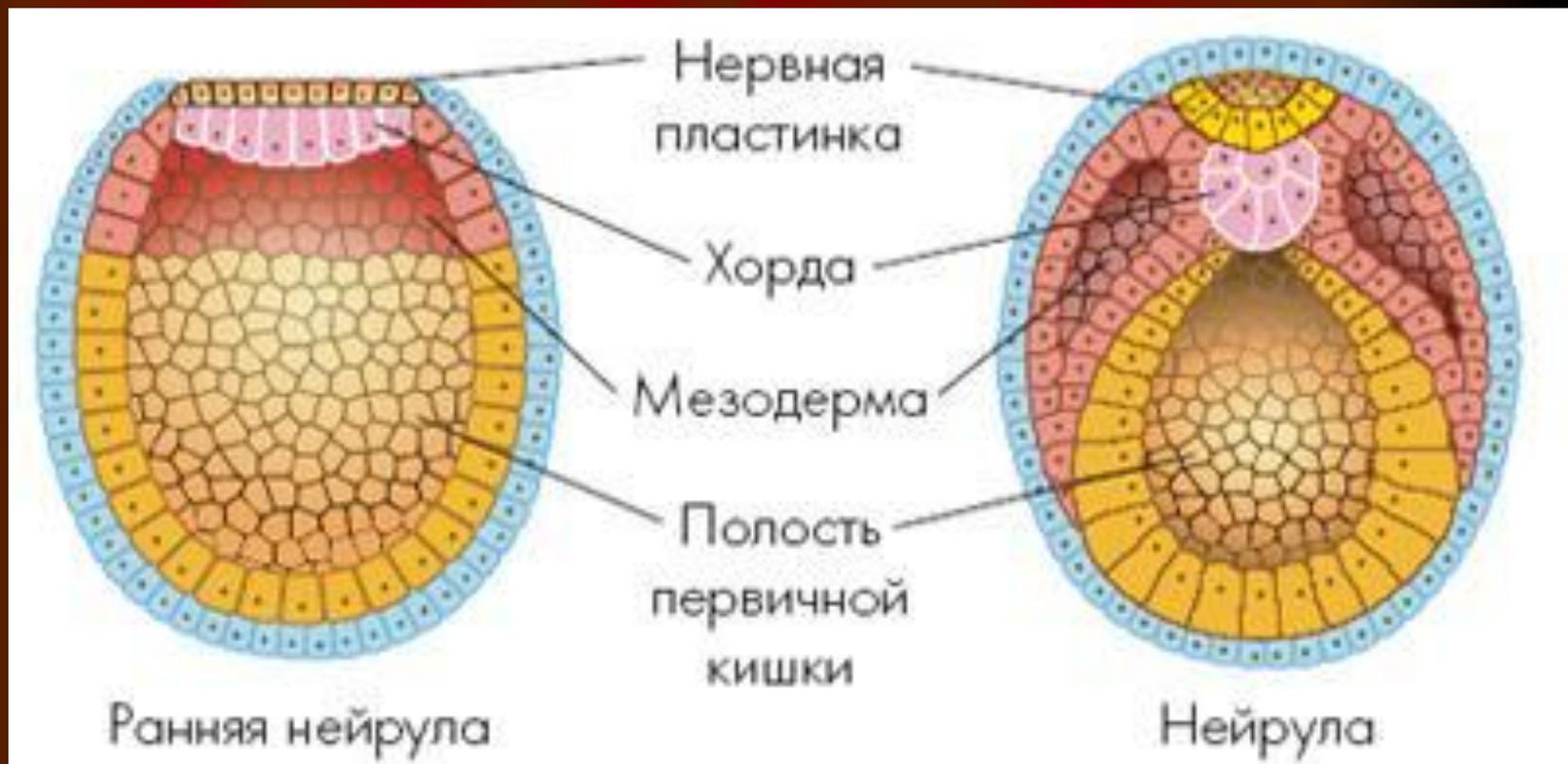
После оплодотворения зигота быстро начинает делиться митозом. Интерфазы очень короткие, поэтому образовавшиеся клетки – **бластомеры** – **не успевают вырасти**. Образовавшуюся группу клеток называют **морулой**. Дробление заканчивается образованием бластулы, однослойного зародыша, внутри которого находится полость – **бластоцель**. По величине бластула не превышает размеров зиготы.

## 2.Образование гастролы



На одном из полюсов бластулы появляется углубление и происходит впячивание одного слоя клеток внутрь полости. В результате образуется гастрולה, двухслойный зародыш, который состоит из наружного зародышевого листка – **эктодермы** и внутреннего зародышевого листка – **энтодермы**. Полость, образовавшаяся внутри гастролы – **первичная кишка**, а отверстие, ведущее в первичную кишку – **первичный рот**.

### 3.Стадия нейрулы



Между эктодермой и энтодермой образуется **третий зародышевый листок** – **мезодерма**. В энтодерме образуется **зачаток хорды**. Из **эктодермы** закладывается **нервная пластинка**, которая в дальнейшем сворачивается в нервную трубку. Трубка погружается под эктодерму, формируя зачаток центральной нервной системы.

- Из эктодермы формируются:
- #### 4. Формирование органов (органогенез)
- нервная система (головной и спинной мозг, нервы, различные клетки органов чувств)
  - эпителиальные покровы тела (кожа, ногти, волосы, сальные и потовые железы)
  - хрусталик глаза
  - эмаль зубов

- Из энтодермы формируются:
- пищеварительная система
  - дыхательная система
  - выделительная система
  - железы внутренней секреции

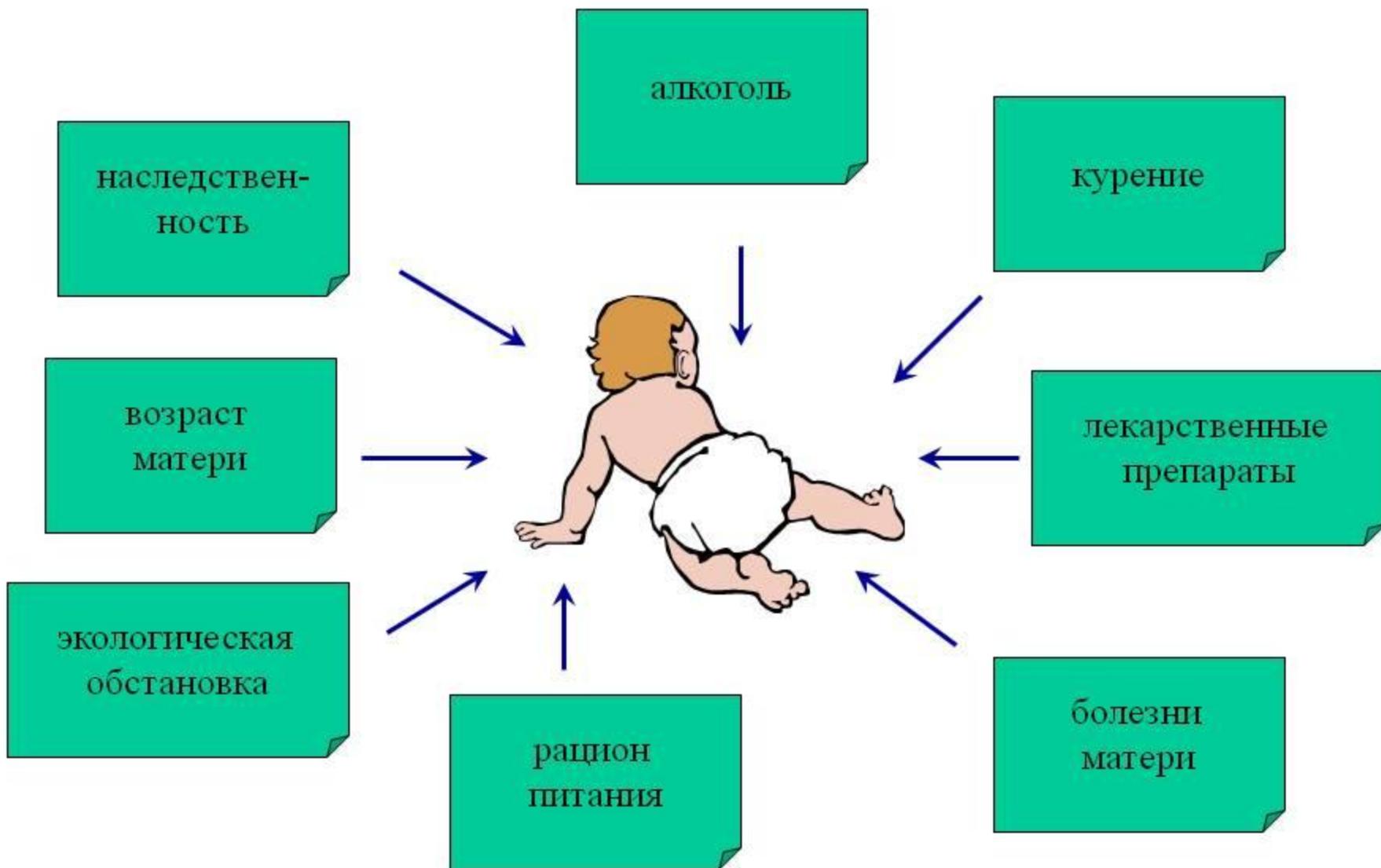
- Из мезодермы формируются:
- мышцы
  - скелет (кости и хрящи)
  - почки
  - сердечно-сосудистая система
  - половая система (яичники и семенники)

# Влияние факторов среды на зародыш

С первых часов своего развития каждый эмбрион крайне чувствителен к неблагоприятному воздействию факторов среды



# Факторы, влияющие на эмбриогенез



# Постэмбриональное развитие

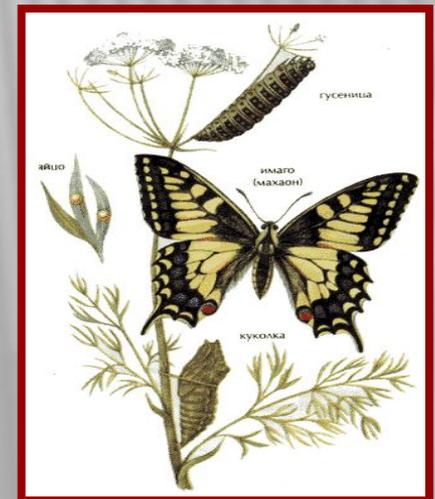
Развитие организма с момента рождения или выхода из зародышевых оболочек до смерти.



может быть

прямое

непрямое



# Прямое постэмбриональное развитие:

Из яйцевых оболочек или из тела матери выходит организм небольших размеров, но с уже заложенными всеми основными органами, свойственными взрослому животному:



**млекопитающие**  
**птицы**  
**рептилии**



# Непрямое постэмбриональное развитие:

Из яйца выходит личинка, обычно устроенная проще взрослого животного, со специальными личиночными органами, во взрослом состоянии отсутствующими. Со временем органы личинки заменяются органами, свойственными взрослым особям. личинка превращается во взрослое животное.



амфибии  
рыбы  
насекомые  
ракообразные  
моллюски  
черви

# Непрямое развитие насекомых

## Полное превращение

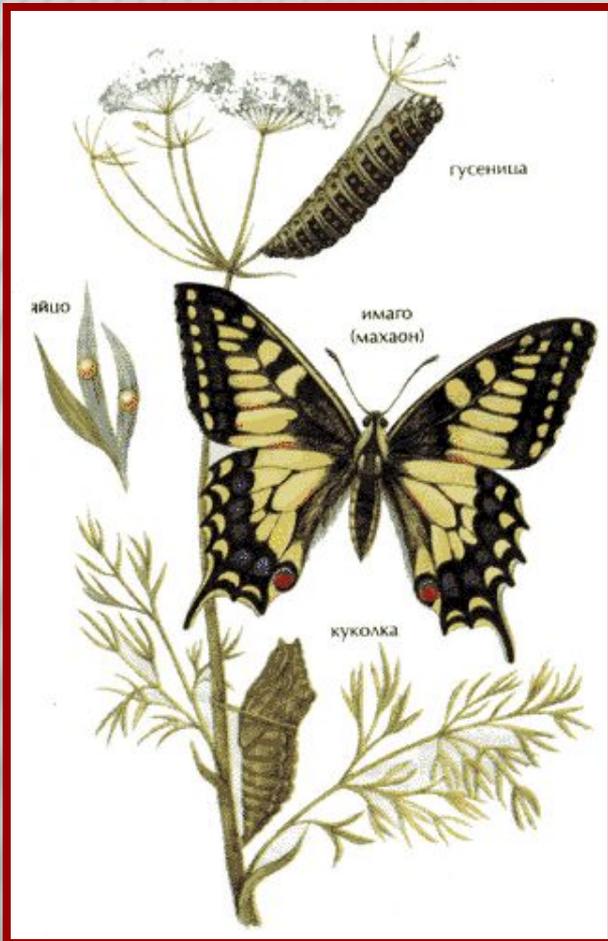


## Неполное превращение



**Наиболее ярко развитие с метаморфозом представлено у насекомых.**

**Развитие с полным превращением:**



**яйцо**



**личинка**



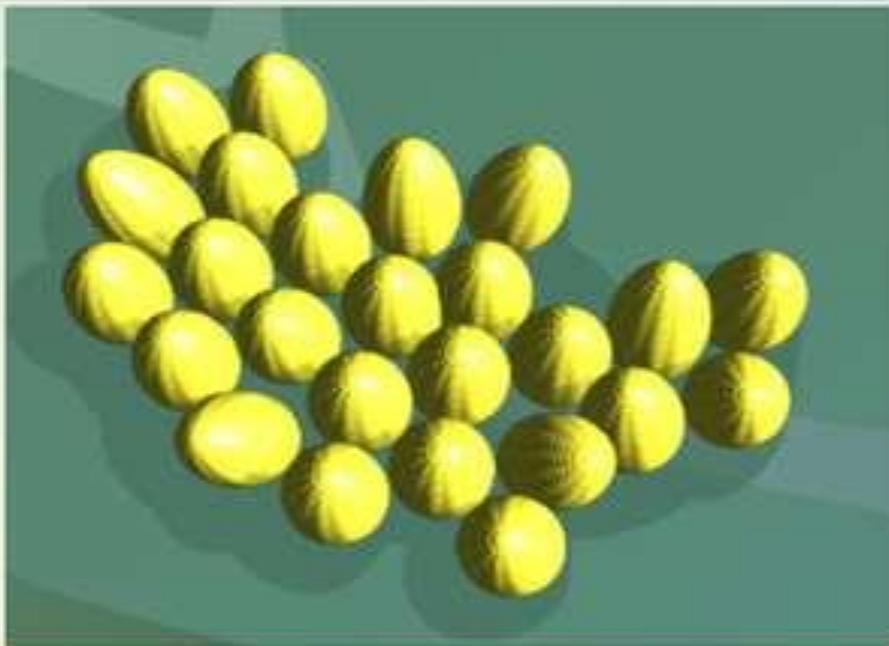
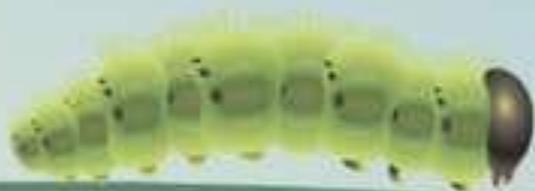
**куколка**



**имаго**

**Для каких насекомых характерен такой тип развития?**

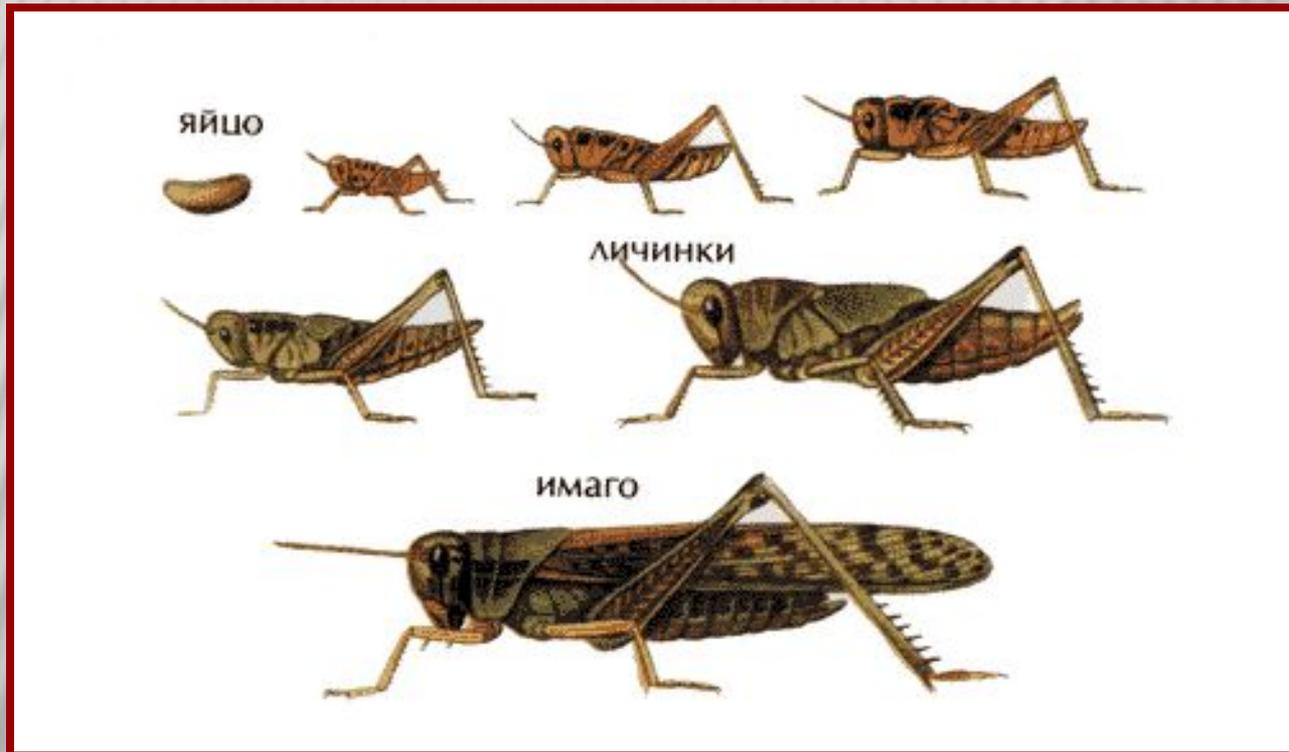
# РАЗВИТИЕ НАСЕКОМЫХ С ПОЛНЫМ ПРЕВРАЩЕНИЕМ



# Развитие с неполным превращением:

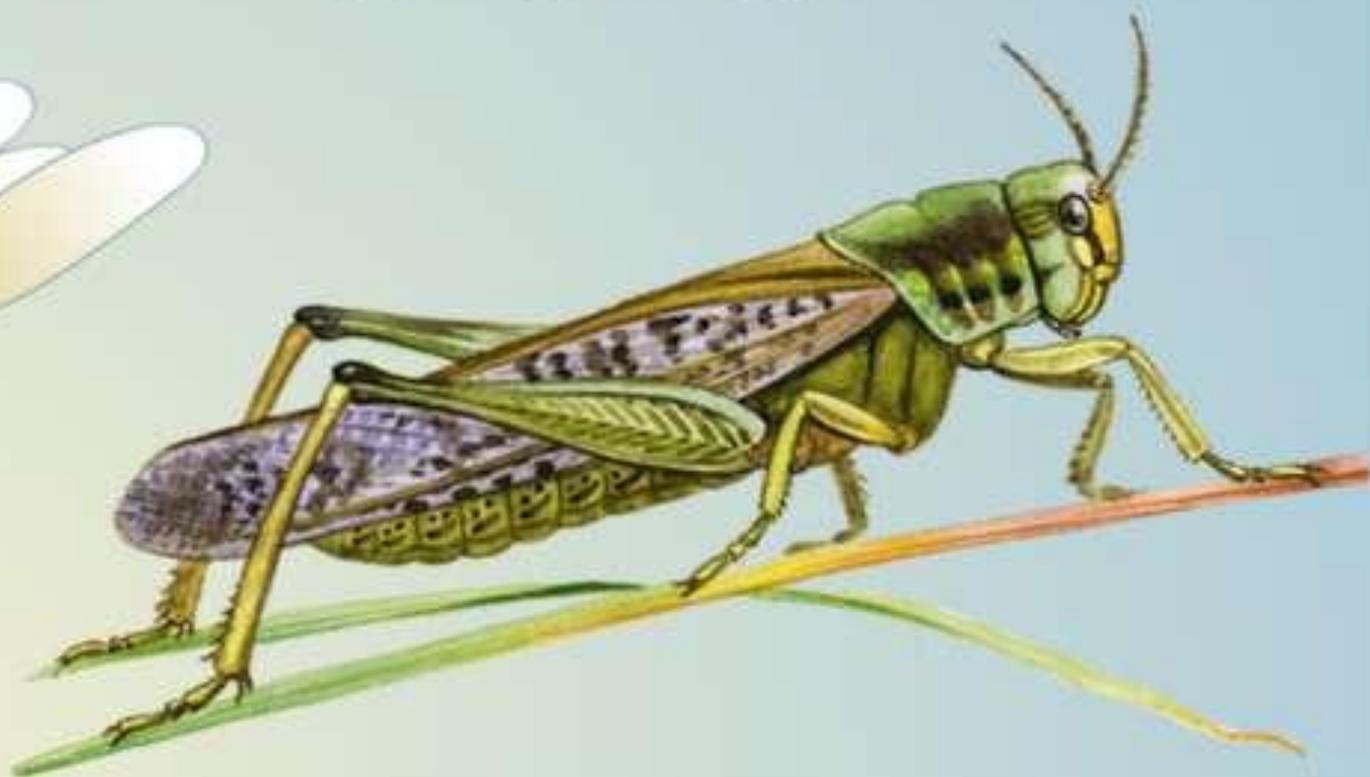
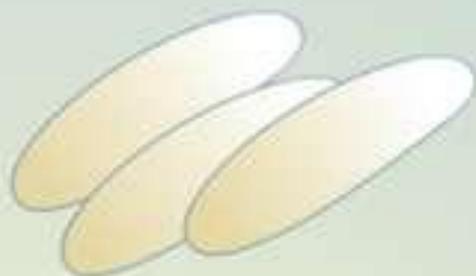
Глядя на рисунок определите, какие стадии развития проходят насекомые с неполным превращением? Какая стадия отсутствует?

яйцо → личинка → имаго



Для каких насекомых характерно развитие с неполным превращением?

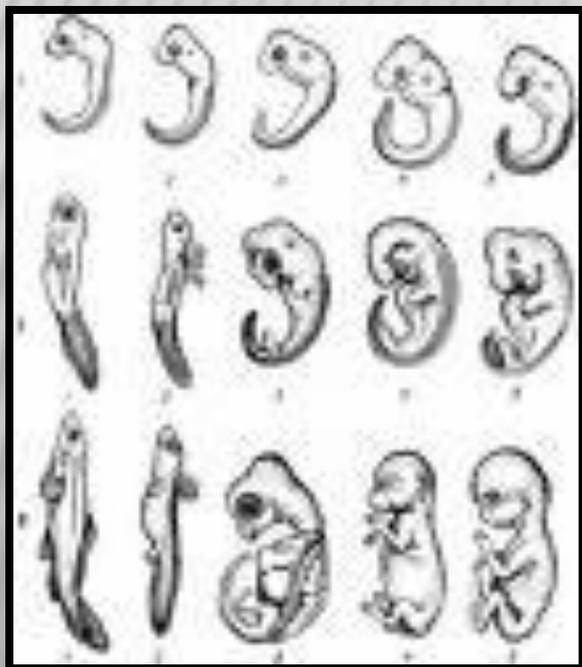
# РАЗВИТИЕ НАСЕКОМЫХ С НЕПОЛНЫМ ПРЕВРАЩЕНИЕМ



## **Биологическое значение метаморфоза.**

- ***Способствует расселению вида.***
- ***Снижает интенсивность конкуренции за пищу.***
- ***Снижает остроту борьбы за существование внутри вида.***

**Все многоклеточные организмы развиваются из оплодотворенной яйцеклетки. Развитие зародышей у животных, относящихся к одному типу, во многом сходно. Эти факты подтверждают справедливость сформулированного К.Бэром закона зародышевого сходства: «Эмбрионы обнаруживают, уже начиная с самых ранних стадий, известное общее сходство в пределах типа».**

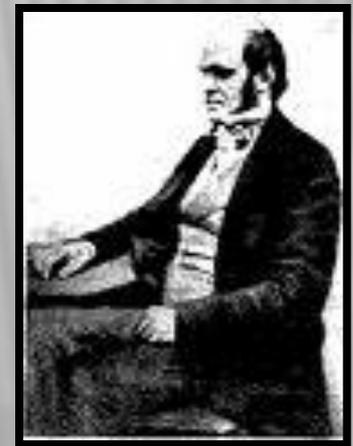
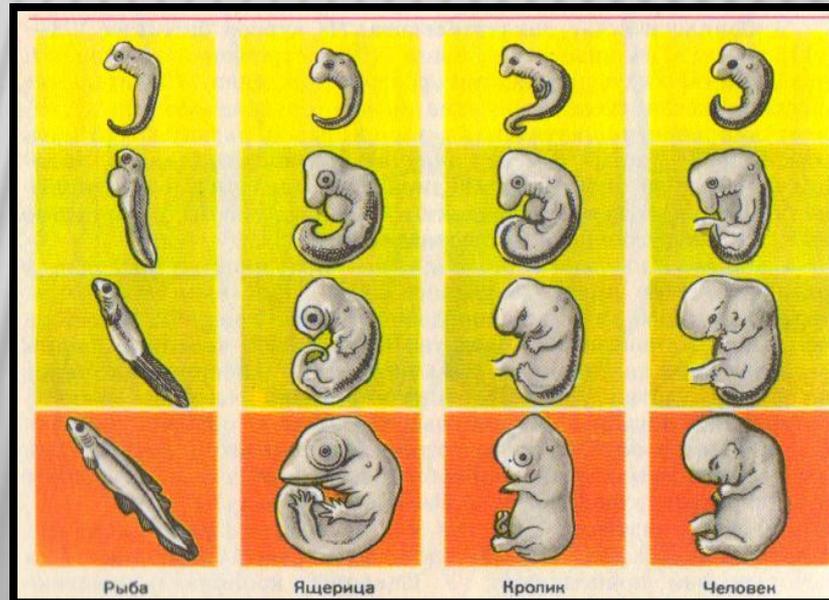


**Карл Бэр**

**Между индивидуальным развитием организмов и их историческим развитием существует глубокая связь, которая нашла свое отражение в биогенетическом законе, сформулированном двумя немецкими учеными Ф.Мюллером и Э.Геккелем в XIX веке: онтогенез (индивидуальное развитие) каждой особи есть краткое и быстрое повторение филогенеза (исторического развития) вида, к которому эта особь относится.**

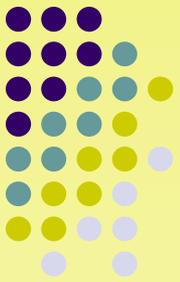


Эрнст Геккель



Фриц Мюллер

# Постэмбриональное развитие организма



***Дорепродуктивный  
период***

*рост организма,  
развитие и половое  
созревание.*

***Репродуктивный  
период***

*активное  
функционирование  
взрослого организма:  
размножение.*

***Пострепродуктивный  
период***

*старение, постепенное  
угасание процессов  
жизнедеятельности.*