



# Клеточный цикл. Деление клетки. Классическая генетика

Шлахтер М.Л.  
Харьков - 2017

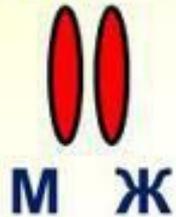
# Клетки организма



## Соматические

Клетки тела животных и растений с диплоидным набором хромосом ( $2n$ ).

В соматических клетках все хромосомы парные:



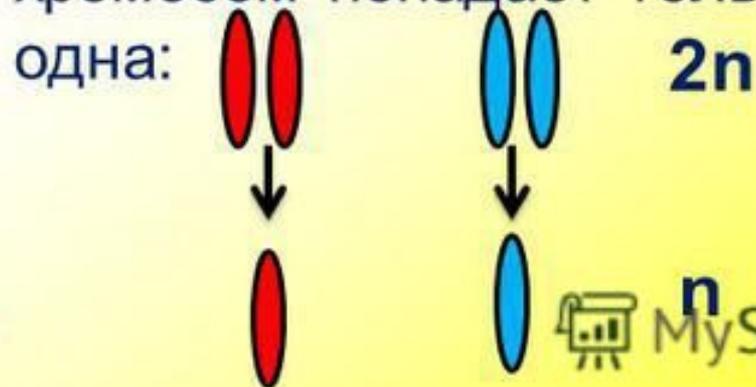
Парные хромосомы сходные: размерами, формой, набором генов(строением) называются **гомологичными**.

## Половые

Одинарный (гаплоидный) набор хромосом ( $n$ ).

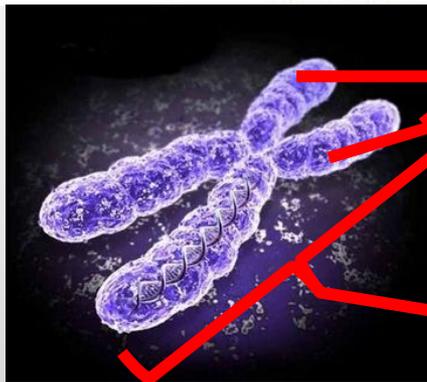
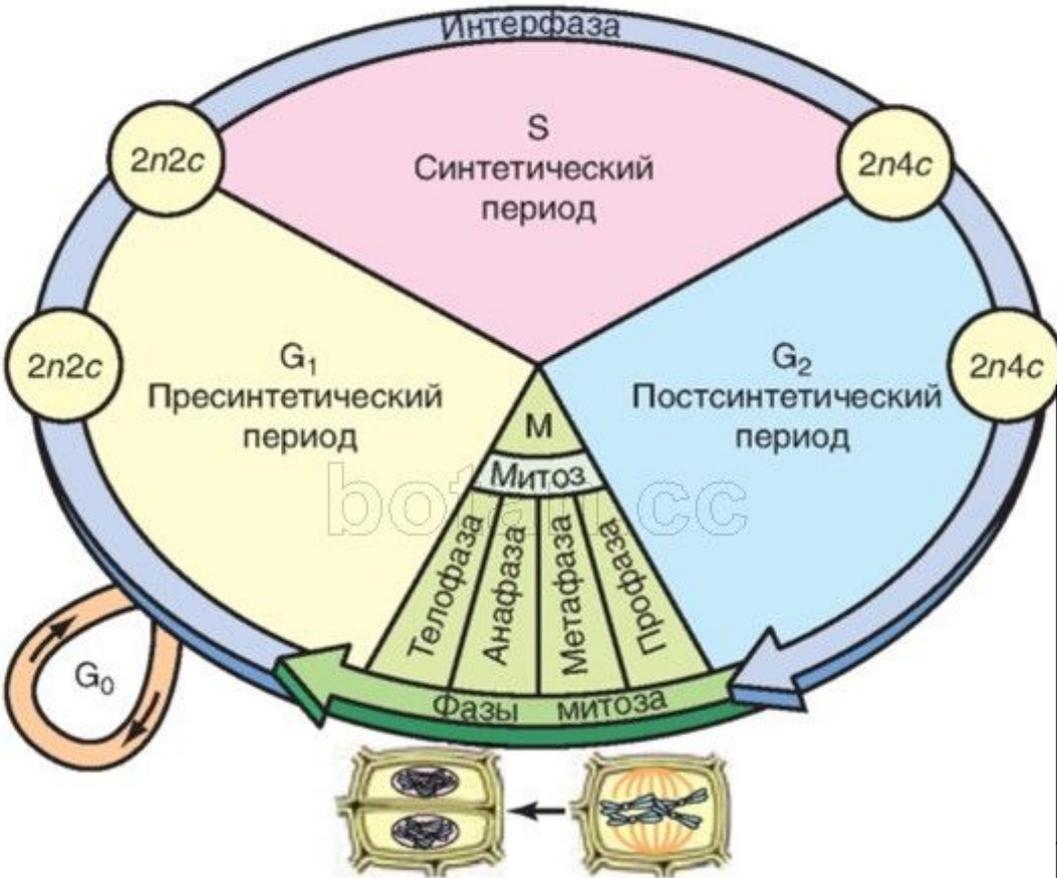
В основе образования половых клеток лежит мейоз.

При образовании половых клеток из пары гомологичных хромосом попадает только одна:



# Клеточный цикл. Митоз

Дано: в клетке здорового человека 46 молекул ДНК.  
 Вопрос: сколько у него молекул ДНК и хромосом в разные стадии жизненного цикла?

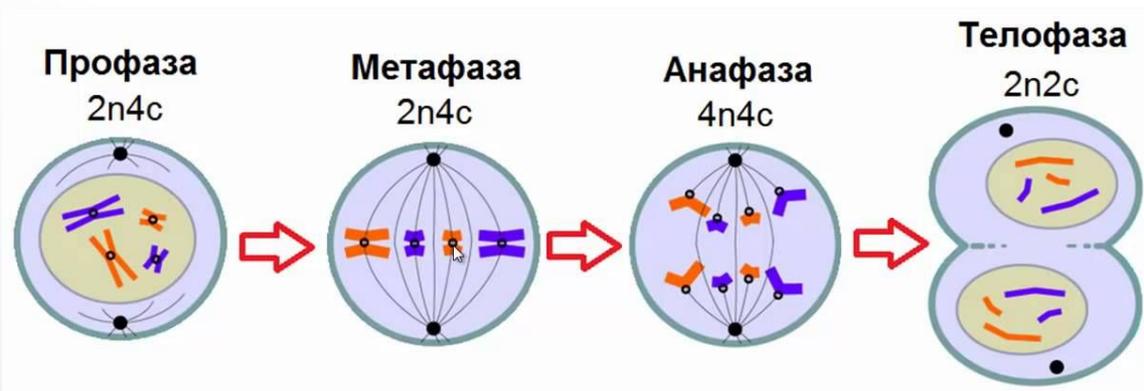
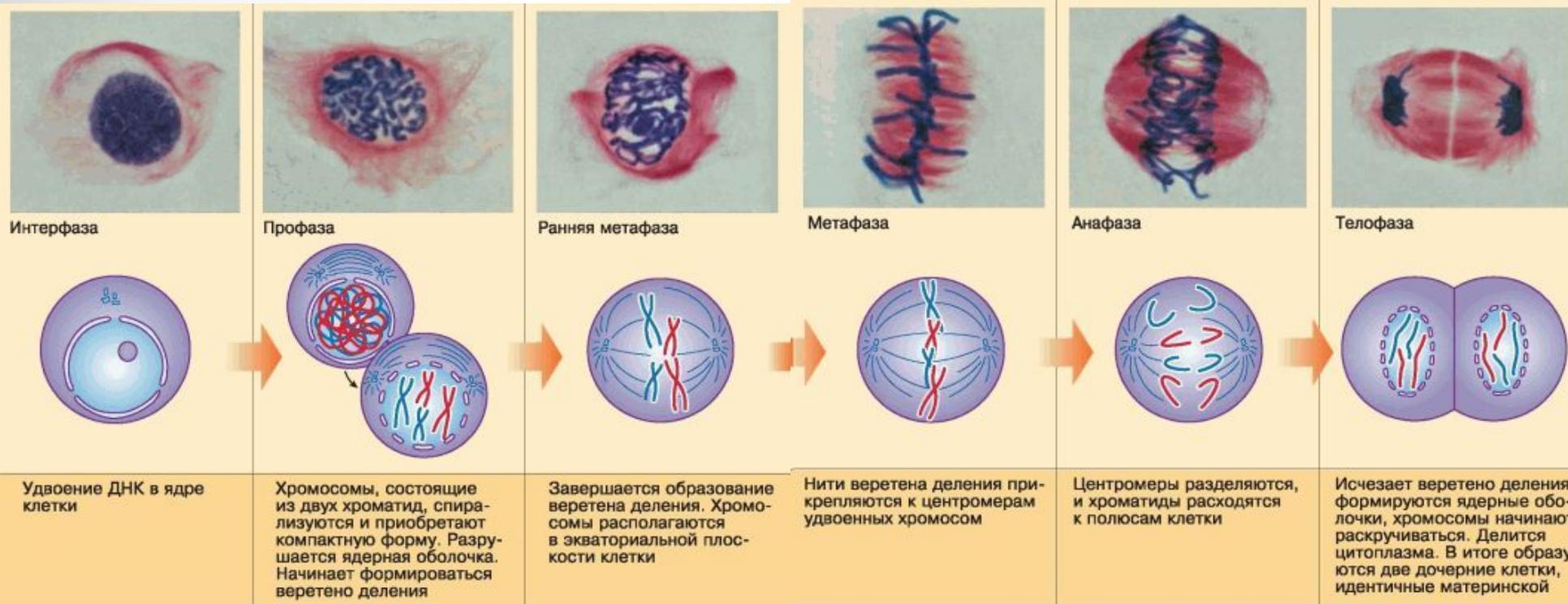


Хроматида

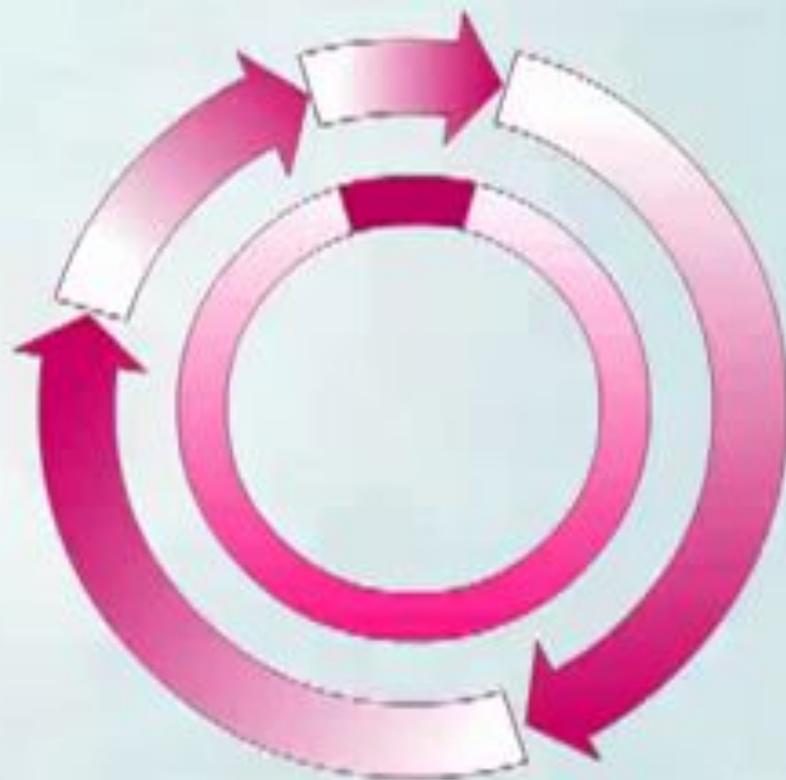
Хромосома

	Пресинтетический период	Синтетический период	Постсинтетический период
Молекул ДНК	46	92	92
Хроматид	46	92	92
Хромосом	46	46	46

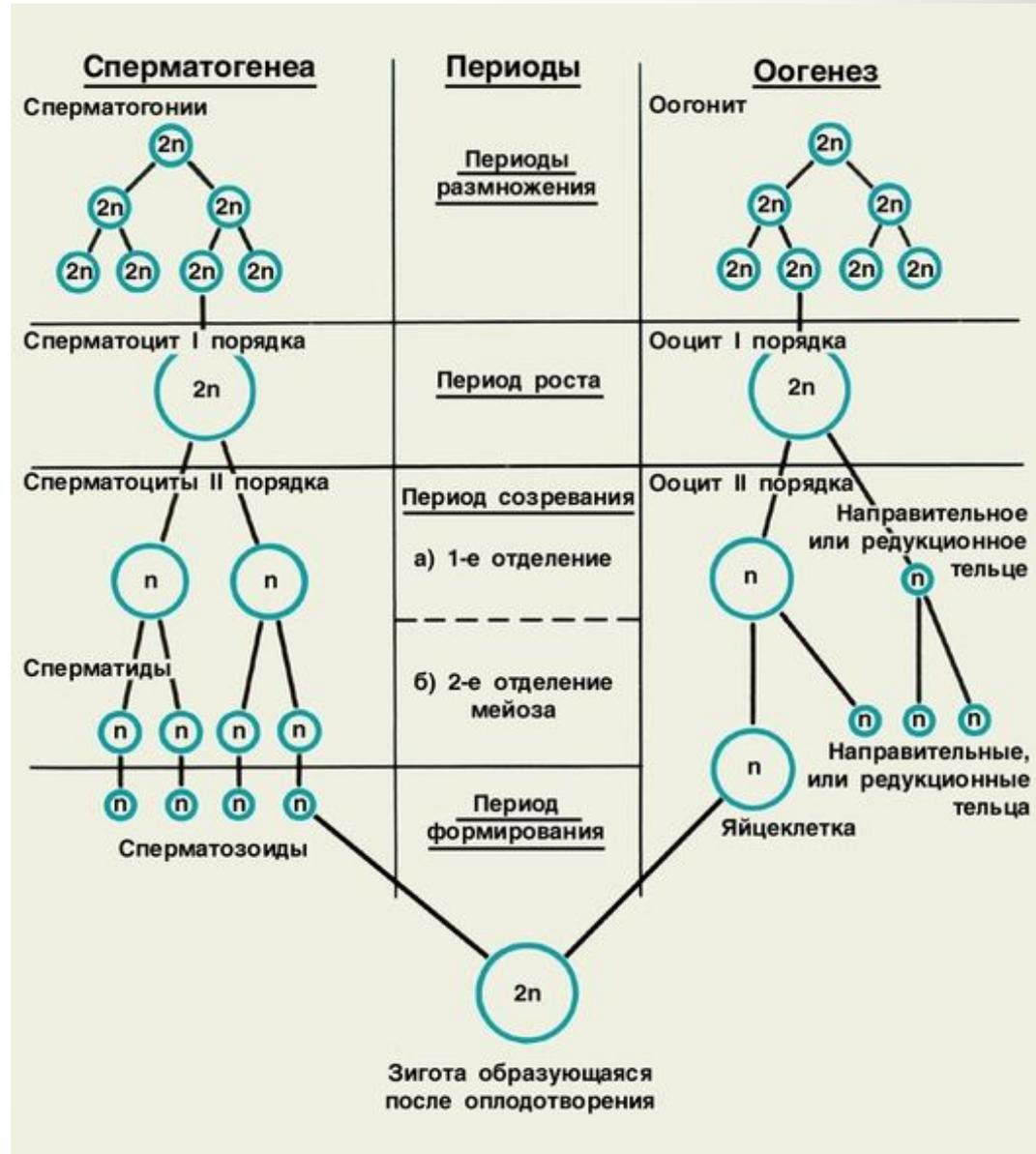
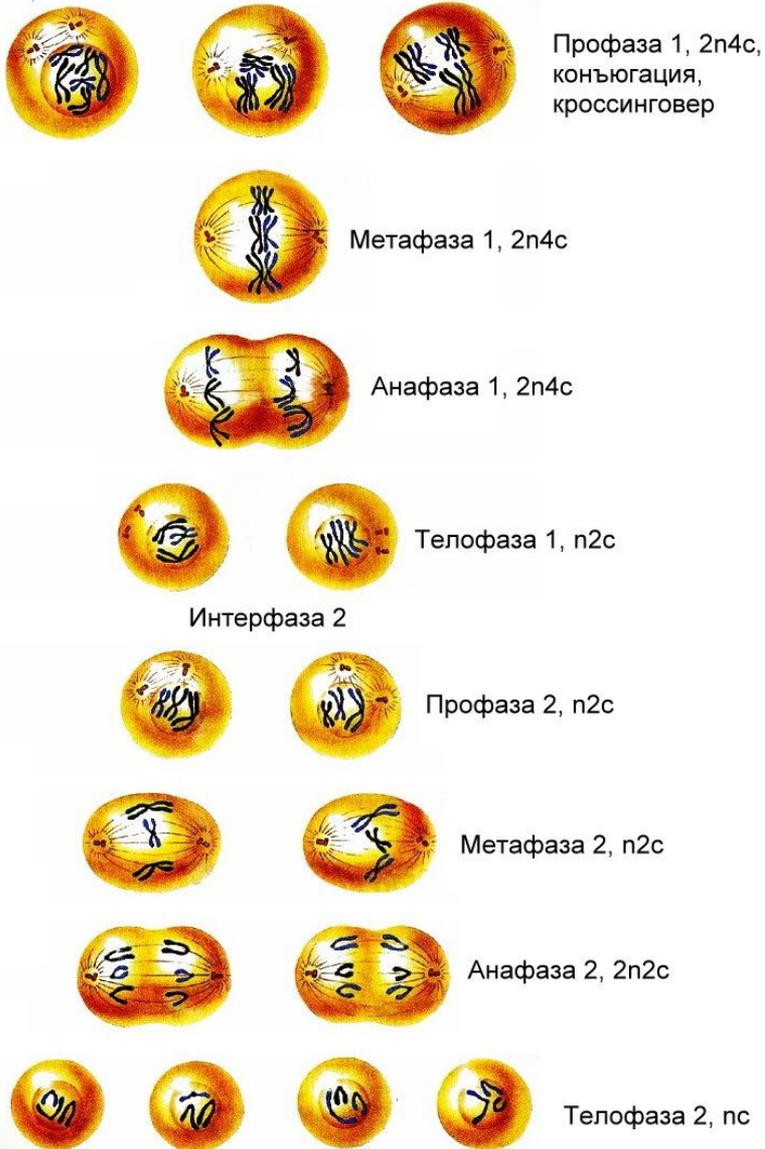
# Митоз



# МИТОЗ

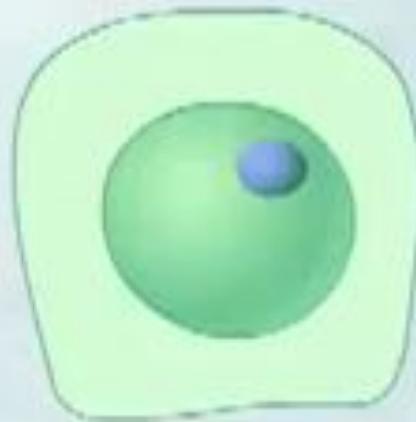


# Мейоз



## МЕЙОЗ

**Мейоз** – способ деления клеток, в результате которого происходит уменьшение (редукция) числа хромосом вдвое и клетки из диплоидного состояния переходят в гаплоидное.

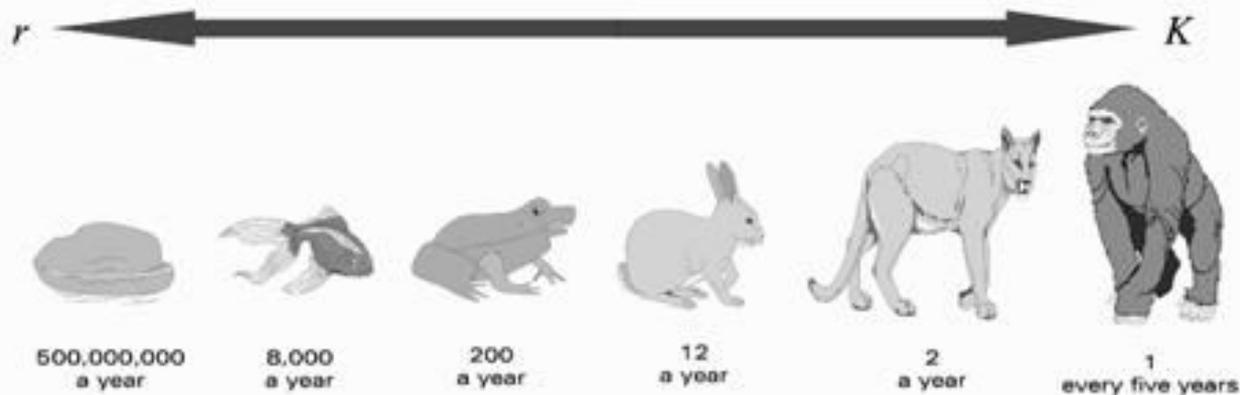


# Какие организмы успешны

У которых **много**  
потомков  
«r-стратегия»

У которых **разные** и  
**более приспособленные**  
потомки «K-стратегия»

The r-K Scale of Reproductive Strategy: Balancing Egg Output versus Parental Care



Oysters are an example of a very r-strategy. They produce 500 million fertilized eggs a year and provide no parental care. The great apes are an example of a very K-strategy. They produce one infant every five or six years and provide extensive parental care.

# История о том, как создать много потомков

Простая  
организация



Бесполое  
размножение  
(размножение  
частями тела)



Размножение  
неспециализированными  
структурами

Размножение  
специализированными  
структурами



Вегетативное  
размножение -  
частями  
организма  
(черенками,  
листьями,  
луковицами)

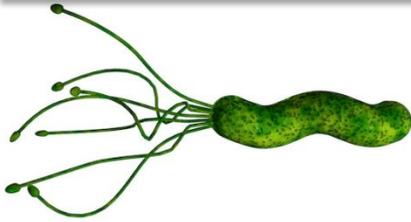
Почкование -  
(у гидроидных  
полипов,  
дрожжей)

Фрагментация  
(у червей,  
иглокожих,  
кишечнополос  
тных)

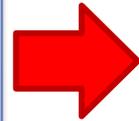
спорами (у  
бактерий,  
некоторых грибов  
и водорослей)

# История о том, как создать много разных ПОТОМКОВ

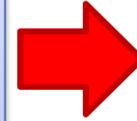
Простое деление, гаплофазный жизненный цикл (прокариоты, амёбы, одноклеточные водоросли, стерильный мицелии и т.д.) – **1 вариант потомка**



У человека даже **без** кроссинговера возможно  $2^{46} = 70368744177664$  варианта потомков



Половой процесс (у большинства эукариот) – вариантов половых партнёров+1, в случае одного партнёра – **2 варианта потомков**

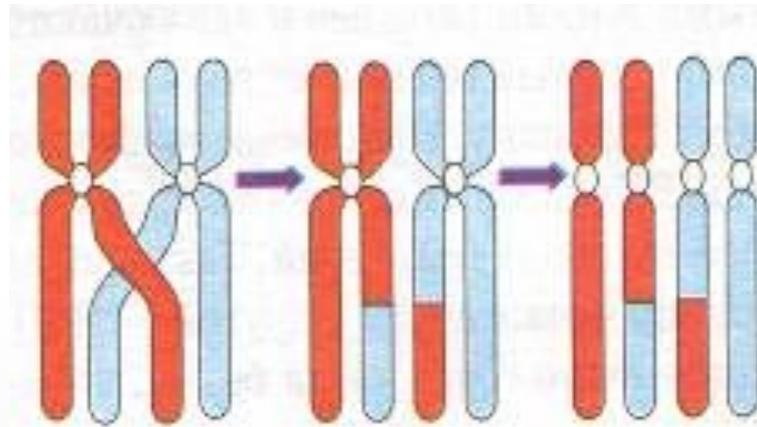


Увеличение числа хромосом.  **$2^n$  варианта потомков, где n- количество хромосом**

Число хромосом	Число вариантов потомков
1	2
2	4
3	8
4	16



Появление кроссинговера. Теоретически возможно  **$2^n$  варианта потомков, где n – количество локусов**



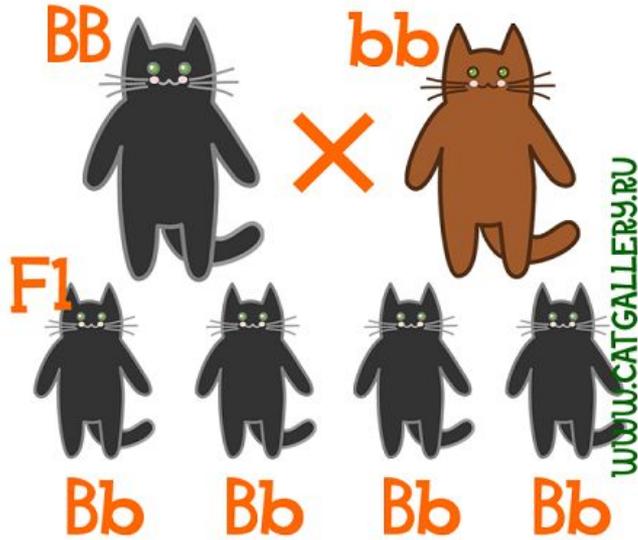
# Преимущества и недостатки

	Бесполое	Половое
Энергия на поиск (и иногда «завоевание» партнёра)	<b>Не расходуется</b>	<b>Расходуется, причём иногда очень много</b>
Количество потомков	<b>Высокое</b>	<b>Как правило, не очень большое</b>
Разнообразие потомков	<b>Низкое</b>	<b>Высокое</b>
Изменение условий окружающей среды	<b>Приводит к большим проблемам</b>	<b>Приводит ко временным неудобствам</b>

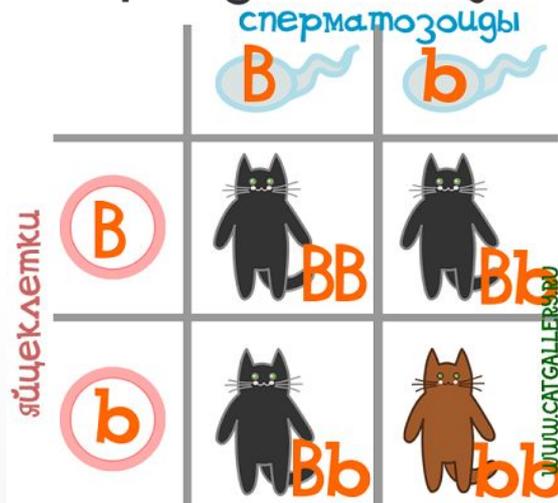
**Вывод: каждая стратегия хороша по-своему**

# Законы Менделя

первый закон менделя



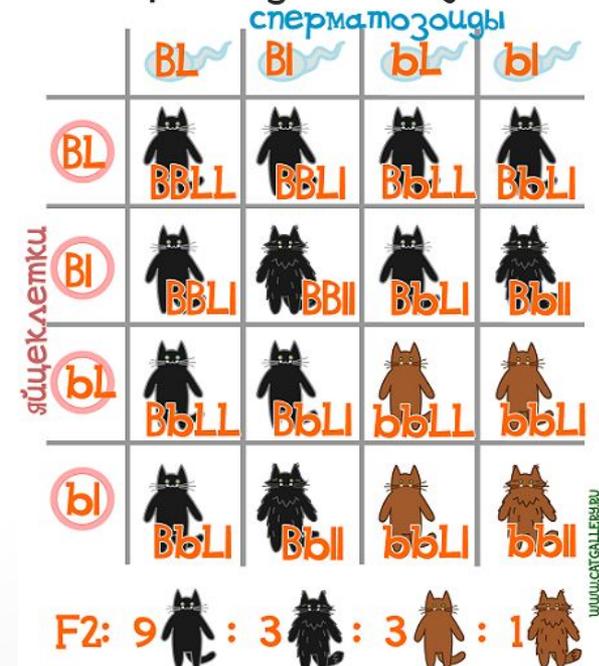
второй закон менделя



третий закон менделя



третий закон менделя



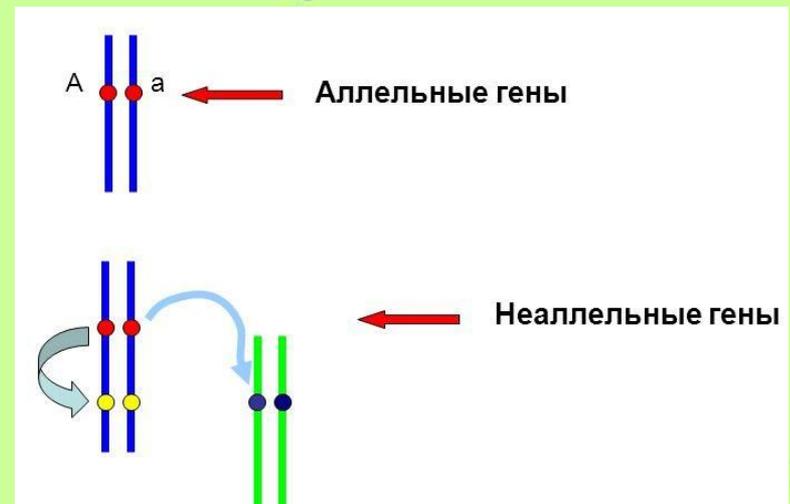
# Взаимодействие генов

## • Аллельных

1. Полное доминирование
2. Неполное доминирование
3. Множественный аллелизм
4. Кодоминирование
5. Сверхдоминирование

## • Неаллельных

1. Комплементарность
2. Эпистаз
3. Полимерия
4. Плейотропия

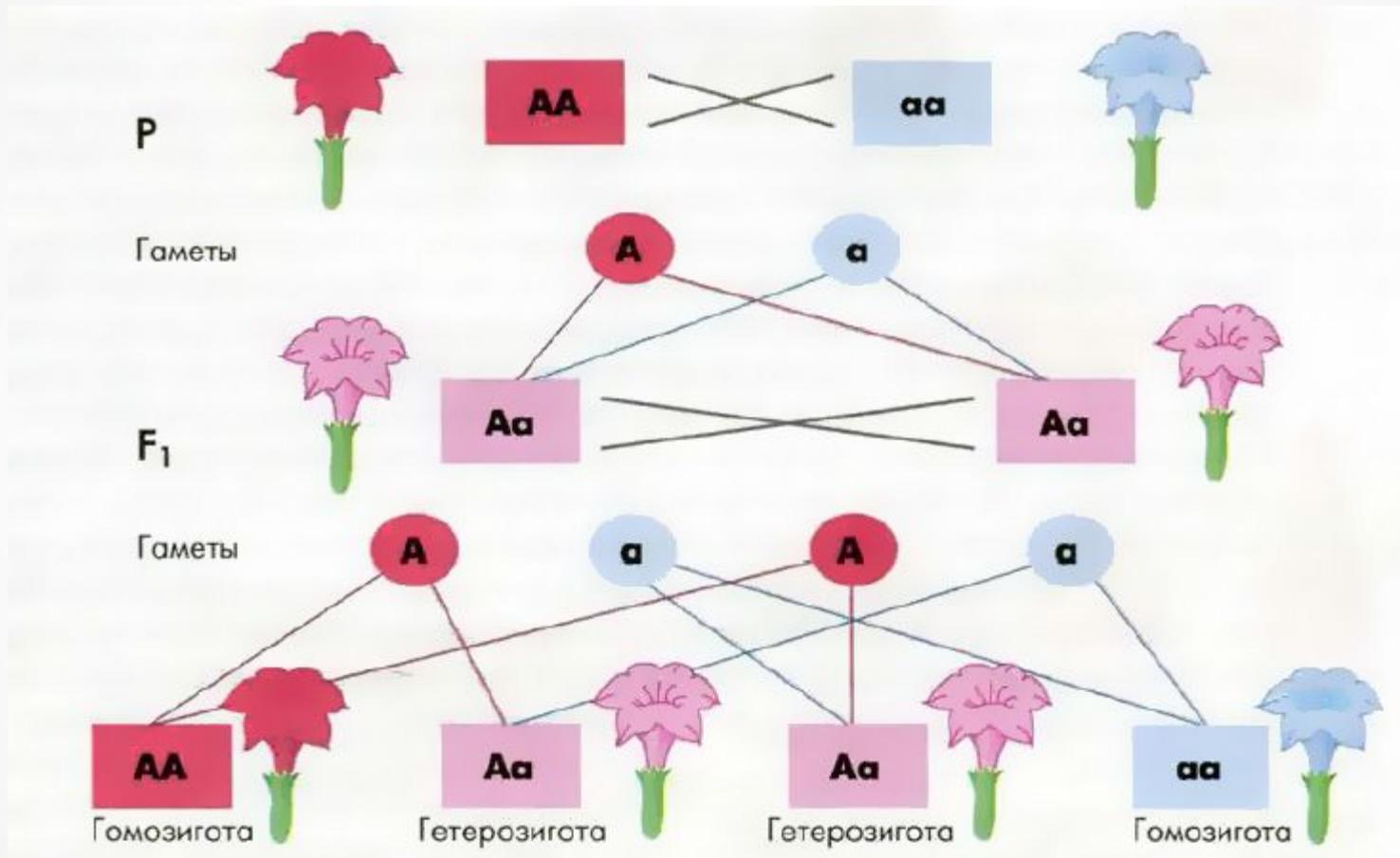


# Полное доминирование

A – желтая окраска горошин  
a – зеленая окраска горошин



# Неполное доминирование



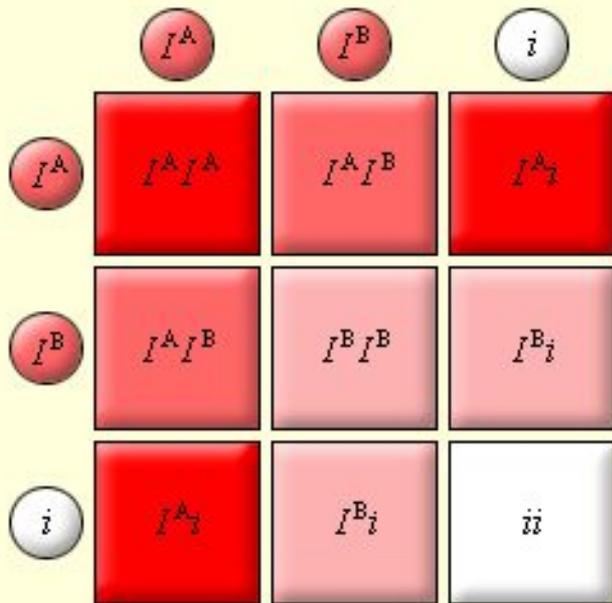
# Множественный аллелизм



# Кодоминирование

Возможные аллели женщины

Возможные аллели мужчины

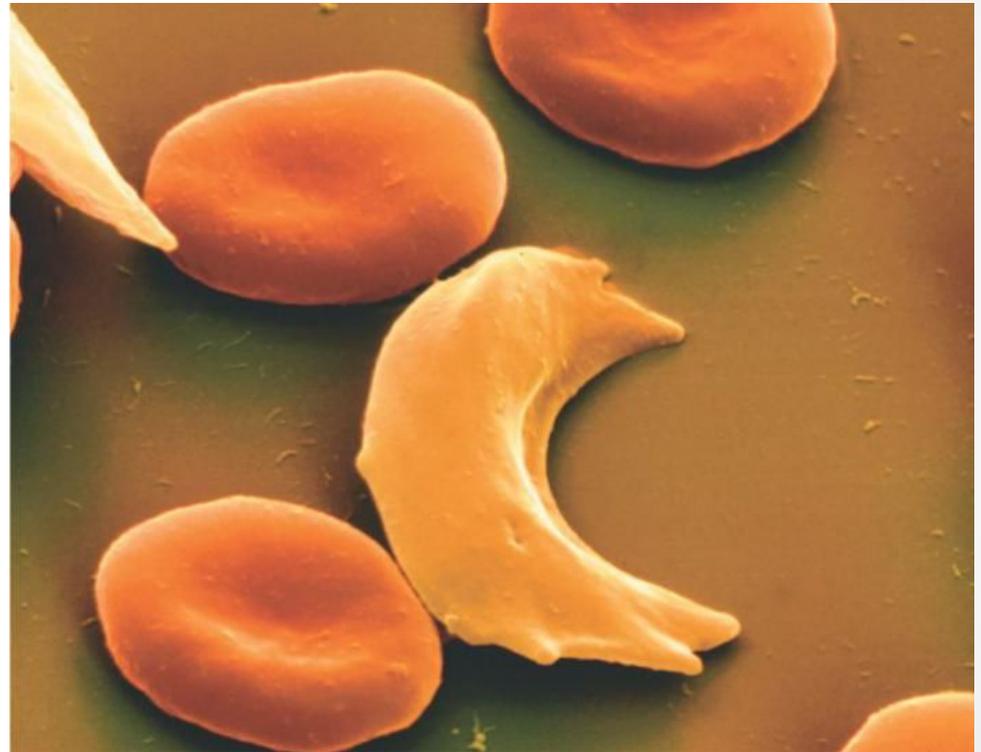
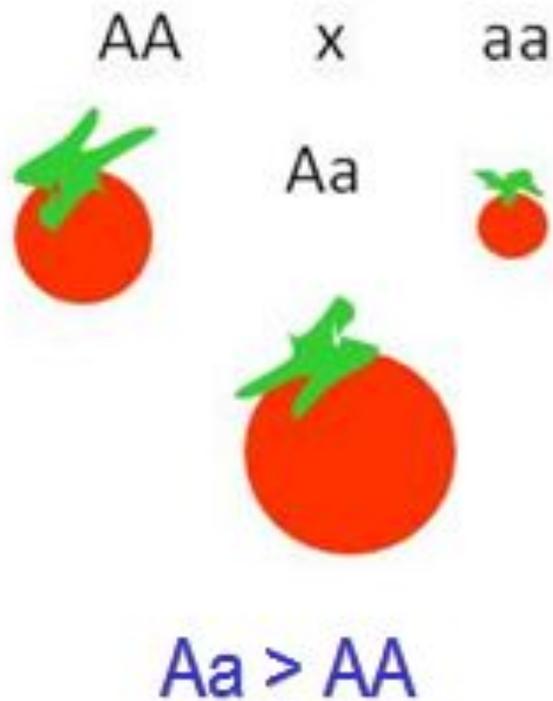


Группы крови



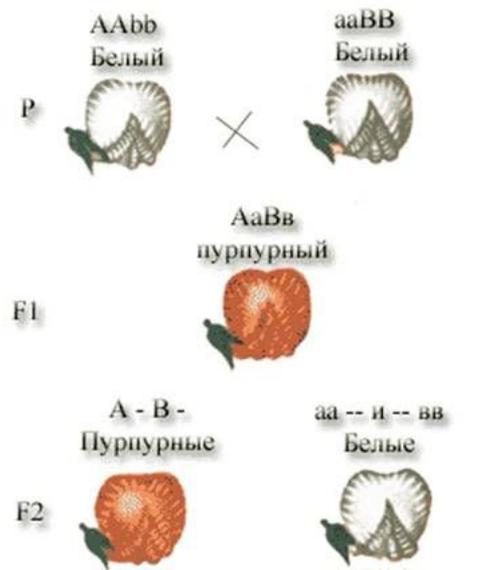
	Group A	Group B	Group AB	Group O
Red blood cell type				
Antibodies in Plasma	Anti-B	Anti-A	None	Anti-A and Anti-B
Antigens in Red Blood Cell	A antigen	B antigen	A and B antigens	None

# Сверхдоминирование



# Взаимодействие неаллельных генов. Комплементарность

Явление, когда признак развивается только при взаимном действии двух доминантных неаллельных генов, каждый из которых в отдельности не вызывает развитие признака



Потомков типа A\_B\_

9

Потомков **не** типа A\_B\_

7

	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

# Эпистаз

## ДОМИНАНТНЫЙ

**A** - пигмент вырабатывается  
**a** - пигмент не вырабатывается

**B** - подавляет A  
**b** - не подавляет A

P: **AaBb** x **AaBb**

гаметы:

**AB Ab aB ab**      **AB Ab aB ab**

♀ \ ♂	AB	Ab	aB	ab
AB				
Ab				
aB				
ab				

F1: 9 **A\_B\_** : 3 **A\_bb** : 3 **aaB\_** : 1 **aabb**  
 белые                  серые                  белые                  белые

**13 : 3**  
 белые    серые

## РЕЦЕССИВНЫЙ

**A** - оранжевая окраска плодов  
**a** - желтая окраска плодов

**B** - не подавляет A  
**b** - подавляет A

P: **AaBb** x **AaBb**

гаметы:

**AB Ab aB ab**      **AB Ab aB ab**

♀ \ ♂	AB	Ab	aB	ab
AB				
Ab				
aB				
ab				

F1: 9 **A\_B\_** : 3 **A\_bb** : 3 **aaB\_** : 1 **aabb**  
 оранжевые                  желтые                  желтые                  желтые

**9 : 7**  
 оранжевые    желтые

# Полимерия

## Некумулятивная

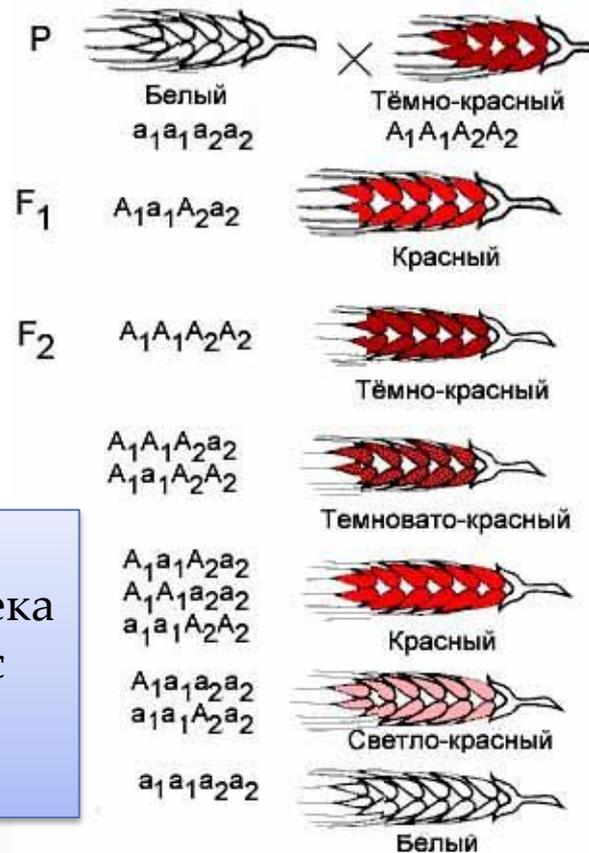
Признак проявляется при наличии хотя бы **одного доминантного аллеля**

В  $F_2$  – 15 с  
треугольными семенами:  
1 с округлыми семенами



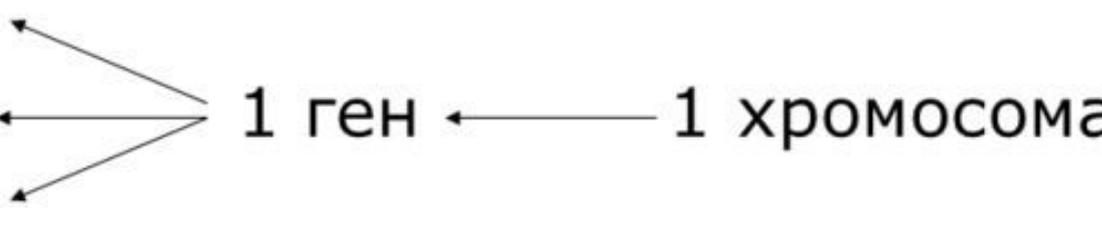
## Кумулятивная

Степень выраженности признака зависит от **общего числа доминантных генов**



В формировании цвета кожи у человека участвуют 4 гена с кумулятивным эффектом

# Плейотропия

- Признак А
  - Признак В
  - Признак С
- 1 ген ← 1 хромосома
- 

**(Множественное действие гена)**

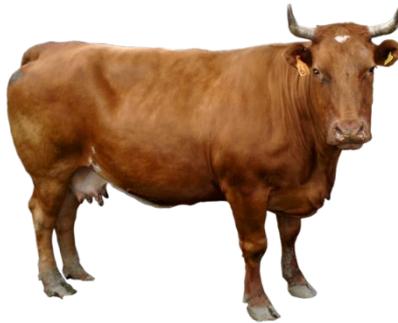
- **Альбиносы – рецессивный ген, исключаящий выработку пигмента меланина – белый цвет шерсти, красные глаза.**

# Когда признак проявляется у одного пола чаще, чем у другого

Сцепленное с полом наследование



Ограниченное полом наследование

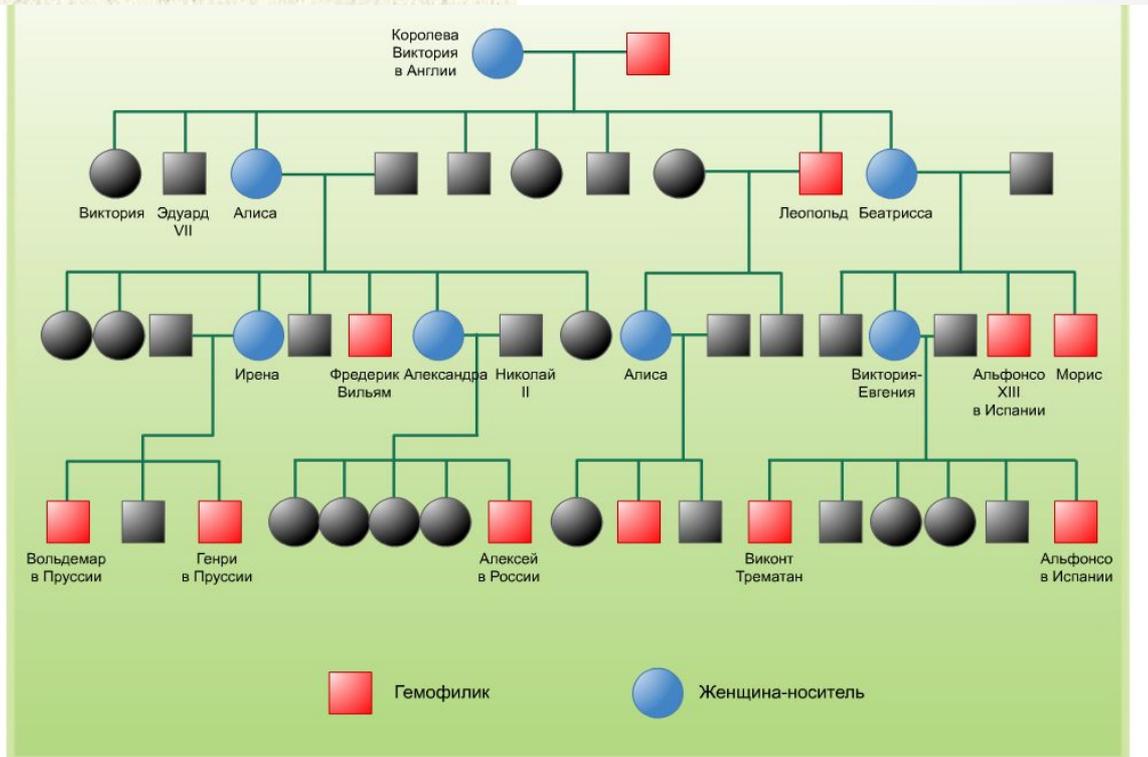


Зависимое от пола наследование



# Наследование, сцепленное с полом

<i>P</i>	♀ $X^D X$	×	♂ $X Y$
	мать — носительница дальтонизма		здоровый отец
Гаметы	$X^D$ ; $X$		$X$ ; $Y$
<i>F</i> <sub>1</sub>	$X^D X$ ,	$X Y$ , $XX$ ,	$X^D Y$ ,
	дочь — носительница дальтонизма	здоровые дети	сын — дальтоник



Наследование гемофилии на примере генеалогического дерева королевской династии в Англии.

# А теперь - задачки

*Приклад 1.* У золотих рибок ген, який обумовлює телескопічні очі, є рецесивним стосовно гена, що відповідає за формування звичайних очей. Займаючись селекцією, акваріуміст спарував чистопорідну жовтогарячу рибку зі звичайними очима із чистопорідною сірою рибкою, телескопічні очі. У мальків форма очей не визначається. Скільки рибок з телескопічними очима і коли одержить акваріуміст, якщо в нього є можливість виростити 150 особин. Життєздатність рибок із телескопічними очима вдвічі нижча, ніж у рибок зі звичайними очима.

*Приклад 2.* У кішок смугасте забарвлення шерсті (ди-ке) переважає над гладким. Від смугастого кота та чорної кішки народилися два смугастих і три чорних кошеняти. Визначте генотип кота й кішки.