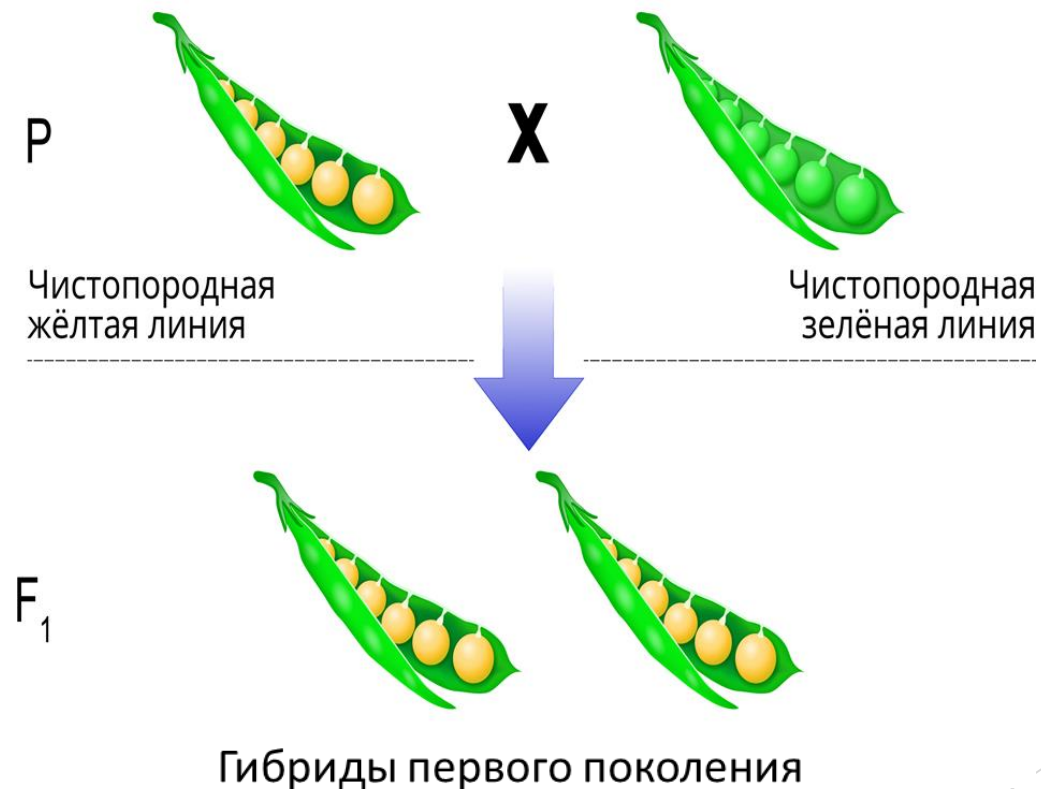


# **Сцепленное наследование признаков**

- **Закон единообразия гибридов первого поколения** , или **закон доминирования** (первый закон Менделя): при скрещивании двух гомозиготных организмов, обладающих альтернативными признаками, все гибриды первого поколения будут иметь признак одного из родителей, т. е. они будут единообразны по фенотипу .



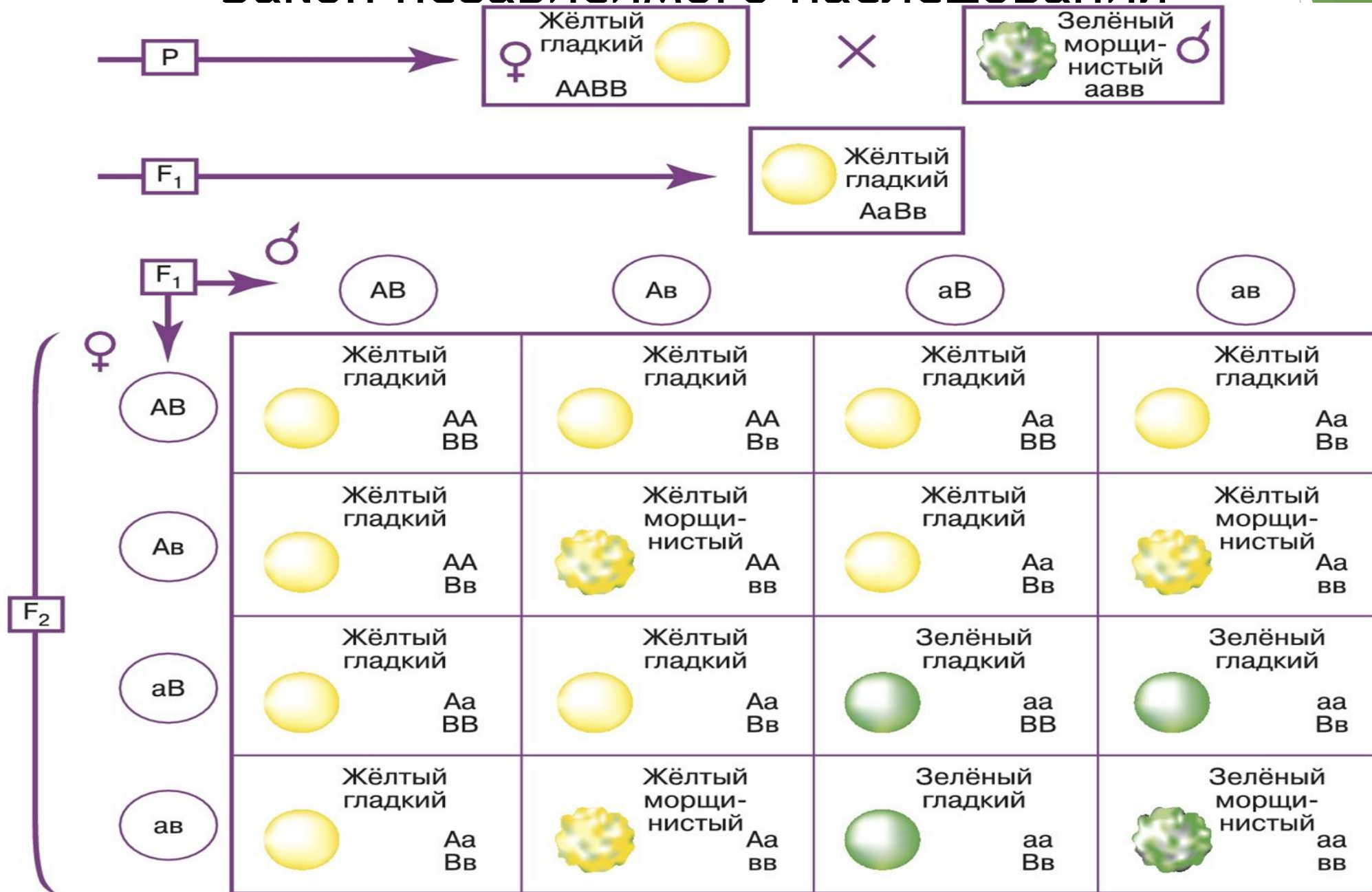
- ▶ Второй закон Менделя — закон расщепления:
- ▶ В результате скрещивания гибридов первого поколения между собой во втором поколении происходит расщепление по альтернативным признакам в отношении 3 : 1.



## Закон независимого наследования (третий закон Менделя):

- ▶ при скрещивании двух гомозиготных особей, отличающихся друг от друга по двум и более парам альтернативных признаков, гены и соответствующие им признаки передаются потомству независимо друг от друга и комбинируются во всех возможных сочетаниях.
- ▶ Соотношение фенотипов соответствует 9:3:3:1.

# Закон независимого наследования





Уильям Бэтсон (1861-1926)



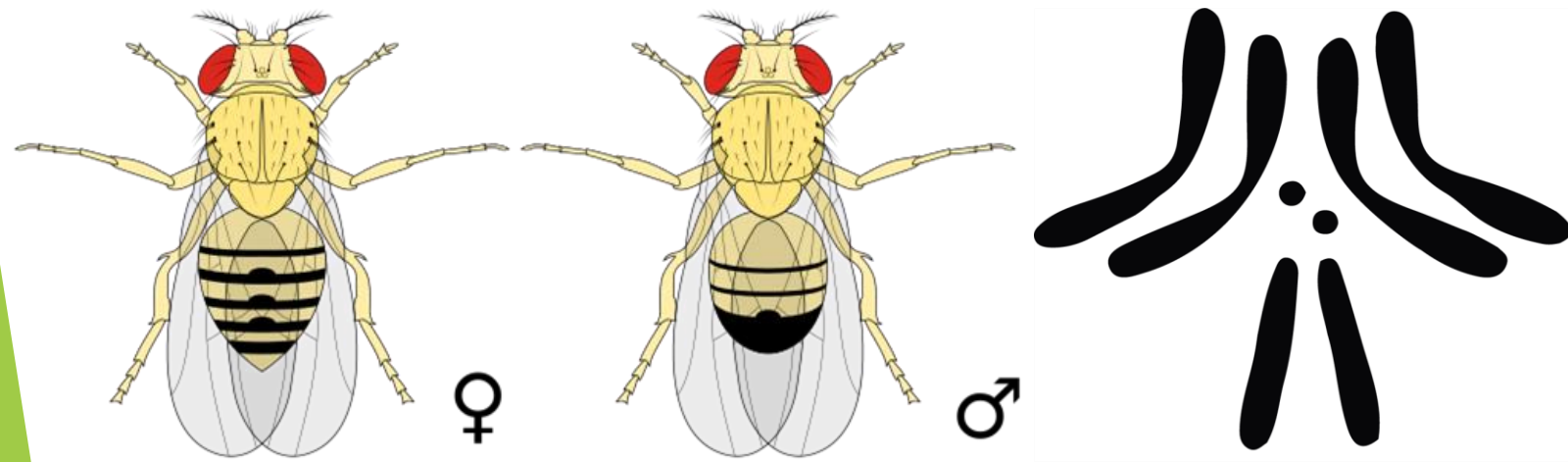
Пеннет Реджинальд (1875–1967)

В 1906 г. Р. Пеннет и У.Бэтсон впервые описали нарушение менделевского закона независимого наследования двух признаков.



## Эксперименты Т. Моргана. Кроссинговер

Американский генетик Томас Морган изучал закономерности наследования генов, расположенных в одной гомологичной хромосоме.



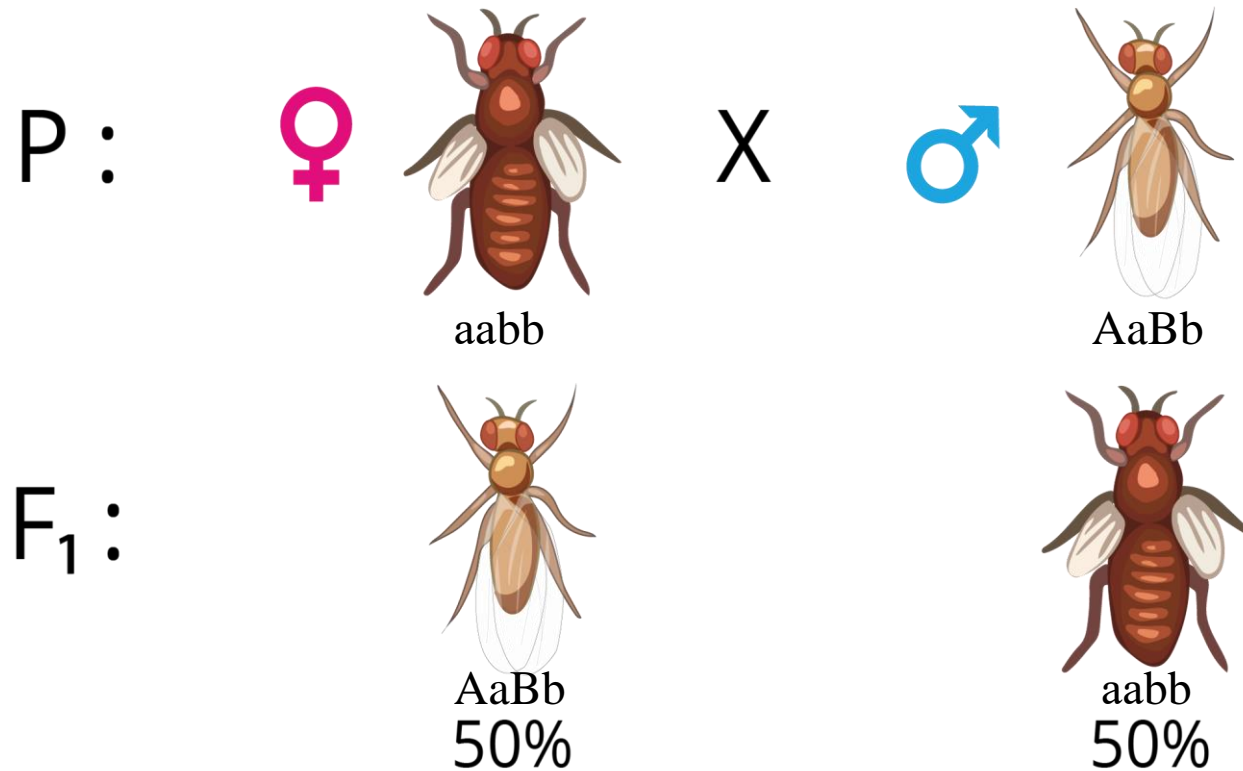
Дрозофила и её хромосомы



Томас Морган

## Полное сцепление

При скрещивании рецессивной по обоим признакам самки  $aabb$  (темной с короткими крыльями) с дигетерозиготным самцом  $AaBb$  (светлый с нормальными крыльями) в потомстве появилось 50% темных мух с короткими крыльями и 50 % мух со светлым телом и нормальными крыльями.

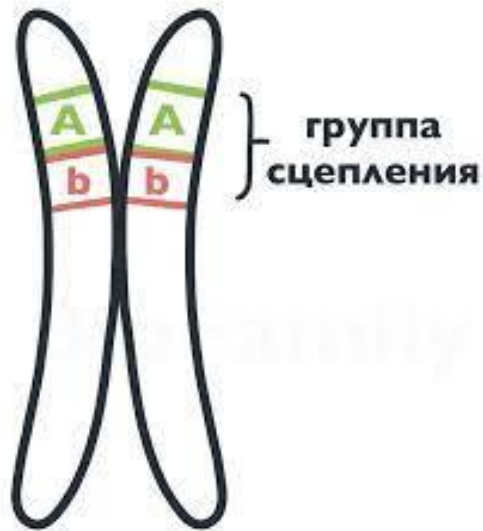


Закон Моргана или закон сцепленного наследования - гены, находящиеся в одной хромосоме, наследуются совместно, т. е. сцеплено.



# Тема лекции: Сцепленное наследование признаков

- ▶ Группа сцепления - группы генов, расположенные в одной хромосоме.



Длинные антенны	—	Короткие антенны	—
Длинные крылья	—	Короткие крылья	—
Длинные ножки	—	Короткие ножки	—
Серое тело	—	Черное тело	—
Красные глаза	—	Пурпурные глаза	—
Длинные крылья	—	Зачаточные крылья	—
Прямые крылья	—	Изогнутые крылья	—

Сцепленные гены дрозофилы

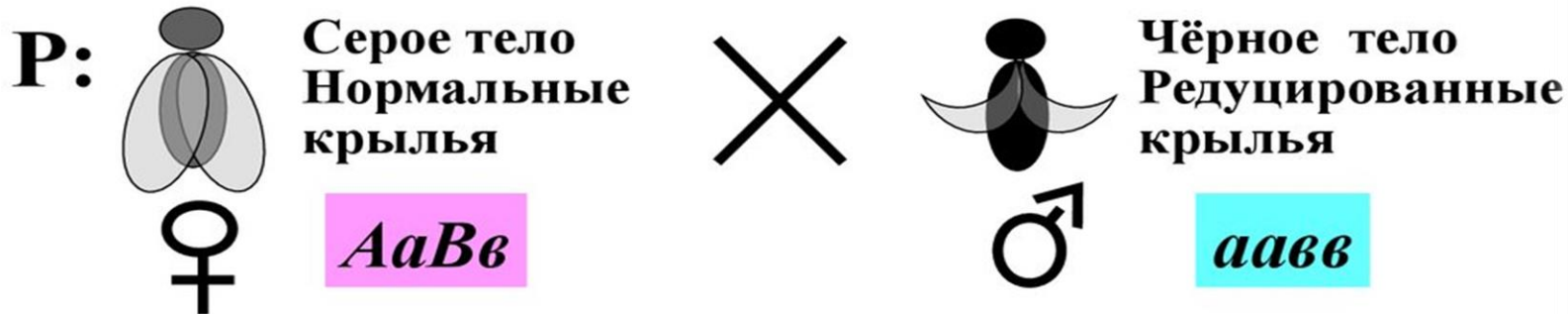
Так как в гомологичных хромосомах находятся одинаковые гены, число групп сцеплений равно числу пар хромосом, т. е. гаплоидному числу хромосом.

Если гены лежат в одной хромосоме, значит, и наследоваться они будут вместе.

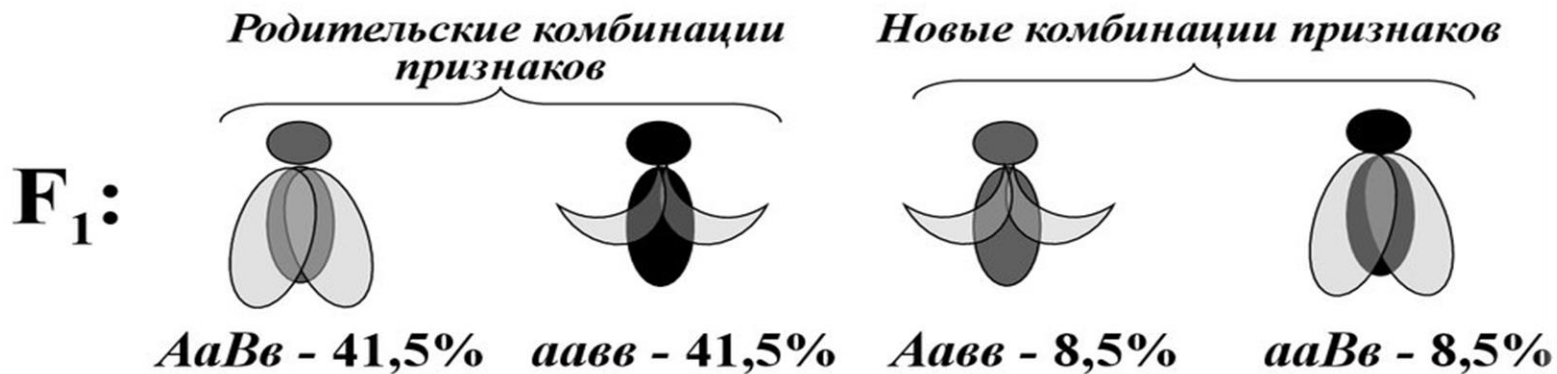
# Нарушение сцепления

**Неполное сцепление** — разновидность сцепленного наследования, при которой гены анализируемых признаков располагаются на некотором расстоянии друг от друга, что делает возможным кроссинговер между ними.

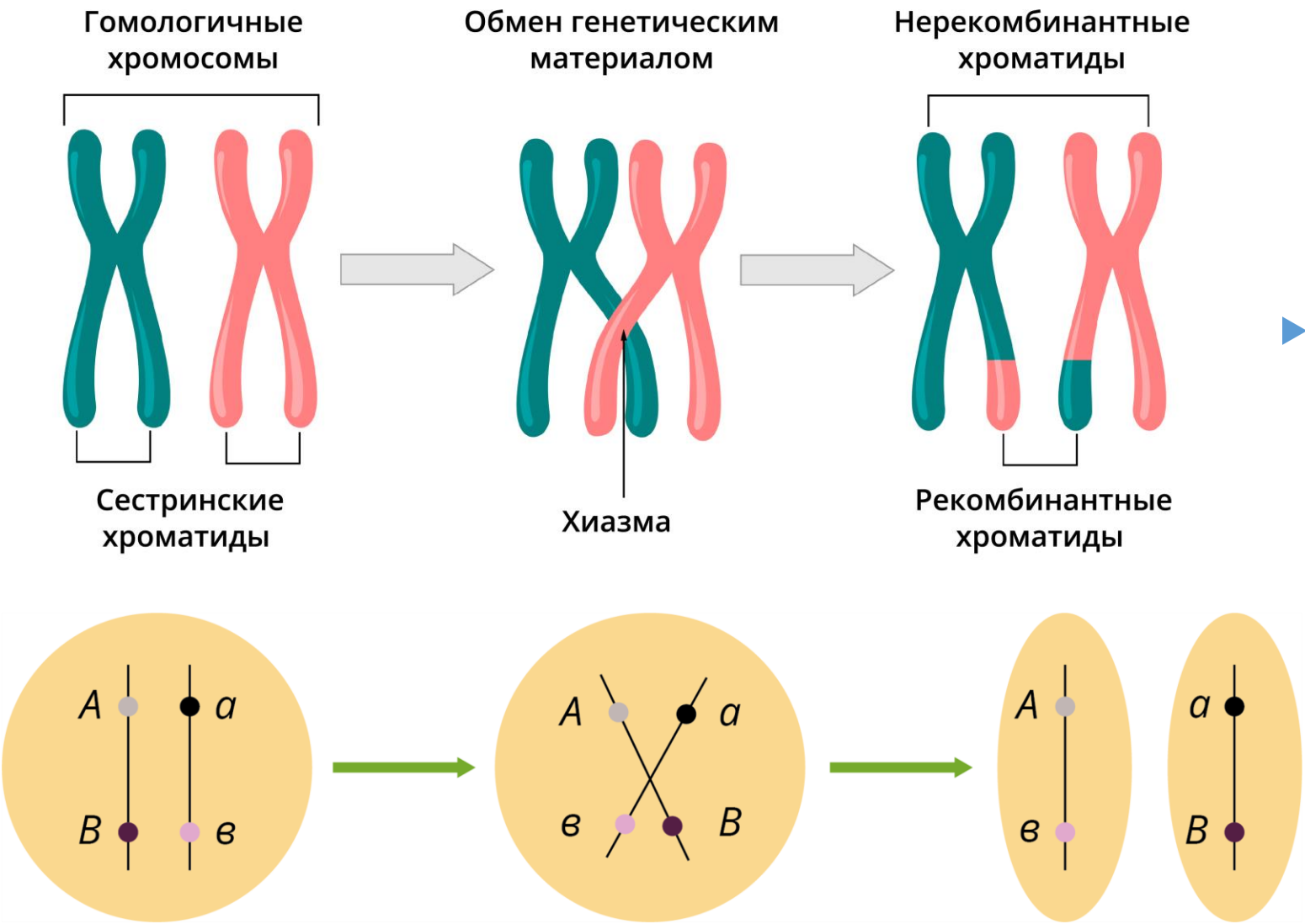
## Опыты Томаса Моргана (возвратное, анализирующее скрещивание)



### Реальные результаты скрещивания:



# Кроссинговер



Кроссинговер - процесс обмена участками гомологичных хромосом во время конъюгации в профазе первого деления мейоза.

Образование кроссоверных гамет

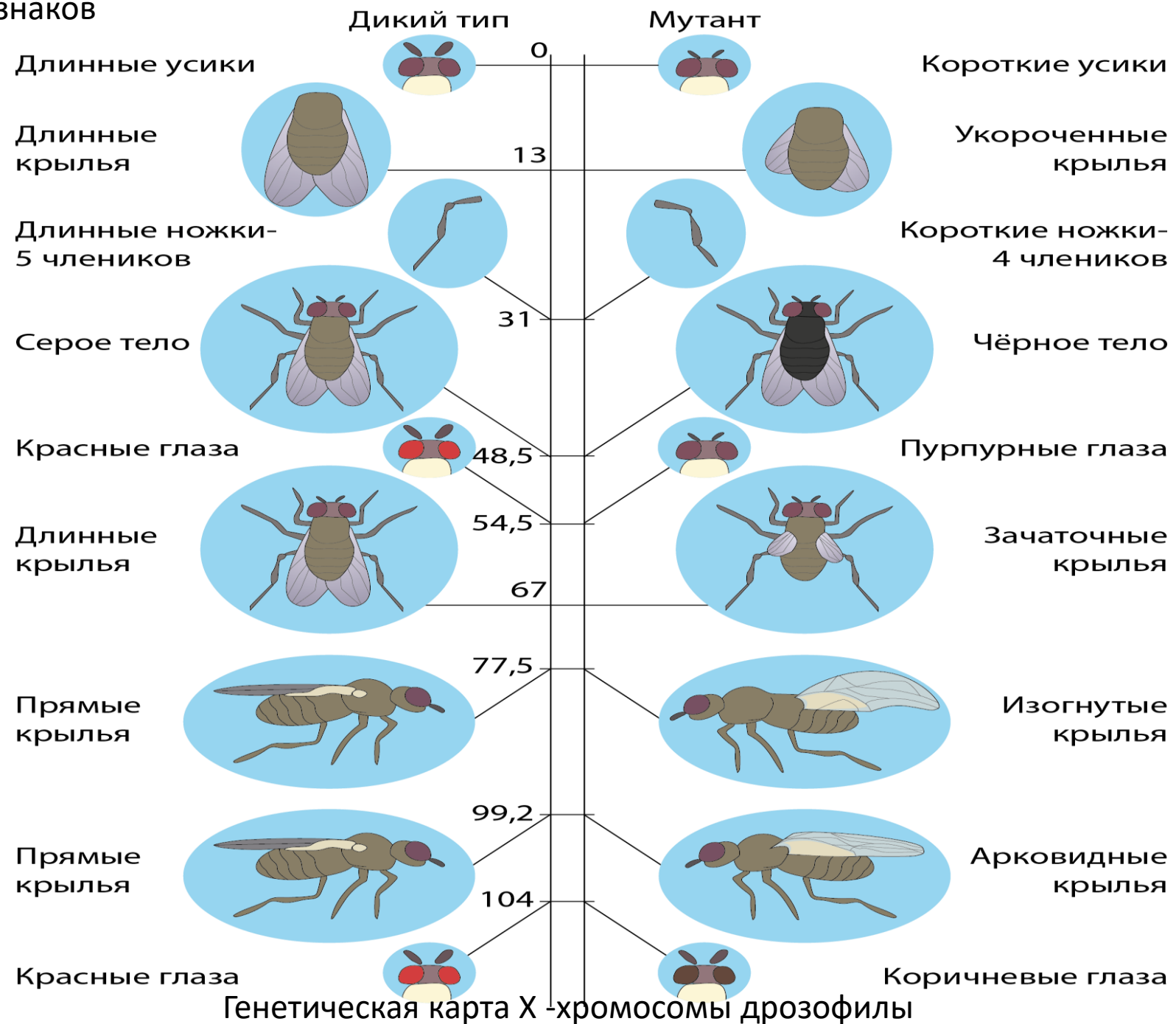
- ▶ Морган доказал, что вероятность кроссинговера зависит от того, на каком расстоянии гены расположены в хромосоме. Чем расстояние больше, тем чаще происходит кроссинговер и больше вероятность появления рекомбинантных организмов.
- ▶ Частота рекомбинации (кроссинговера) =  $\frac{\text{число рекомбинантов}}{\text{общее число потомков}} * 100\%$ .
- ▶ Эта величина показывает относительное расстояние между сцепленными генами в хромосоме.
- ▶ Расстояние между генами измеряют в морганидах.  
1 морганида = 1 % кроссинговера (процент рекомбинантных особей от общего числа потомков).

## Хромосомная теория наследственности Т.Моргана (1911 г.)

- ▶ Единица наследственности - ген, который представляет собой участок хромосомы.
- ▶ Гены расположены в хромосомах в строго определённых местах (локусах), причём аллельные гены (отвечающие за развитие одного признака) расположены в одинаковых локусах гомологичных хромосом.
- ▶ Гены расположены в хромосомах в линейном порядке, т. е. друг за другом.

Тема лекции: Сцепленное наследование признаков

- Генетические карты - это схема взаимного расположения и относительных расстояний между генами определённых хромосом, находящихся в одной группе сцепления.

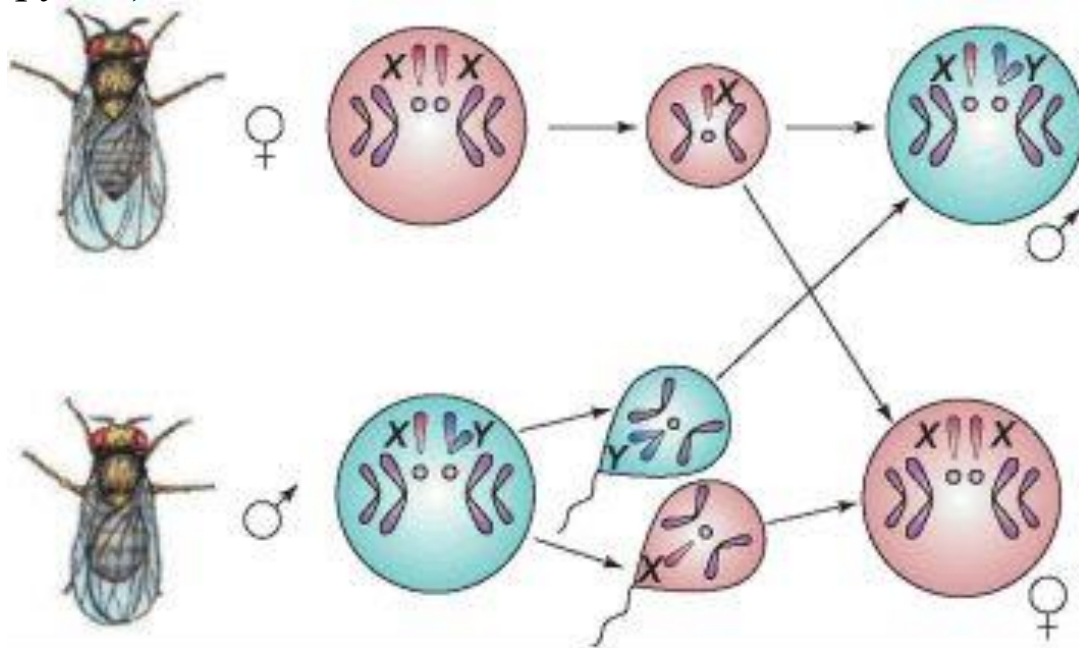




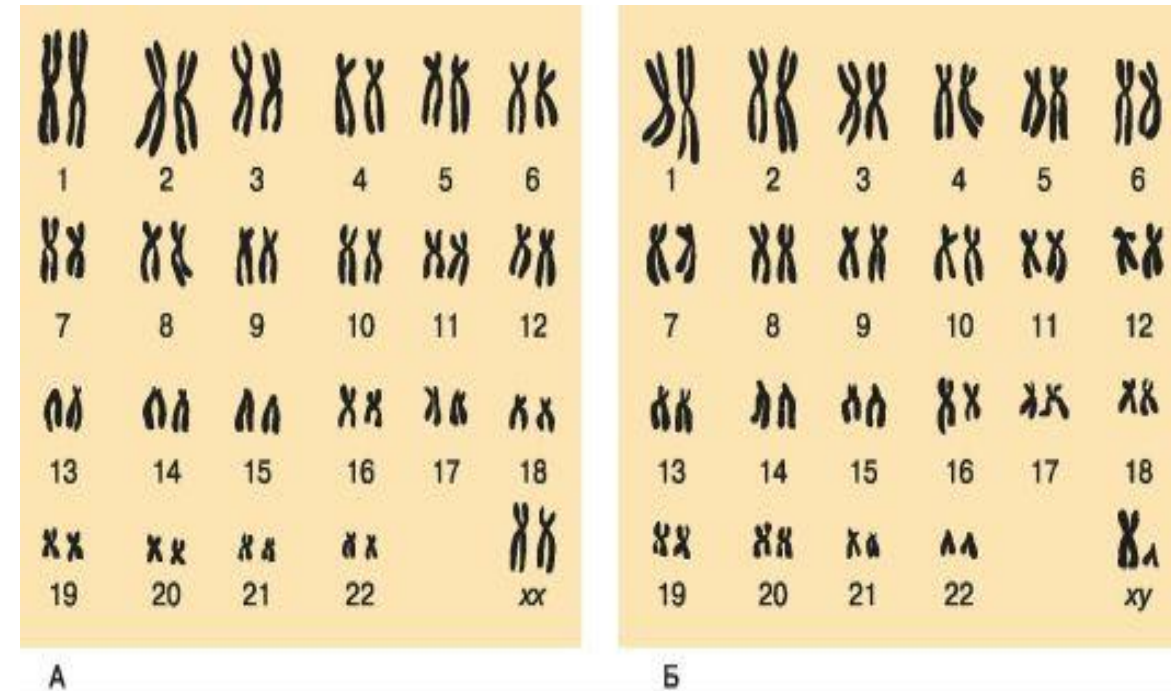
# Хромосомное определение пола

Пол, который формирует гаметы одного типа по половым хромосомам, называют **гомогаметным** (от греч. homos – одинаковый).

В процессе сперматогенеза у самца дрозофилы с равной вероятностью будут образовываться гаметы двух типов, содержащие X– и Y- хромосомы, т. е. мужской пол у дрозофилы **гетерогаметный** (от греч. heteros – иной, другой).

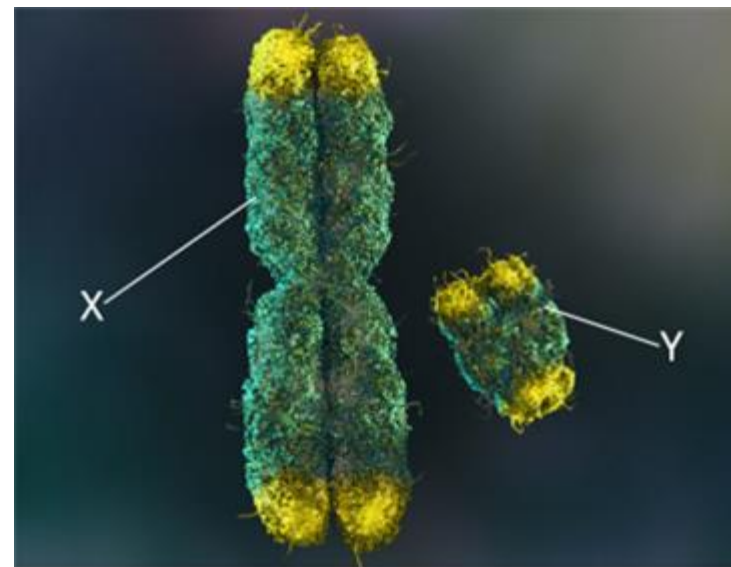
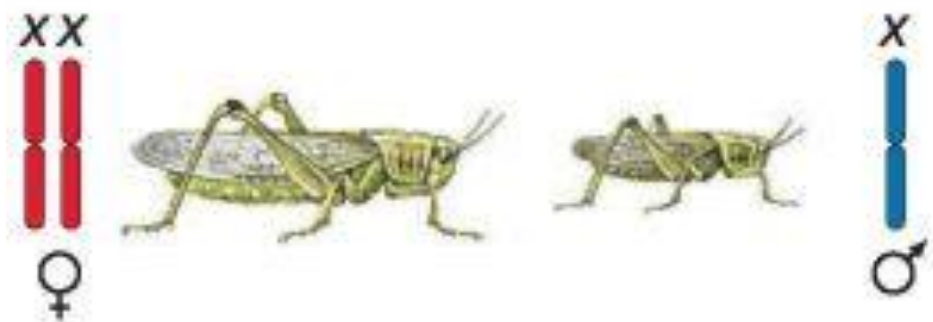
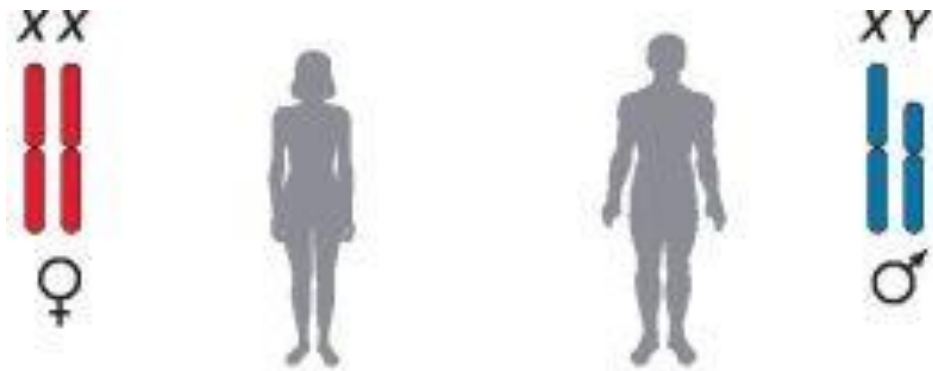


Расщепление по признаку пола у дрозофилы



Кариотипы человека: А – женский; Б – мужской

## Определение пола у разных видов организмов



X и Y - хромосомы человека



## Тема лекции: Сцепленное наследование

- У крокодилов половые хромосомы не обнаружены. Пол зародыша, развивающегося в яйце, зависит от температуры окружающей среды: при высоких температурах развивается больше самок, а в том случае, если прохладно, — больше самцов.



- **Наследование, сцепленное с полом** — наследование какого-либо гена, находящегося в половых хромосомах.

мать здорова, отец болен.

$$P: X^A X^A \times X^a Y$$

$$G: X^A \quad X^a, Y$$

$$F: X^A X^a, X^A Y$$

Все дети будут здоровы.

мать — носитель гена, отец здоров.

$$P: X^A X^a \times X^A Y$$

$$G: X^A, X^a \quad X^A, Y$$

$$F: X^A X^A, X^A Y, X^A X^a, X^a Y$$

Все дочери здоровы. У сыновей вероятность болезни составляет 50 %.

мать и отец больны.

$$P: X^a X^a \times X^a Y$$

$$G: X^a \quad X^a, Y$$

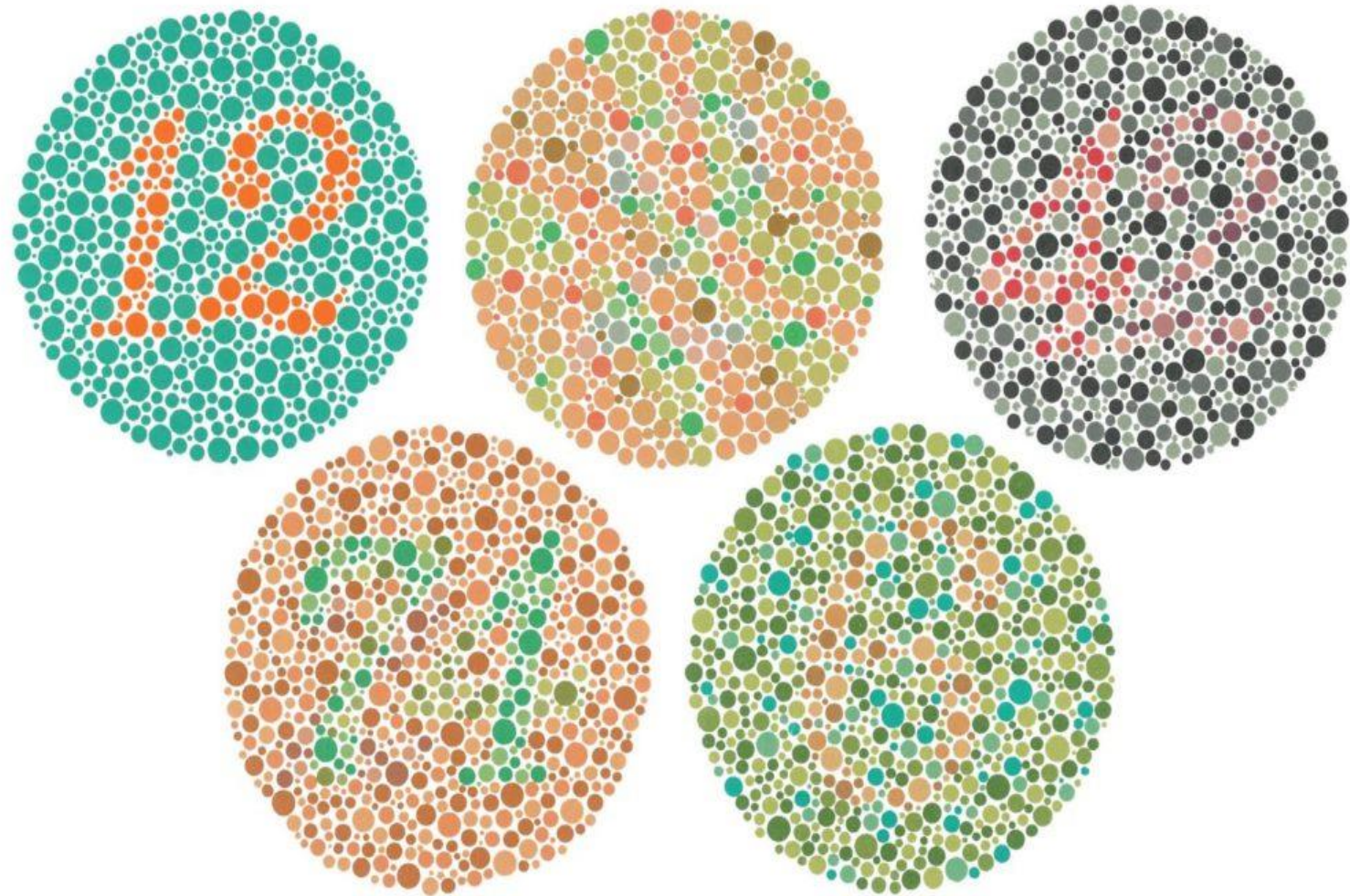
$$F: X^a X^a, X^a Y$$

Все дети больны. В этом случае болезнь наследуют и дочери.



# ДАЛЬТНИЗМ

- **Дальтонизм**, цветовая слепота, — наследственная, реже приобретённая, особенность зрения человека и приматов, выражающаяся в сниженной способности или полной неспособности видеть или различать все или некоторые цвета.
- Названа в честь Джона Дальтона, который впервые описал один из видов цветовой слепоты на основании собственных ощущений в 1794 году.
- Дальтонизм гораздо чаще встречается у мужчин в силу особенностей мужского кариотипа.





Марк Цукерберг

Тип дальтонизма –красно-зеленый

Основатель Facebook



**Джин Ким** - южнокорейский аниматор и дизайнер персонажей.

Тип дальтонизма –красно-зеленый

Работал в Walt Disney Animation Studios с 1995 по 2016 год.  
Аниматор мультфильмов (Алладин, Тарзан, Болт, Зверополис, Холодное сердце 2 и др.)





Чарльз Мерион

(23 ноября 1821 – 14 февраля 1868) - французский художник, который почти полностью работал с офортом.

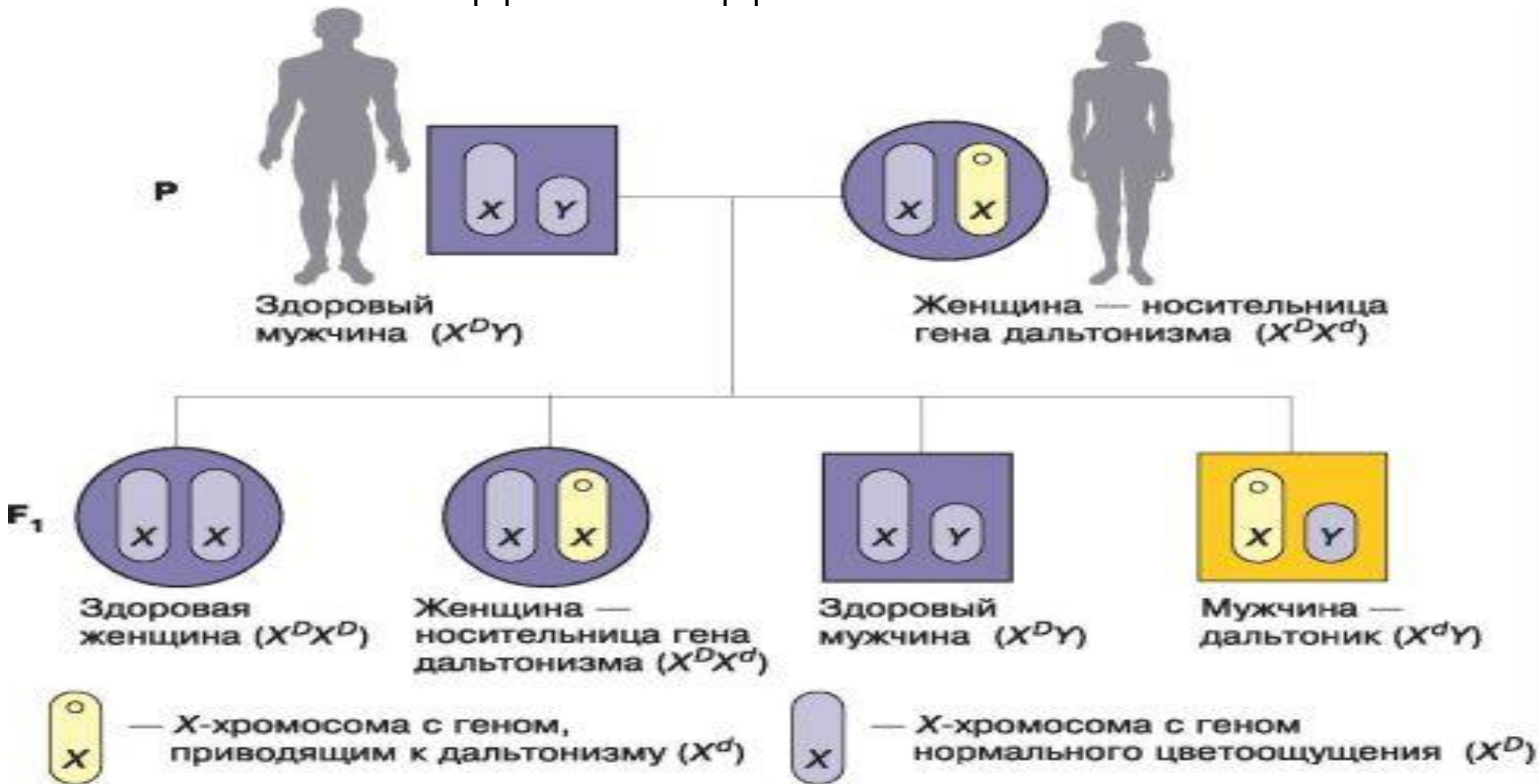
Признан самым значительным гравером Франции 19 века.



*Ле Стриж (Горгулья или вампир), 1853.*

Самая известная гравюра Мериона, хотя и несколько нетипичная.

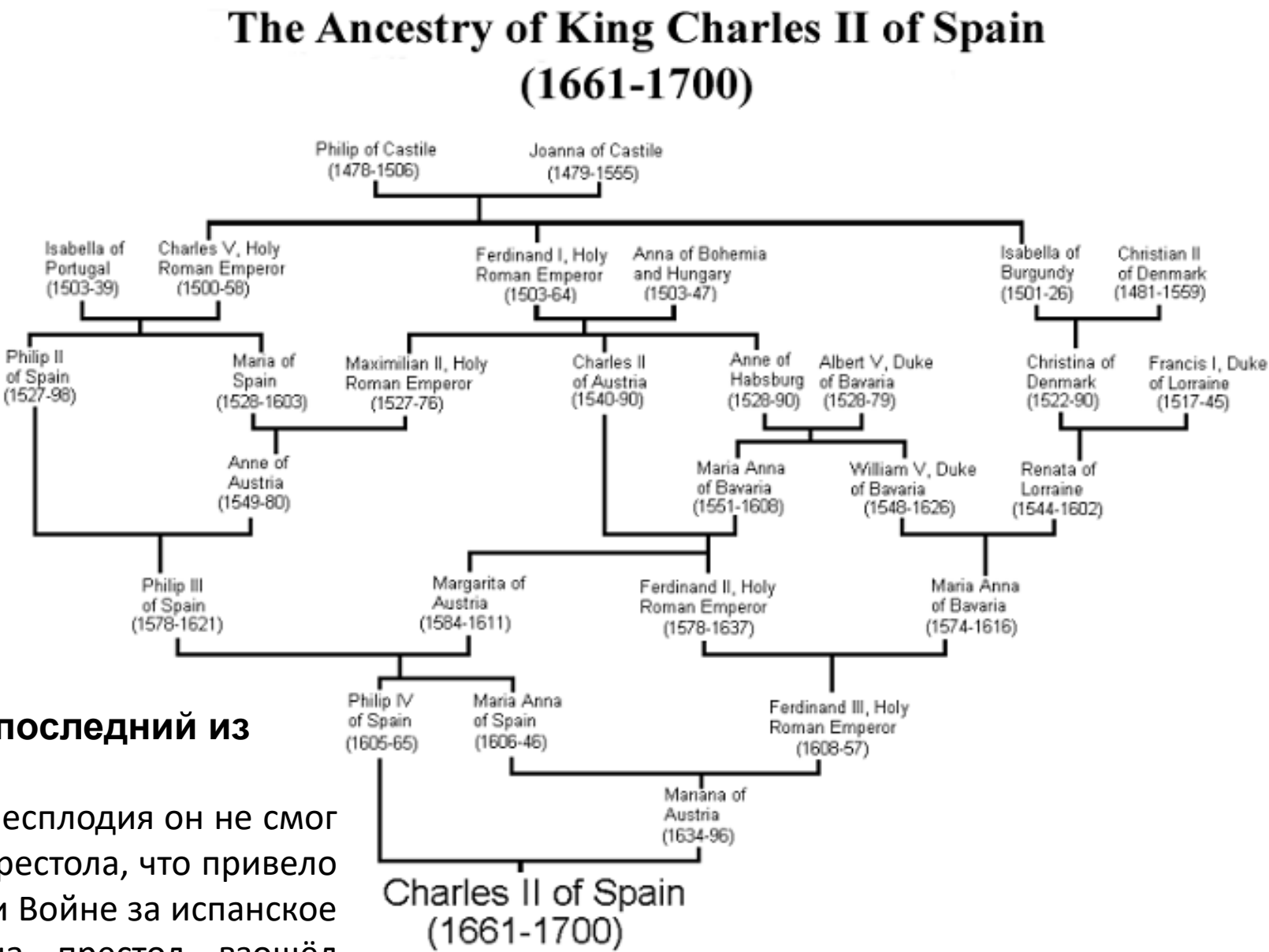
# Наследование дальтонизма





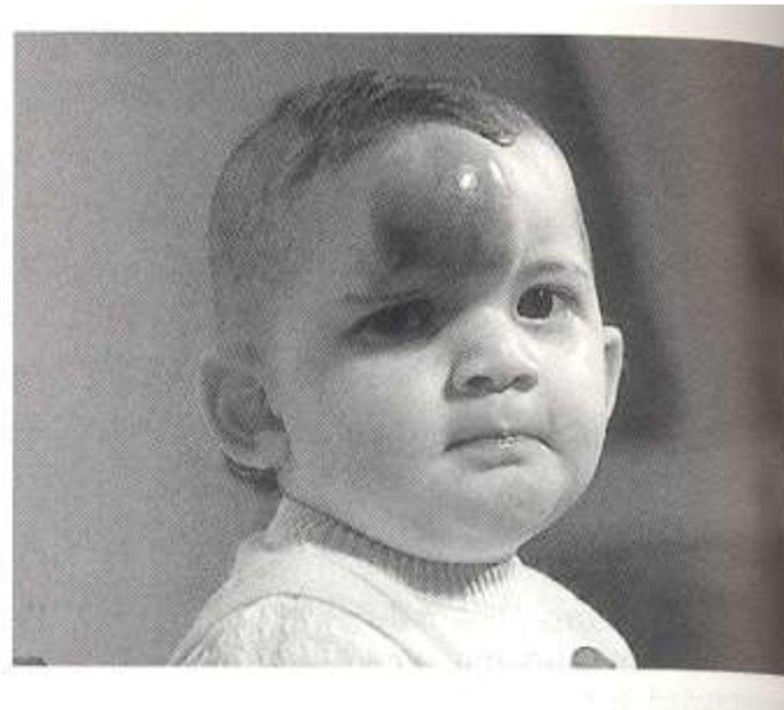


**Карл II ( 6 ноября 1661 — 1 ноября 1700)- последний из Габсбургов.**  
Из-за серьёзных проблем со здоровьем и бесплодия он не смог оставить после себя прямого наследника престола, что привело к пресечению испанской ветви Габсбургов и Войне за испанское наследство, по результатам которой на престол взошёл представитель французского королевского дома Бурбонов.



# Гемофилия

- **Гемофилия** — редкое наследственное заболевание, связанное с нарушением коагуляции (процессом свёртывания крови).
- При этом заболевании возникают кровоизлияния в суставы, мышцы и внутренние органы, как спонтанные, так и в результате травмы или хирургического вмешательства.
- При гемофилии резко возрастает опасность гибели пациента от кровоизлияния в мозг и другие жизненно важные органы, даже при незначительной травме.
- Для диагностики гемофилии применяется: коагулограмма, определение времени свёртываемости, добавление образцов плазмы с отсутствием одного из факторов свёртывания.

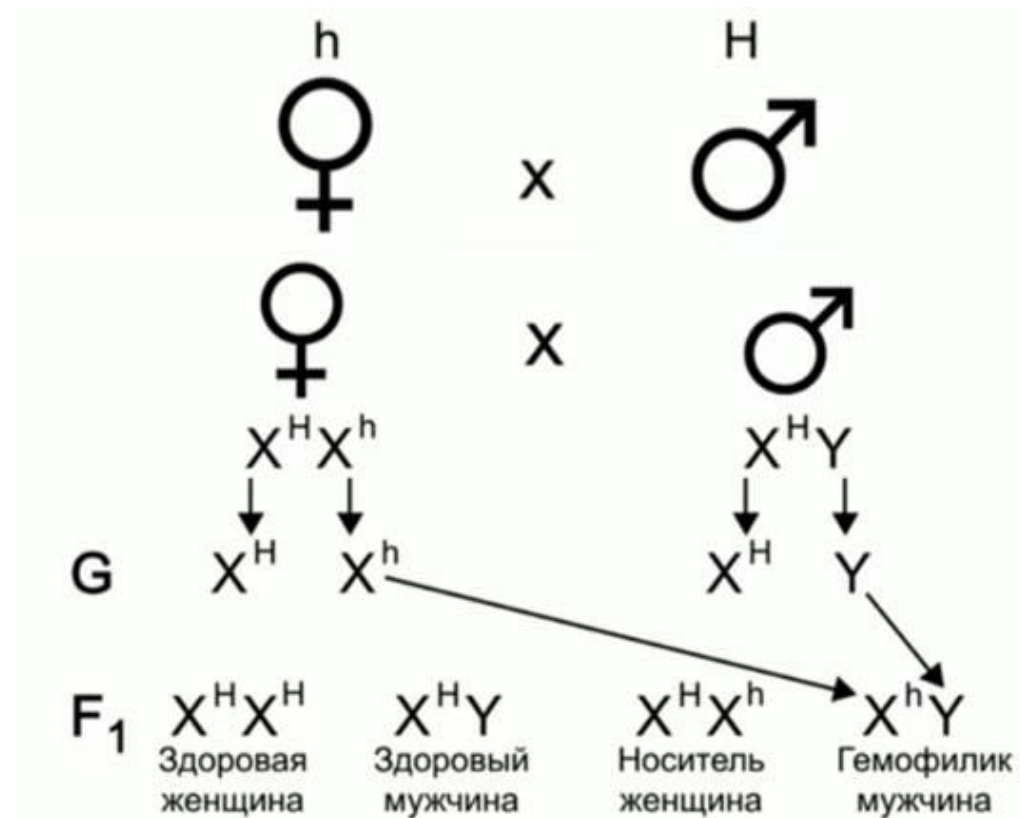


# Наследование гемофилии

Здоровая женщина, в роду у которой были гемофилики, вышла замуж за здорового мужчину, какие дети родятся в этом браке?

H - нормальная свертываемость

h - гемофилия







**Виктория** (24 мая 1819 — 22 января 1901) — королева Соединённого королевства Великобритании и Ирландии.

Период правления Виктории ознаменовал эпоху наивысшего расцвета Британской империи.

Носительница заболевания — гемофилия.

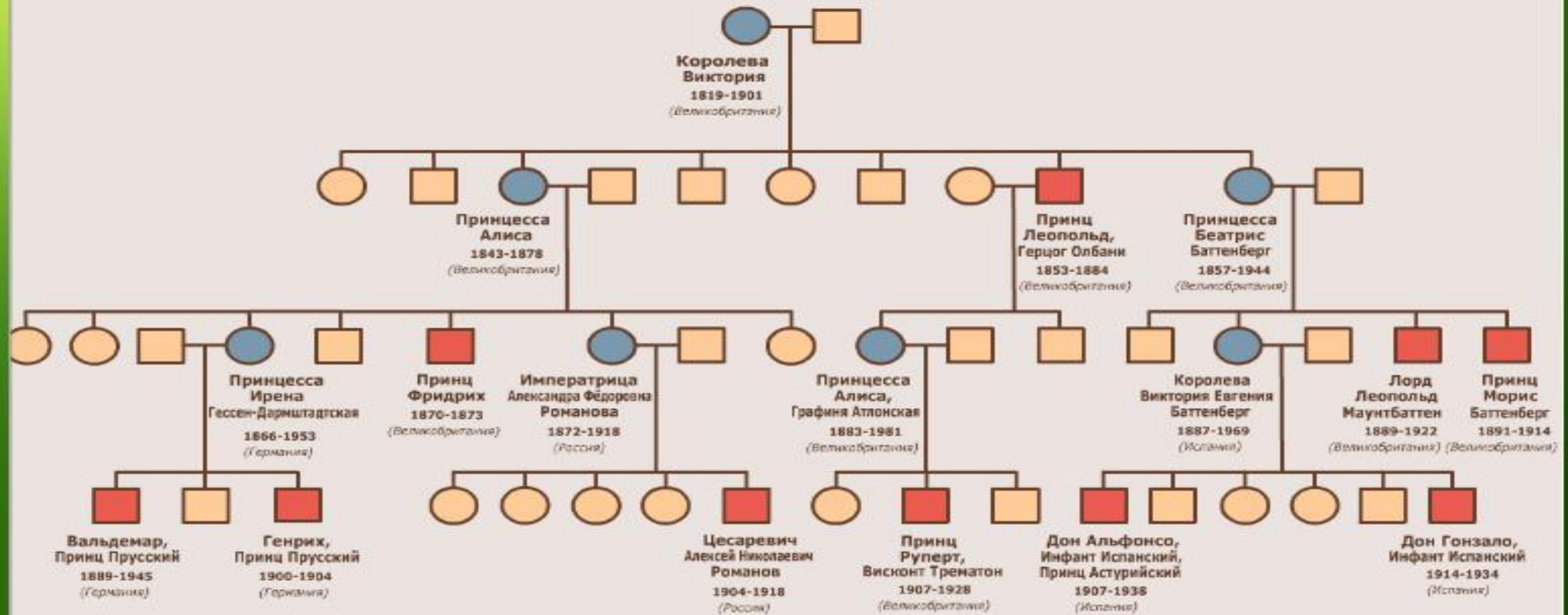


**Николай II** Александрович Романов (18 мая 1868 — 17 июля 1918) был последним императором России, королем Польским и великим князем Финляндским, правившим с 1 ноября 1894 года до своего отречения от престола 15 марта 1917 года.

Его сын цесаревич Алексей Николаевич болел гемофилией.



## Наследование гемофилии в королевских домах Европы



## Хромосомные болезни человека

Болезни, обусловленные нарушением числа хромосом в клетках человека:

- ▶ синдром Дауна
- ▶ синдром Патау
- ▶ синдром Эдвардса

Болезни, связанные с нарушением числа половых хромосом

- ▶ Синдром Шерешевского — Тёрнера

Генные болезни

- ▶ *Синдром Вильямса, «лицо Эльфа»*
- ▶ *Альбинизм*
- ▶ *Синдром Робертса, тетрафокомелия с расщелиной губы и неба*

## Тема лекции: Закономерности изменчивости

**Синдром Дауна** (трисомия по хромосоме 21) — хромосомная болезнь, чаще всего вызванная тем, что хромосомы 21-й пары представлены тремя копиями вместо нормальных двух.

Синдром Дауна является самым распространенным заболеванием, вызванным аномалией хромосом.

Это генетическое заболевание, вызывает умственную отсталость, задержку физического развития, врождённые пороки сердца. Кроме того, он часто сопровождается нарушением функции щитовидной железы, нарушением слуха, зрения.

Синдром назван в честь английского врача Джона Дауна, впервые описавшего его в 1866 году.

Заболевание не лечится, степень его тяжести может варьироваться.

Средняя продолжительность жизни человека с синдромом Дауна составляет более 60 лет.



Приплюснутый нос и лицо,  
приподнятые вверх  
скошенные глаза.

Одиночная складка на ладони ("обезьянья")  
укороченный пятый палец,  
повернутый внутрь.



Далеко отставленный большой палец  
и развитые кожные складки на ступне.





## Тема лекции: Закономерности изменчивости

**Синдром Патау** - это хромосомная аномалия, синдром при котором у пациента есть дополнительная 13 хромосома, в связи с нерасхождением хромосом во время мейоза (также известный как трисомия 13 и трисомия D).

Трисомия 13 впервые была описана Томасом Бартолини в 1657 году, но хромосомный характер заболевания был установлен д-ром Клаусом Патау в 1960 году. Болезнь названа в его честь.

Встречается с частотой 1:7000 .

При синдроме Патау наблюдаются тяжёлые врождённые пороки. Дети с синдромом Патау рождаются с массой тела ниже нормы. У них выявляются умеренная микроцефалия, нарушение развития различных отделов ЦНС, низкий скошенный лоб, суженные глазные щели, расстояние между которыми уменьшено.

Более 80% детей с синдромом Патау умирают в течение первого месяца жизни.



# Тема лекции: Закономерности изменчивости

Синдром Эдвардса (синдром трисомии 18) — хромосомное заболевание, характеризуется комплексом множественных пороков развития и трисомией 18 хромосомы.

Описан в 1960 году Джоном Эдвардсом.

Продолжительность жизни детей с синдромом Эдвардса невелика: 60 % детей умирают в возрасте до 3 месяцев, до года доживает лишь 5–10 %. Основной причиной смерти служат остановка дыхания и нарушения работы сердца. Оставшиеся в живых — глубокие олигофрены.

Девочки с синдромом Эдвардса рождаются в три раза чаще мальчиков.



# Тема лекции: Закономерности изменчивости

**Синдром Шерешевского- Тернера** - это хромосомное заболевание, для которого характерно либо полное отсутствие одной хромосомы, либо наличие дефекта в одной из X - хромосом. Кариотип таких женщин наиболее часто представлен 45 X0.

Данный синдром встречается с частотой 1:2000-1:2500 новорожденных девочек.

## **Симптомы:**

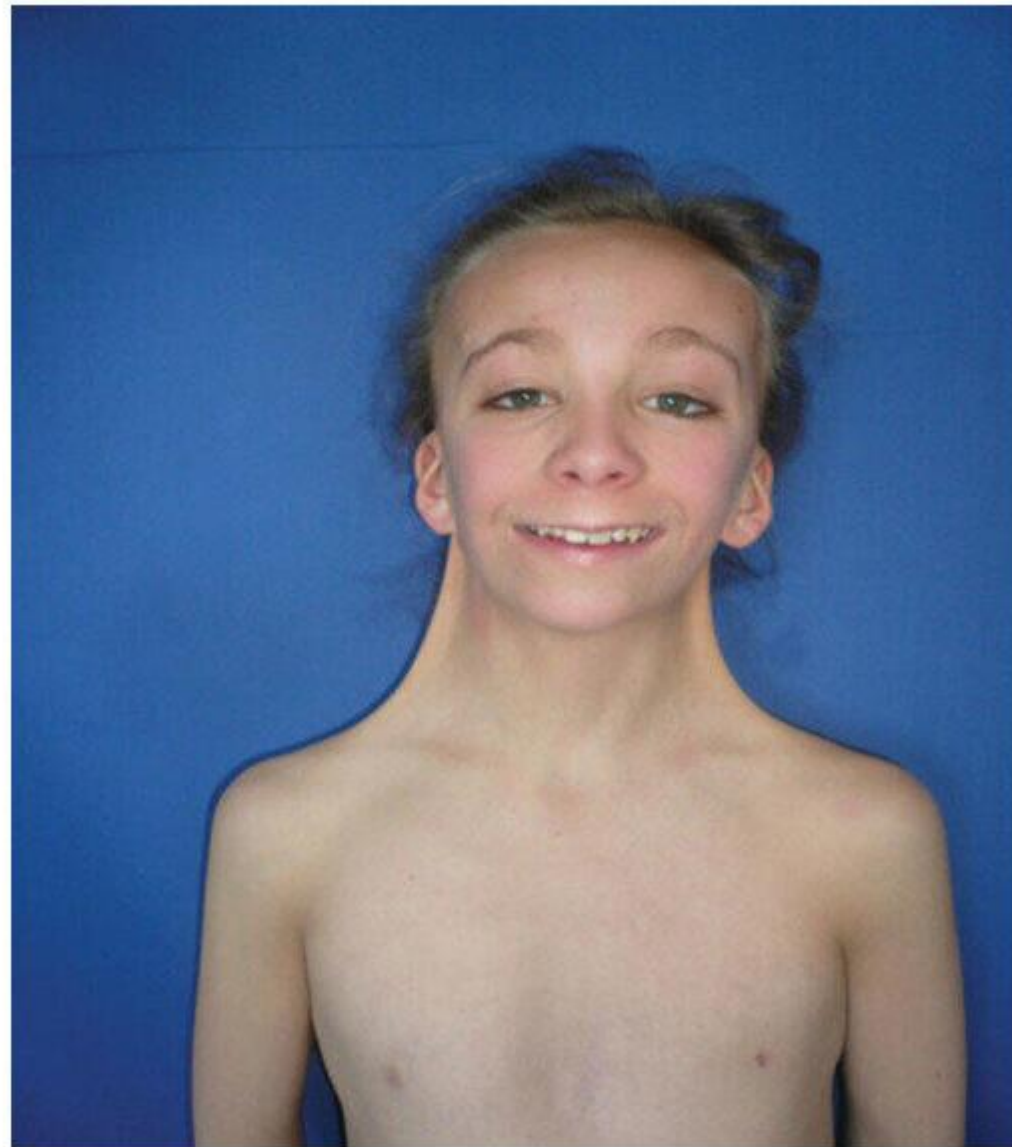
Фенотипические особенности: деформация ушной раковины; короткая толстая шея; низкий рост волос на затылке, крыловидные складки шеи; «вдавленная» грудная клетка.

Множественные пороки развития: пороки сосудов сердца, пороки почек.

Низкий рост.

Задержка полового развития.

Эндокринологические нарушения.





# Тема лекции: Закономерности изменчивости

**Синдром Уильямса (синдром «лица эльфа»)** — синдром, возникающий как следствие наследственной хромосомной перестройки.

Люди, страдающие этим синдромом, обладают специфической внешностью и характеризуются общей задержкой умственного развития при развитости некоторых областей интеллекта.

Встречается с частотой приблизительно 1 на 20 000 новорожденных .

Синдром описан в 1961 году кардиологом из Новой Зеландии Дж. Уильямсом.

Специфической терапии не существует. Поэтому основное место занимают симптоматическое лечение и коррекционно-воспитательная

