



# Генетика пола



**Академический лицей**

**Генетика пола  
Наследование признаков, сцепленных с полом**

**Сорокин Владимир Анатольевич  
Учитель биологии МБОУ Академический лицей**

**2014, Томск**

# Содержание

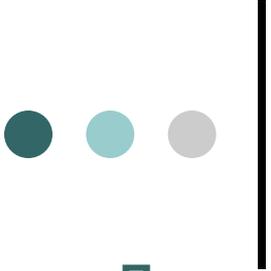
- Развитие знаний о генетике пола
- Пол и половые признаки
- Генетическое определение пола
- Расщепление по признаку пола
- Типы генетического определения пола Типы генетического определения пола
- Работа с учебником
- Наследование признаков, сцепленных с полом
- Признаки, сцепленные с полом
- Признаки, сцепленные с X-хромосомой. Дальтонизм. Гемофилия
- Признаки, сцепленные с Y-хромосомой Признаки, сцепленные с Y-хромосомой
- Голландрические признаки
- Геномные заболевания человека, связанные с изменением числа половых хромосом Геномные заболевания человека, связанные с изменением числа половых хромосом

# Развитие знаний о генетике пола



Томас Морган

- ▣ Подавляющее большинство видов животных представлено особями двух полов – мужского и женского. Расщепление по половой принадлежности происходит в соотношении 1:1
- ▣ Ещё Г.Мендель обратил внимание, что такое расщепление в потомстве по какому-либо признаку наблюдается в тех случаях, когда одна из родительских особей была гетерозиготной (Aa) по этому признаку, а вторая – рецессивной гомозиготной (aa)
- ▣ Современная теория наследования пола была разработана Томасом Морганом и его сотрудниками в начале XX века. Им удалось установить, что самки и самцы различаются по набору хромосом.



# Пол и половые признаки

**Пол** – это совокупность самых разнообразных признаков организма, обеспечивающих его участие в *половом размножении*.

**Половые признаки** — ряд отличительных особенностей строения и функций органов тела, определяющие половую принадлежность организма



## Первичные половые признаки

характеризуют собственно репродуктивные органы: половые железы (гонады)

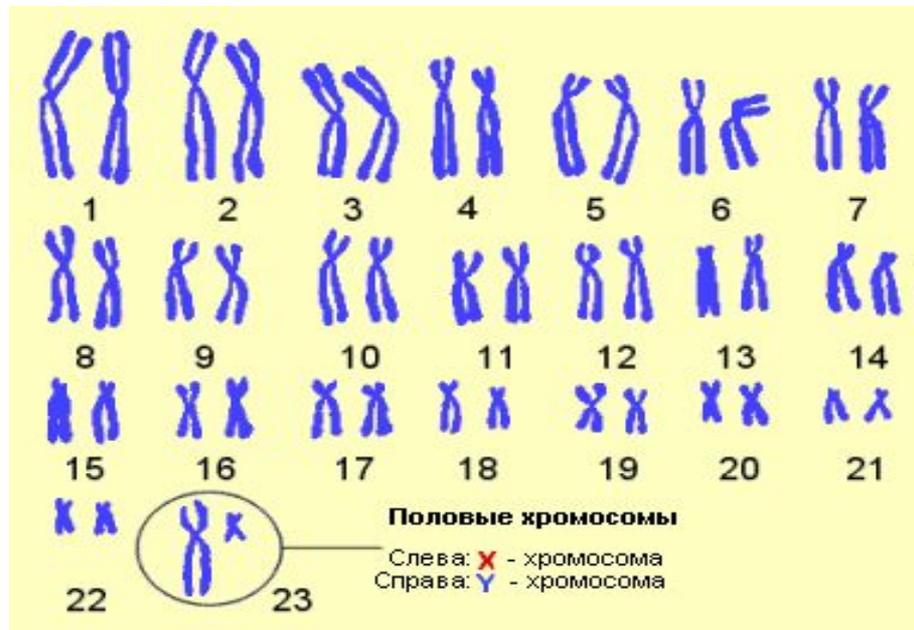
## Вторичные половые признаки

непосредственно с размножением не связаны, но обеспечивают распознавание пола

# Генетическое определение пола

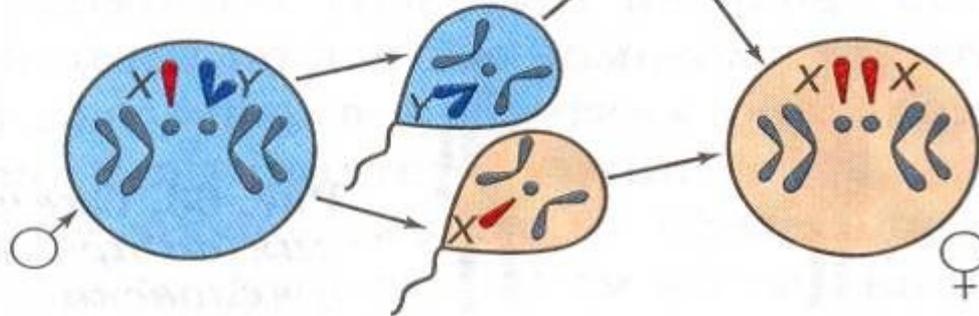
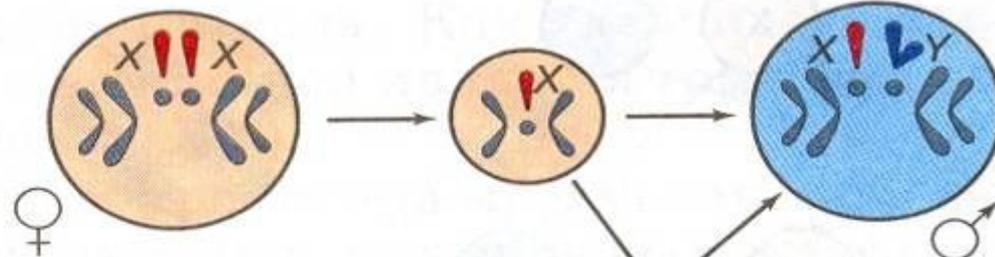
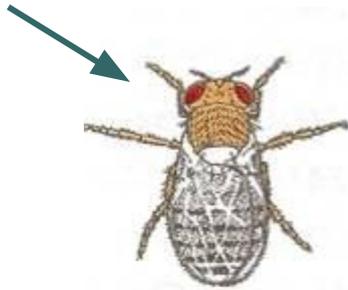
В клетках мужских и женских организмов имеются одинаковые пары хромосом, кроме одной, - **аутосомы**, а одна пара хромосом — **половые**, у самок и самцов различается.

Пол будущей особи определяется **во время оплодотворения** и зависит от того, какой набор половых хромосом сформируется в этот момент в зиготе.



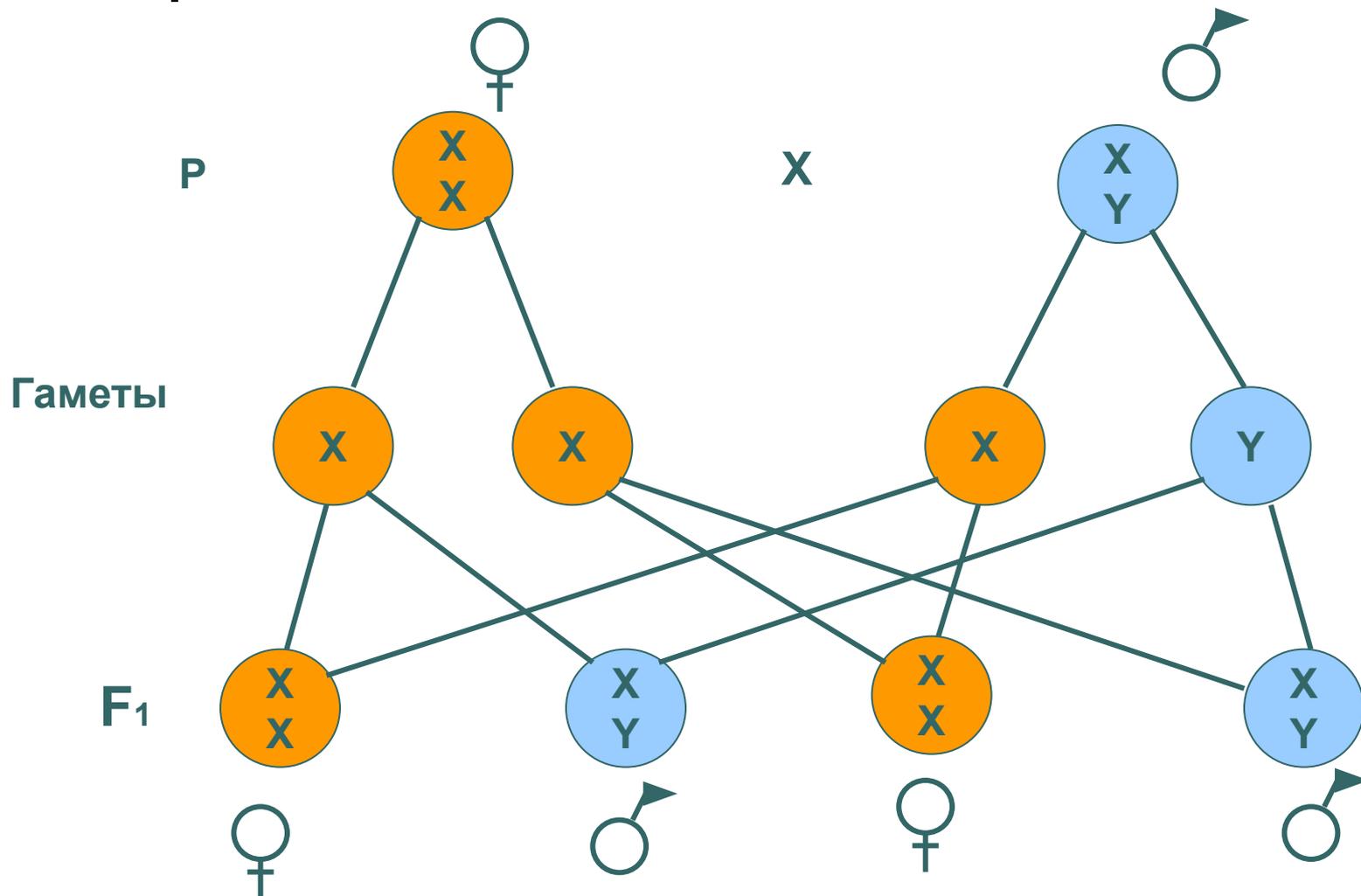
# Схема определения пола по наличию половых хромосом у дрозофилы

Гомогаметный пол



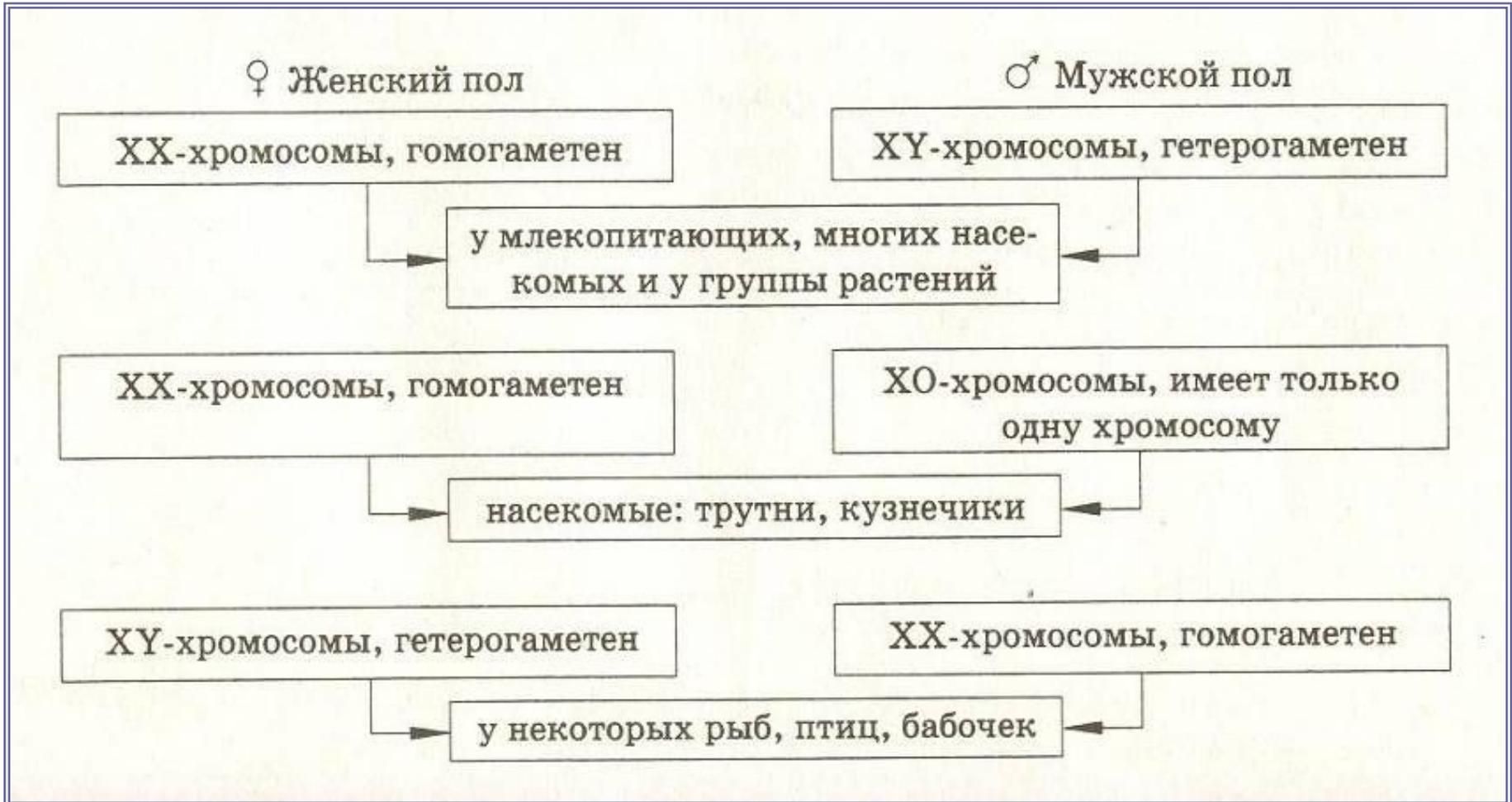
Гетерогаметный пол

# Схема определения пола по наличию половых хромосом у человека



# Типы генетического определения пола у животных и растений

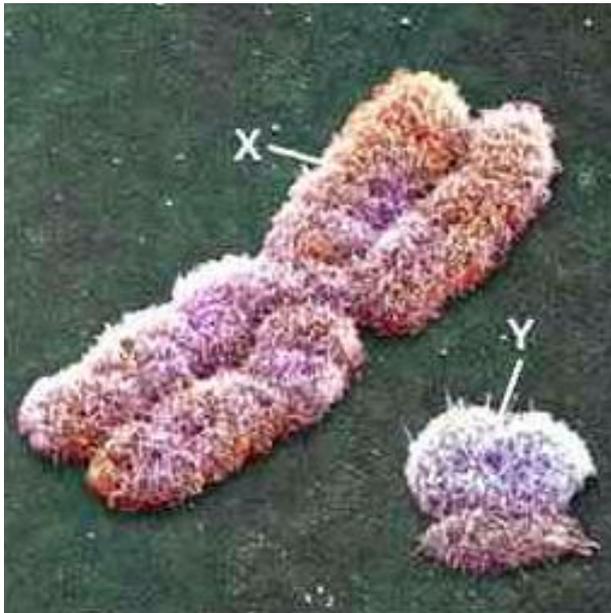
Работа с учебником



# Наследование признаков, сцепленных с полом

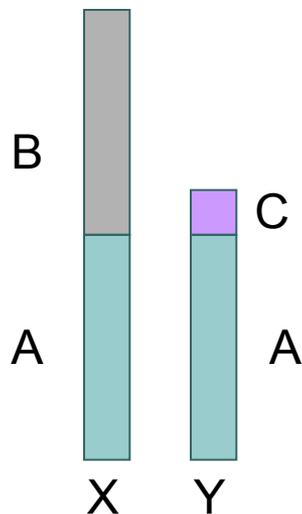
В половых хромосомах находятся гены, которые никак не связаны с признаками пола

Признаки, гены которых расположены в половых хромосомах, называют **сцепленными с полом**.



## Признаки, сцепленные с полом

Признаки, развитие которых определяют гены, расположенные в негомологичном участке X-хромосомы (B) называются **сцепленные с X-хромосомой**



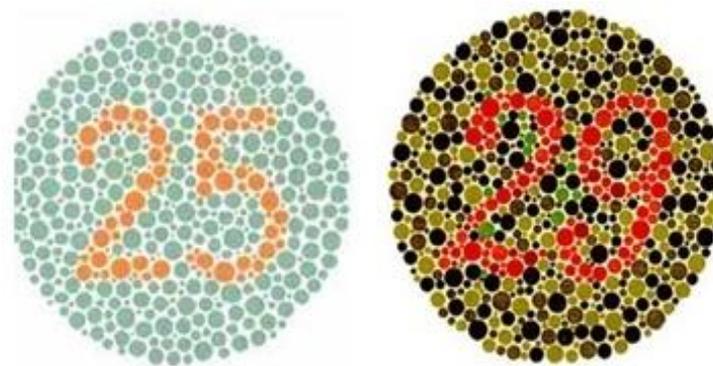
Признаки, гены которых расположены в негомологичном участке Y-хромосомы (C) называются сцепленные с Y-хромосомой, или **голандрическими** и проявляются в фенотипе только у мужчин.

Схема гомологичных и негомологичных участков половых хромосом у человека

# Признаки, сцепленные с X-хромосомой



Дальтонизм (рецессивный)



Тест на дальтонизм

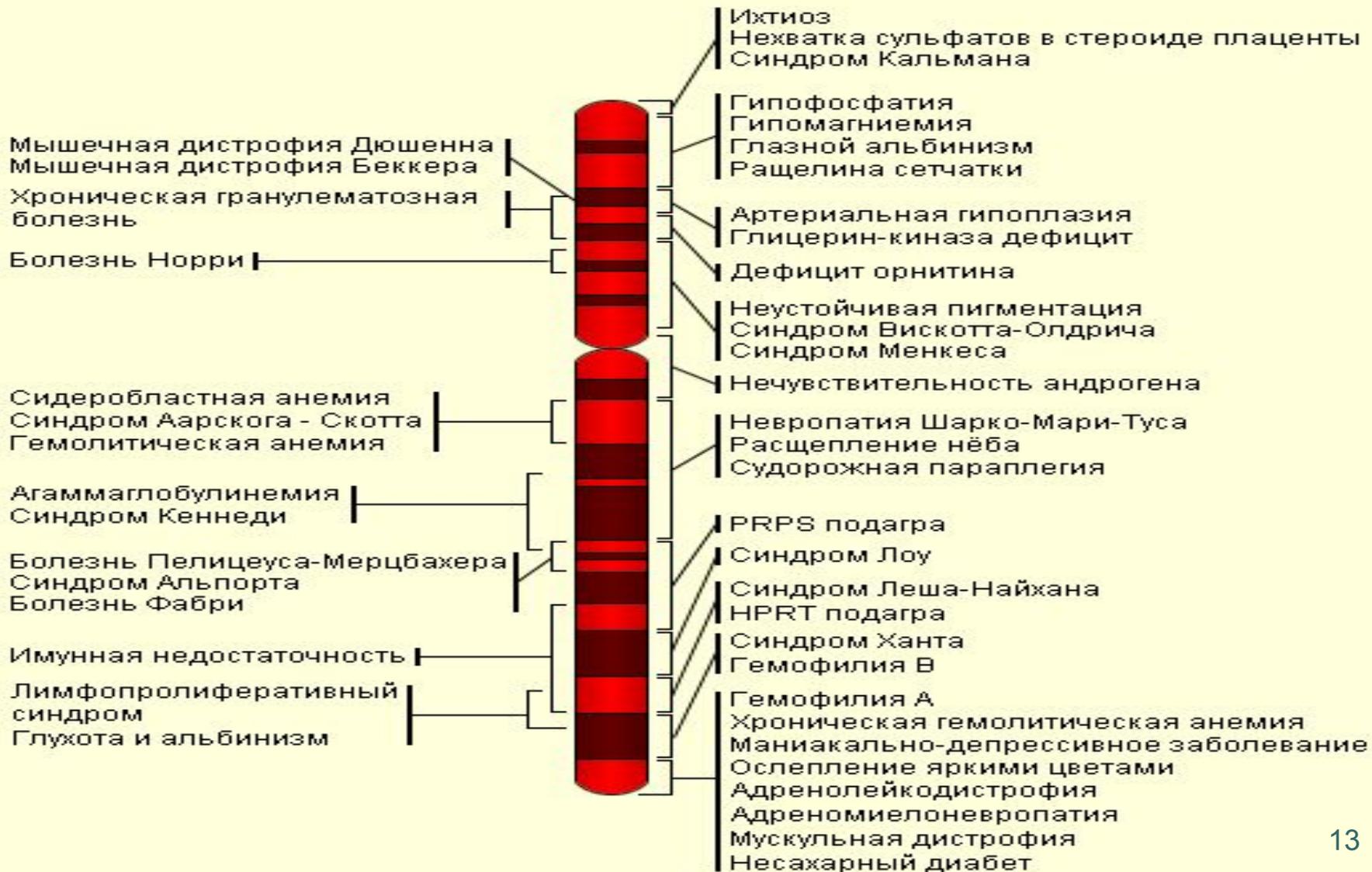


Гипоплазия эмали зубов  
(Доминантный)

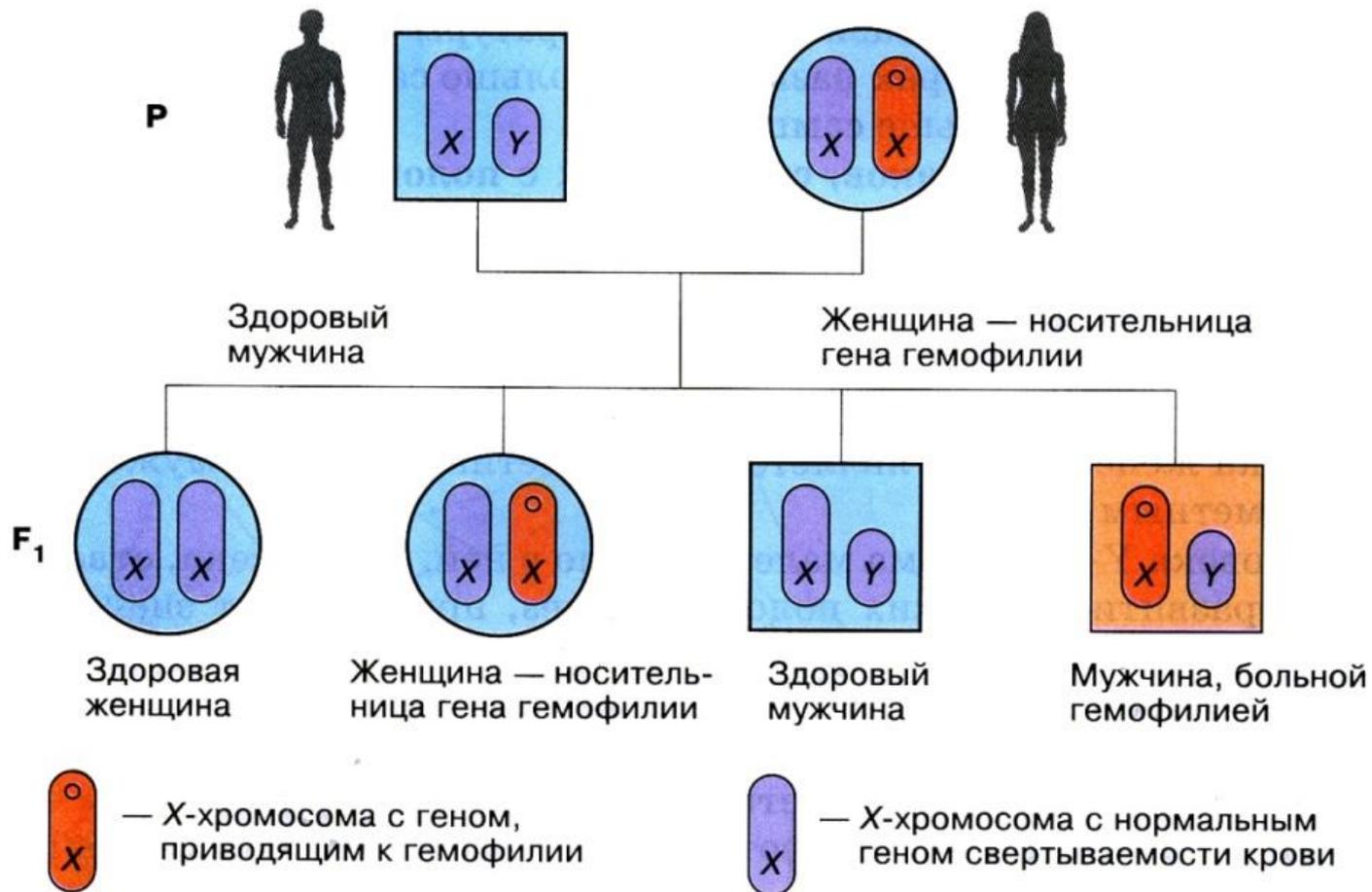


Гемофилиям (рецессивный)

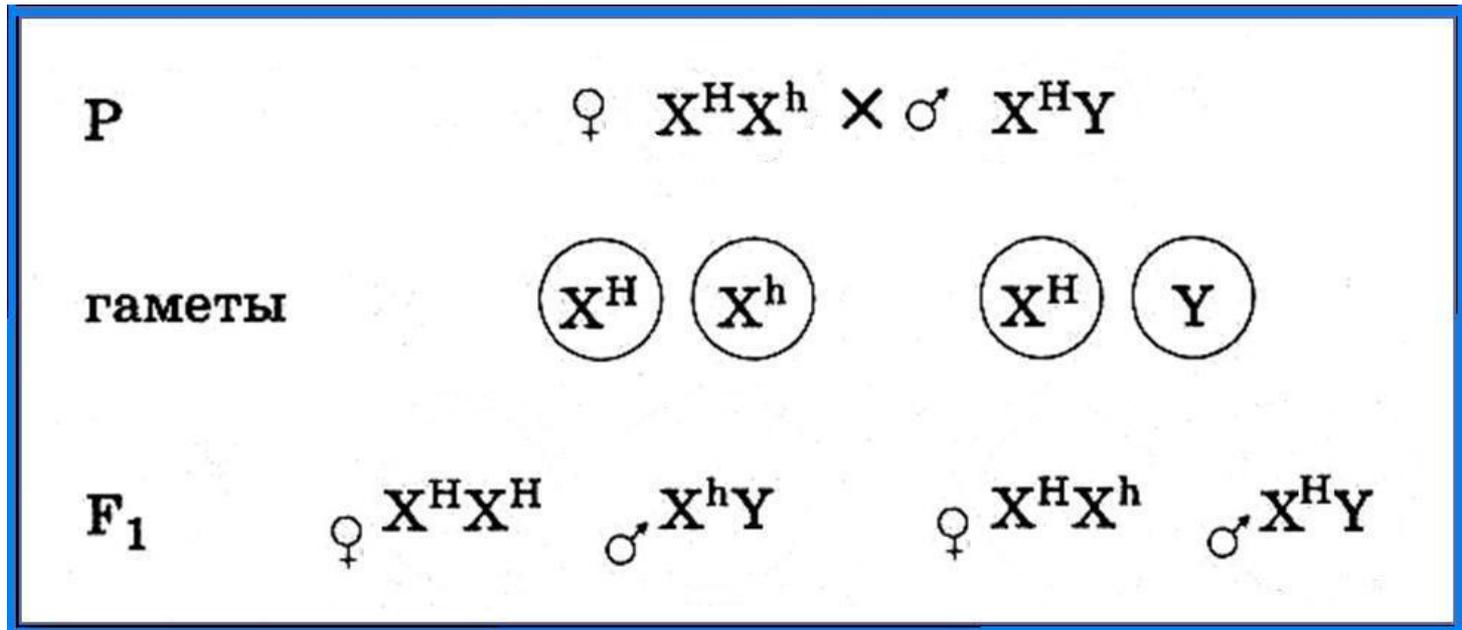
# Генетическая карта X-хромосомы



# Схема наследования гемофилии



# Схема наследования гемофилии



## Обозначения:

$X^H$  – нормальная свёртываемость крови

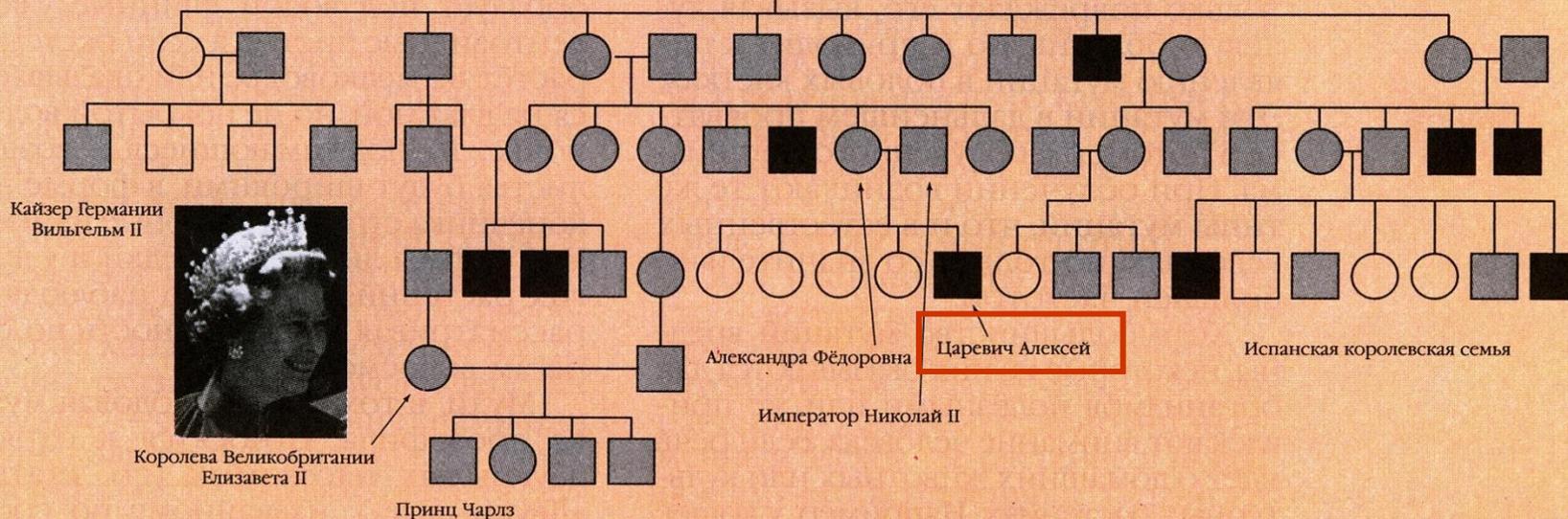
$X^h$  – несвертываемость, гемофилия

# Болезнь царевича Алексея и генетика



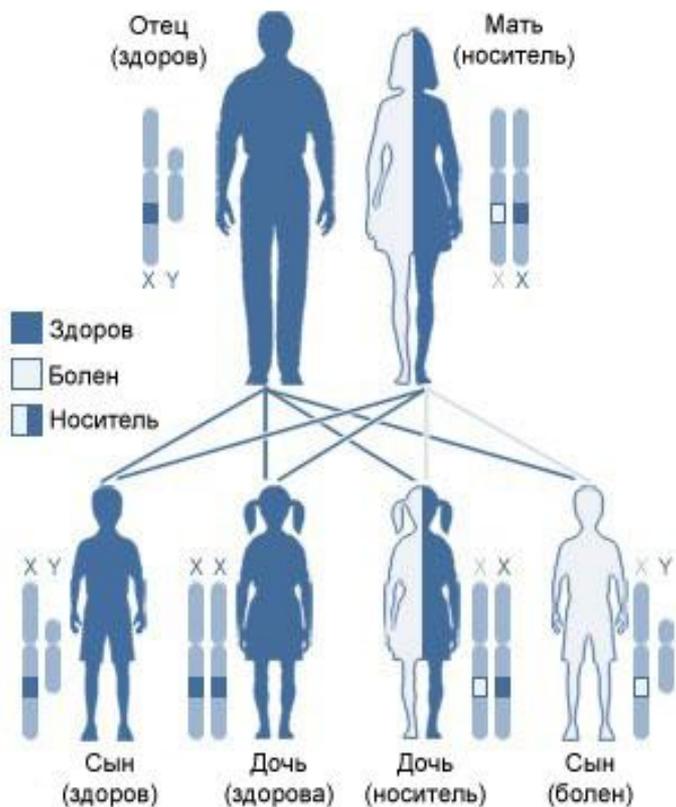
Королева Виктория

- Гемофилия
- Вероятная гемофилия
- Носители гемофилии
- Возможные носители

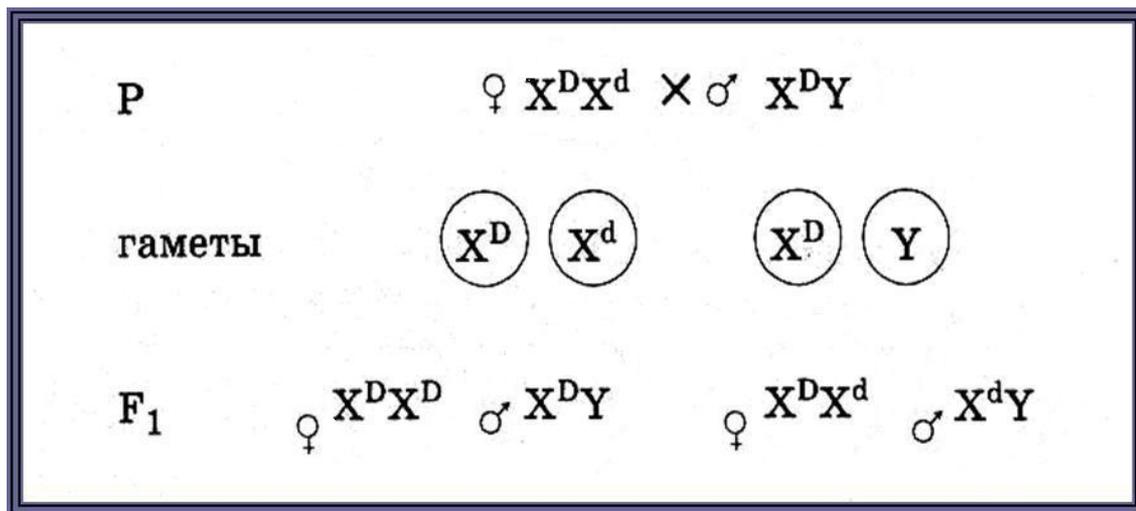


# Схема наследования дальтонизма

## X-сцепленное рецессивное наследование



U.S. National Library of Medicine



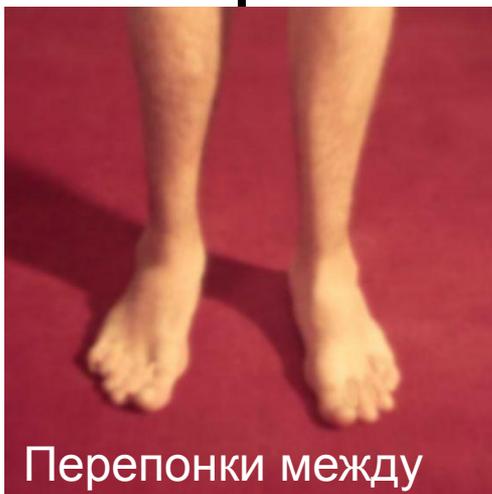
### Обозначения:

$X^D$  – нормальное зрение

$X^d$  – дальтонизм

# Признаки, сцепленные с Y-хромосомой

## Голандрические признаки



Перепонки между  
пальцами ног



Раннее облысение

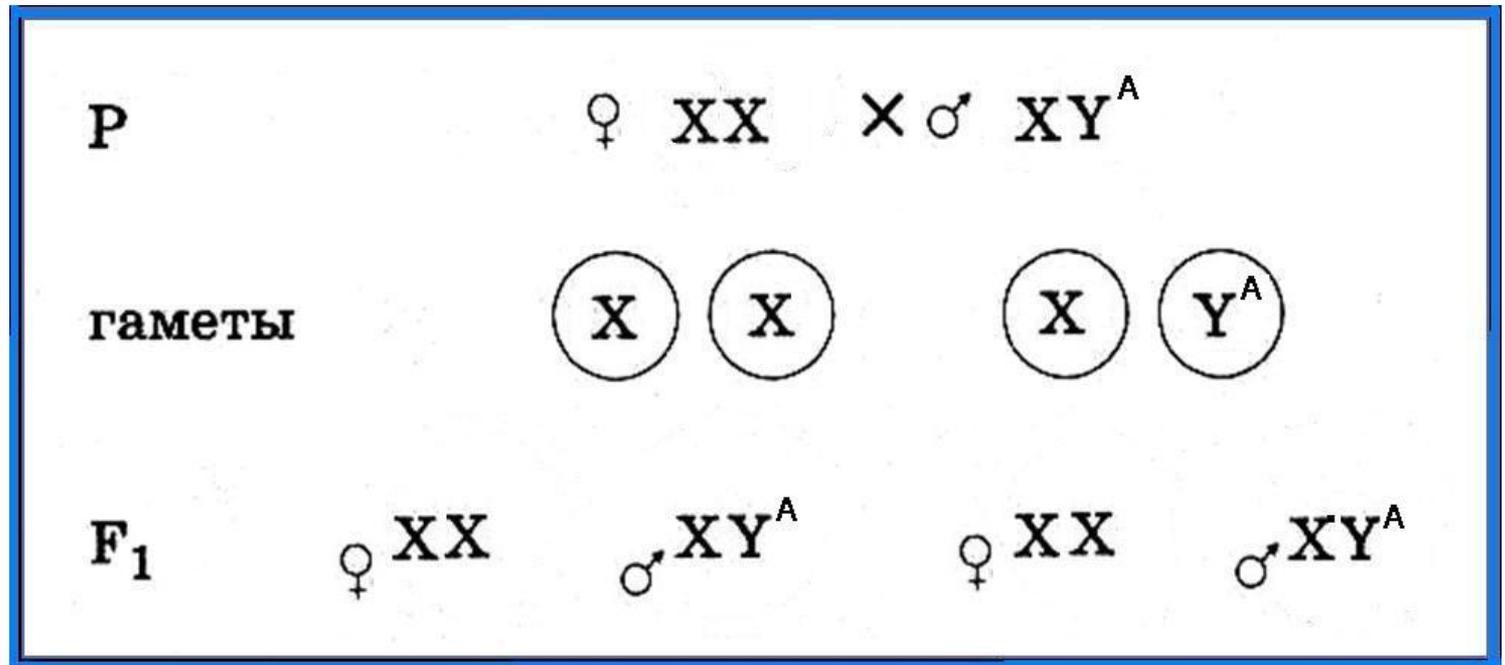


Гипертрихоз мочки  
ушной раковины



Ихтиоз

## Схема наследования гипертрихоза



Обозначения:

$Y^A$  – гипертрихоз



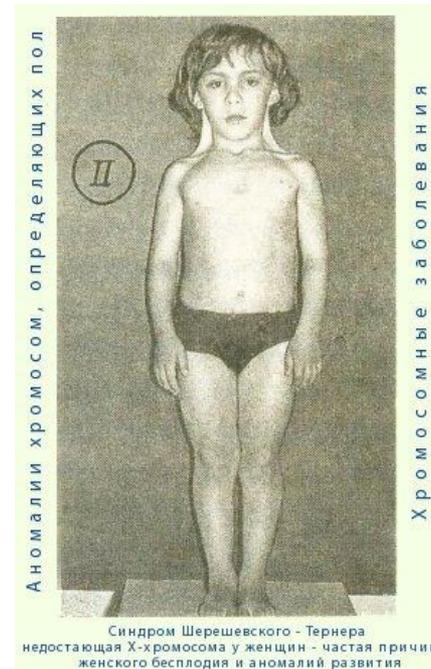
# Геномные заболевания человека, связанные с изменением числа половых хромосом

В ходе мейоза и гаметогенеза возможно **нерасхождение хромосом**: например, в одну клетку попадает две X- хромосомы (при оогенезе у женщин) или избыточные X или Y-хромосомы (при сперматогенезе у мужчин), а в другие клетки – ни одной половой хромосомы.

**Трисомия по X-хромосоме (44A+XXX)**. Наблюдается недоразвитость первичных и вторичных половых признаков, умственная отсталость, нарушение скелета, бесплодие. Общая частота рождения – 1:800 новорожденных.

# Геномные заболевания человека, связанные с изменением числа половых хромосом

Моносомия по половой X-хромосоме (кариотип 45,ХО или 44А+Х) – **синдром Шерешевского-Тёрнера**. Фенотип женский, Замедленное половое развитие, бесплодие, задержка в росте. Частота рождаемости - 1:3000 новорожденных.



# Синдром Кляйнфельтера

Дисомия по половой X-хромосоме при наличии Y-хромосомы (кариотип 47,XXY) – **синдром Кляйнфельтера**. Мужчины, замедленное половое развитие, бесплодие, высокие рост с нарушенными пропорция тела (удлиненные конечности, узкая грудная клетка), часто умственная отсталость.

Частота рождаемости - 1:700 новорожденных.



# Влияние социальной среды на формирование пола

В формировании пола человека имеют большое значение **социально-психологические факторы.**

Большую роль в формировании полового самосознания играет воспитание.



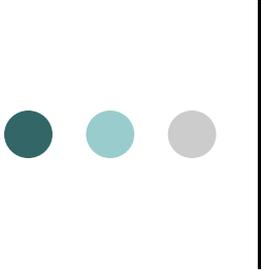
Гомосексуализм



Транссексуализм

**Проверьте свои знания:**

- Решите задачи
- Ответьте на вопросы



# Решение задач на наследование признаков, сцепленных с полом

## Задача 1

Наличие перепонки между пальцами ног передается через Y-хромосому. Определить возможные фенотипы детей от брака мужчины с перепонками на ногах и нормальной женщины.

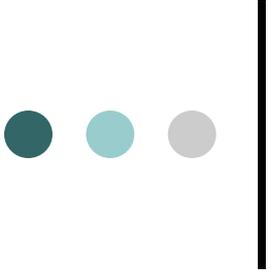
**Ответ:** Все девочки будут здоровы, а мальчики будут с перепонками между пальцами ног

# Решение задача 1

Генотип мужчины –  $X Y^A$ , так как он несет ген перепончатопалости.  
 Генотип женщины –  $XX$ , поскольку у нее отсутствует  $Y$ -хромосома, содержащая ген перепончатопалости

Схема брака

P	♀ $XX$ нормальная	×	♂ $X Y^A$ С перепонками на ногах
гаметы			 
F <sub>1</sub>	♀ $XX$ нормальная		♂ $X Y^A$ С перепонками на ногах



## Задача 2

Гипоплазия эмали зубов наследуется как доминантный признак, сцепленный с X – хромосомой. В семье, где оба родителя страдали отмеченной аномалией, но при этом у матери в семье среди родственников некоторые были не подвержены этой патологии, родился ребенок с нормальной эмалью. Определите, пол ребенка, и какими могут быть их дальнейшие дети

**Ответ:** здоровым родился мальчик. В дальнейшем у этих родителей могут родиться больные дочери, а сыновья могут быть больными или здоровыми.

## Решение задача 2

A – гипоплазия

a – норма

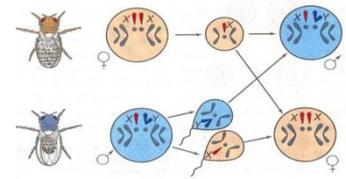
P: ♀  $X^A X$  × ♂  $X^A Y$

G:  $(X^A)$   $(X^a)$        $(X^A)$   $(Y)$

F<sub>1</sub>:  $X^A X^A$ ,  $X^A Y$ ,  $X^A X^a$ ,  $X^a Y$   
♀, гип.      ♂, гип.      ♀, гип.      ♂, здоров.

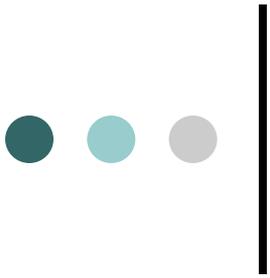
# Генетическое определение пола

## Проверьте свои знания



### Ответьте на вопросы

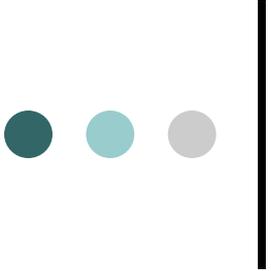
1. Какие типы хромосом вам известны?
2. Что такое гомогаметный и гетерогаметный пол?
3. Как наследуется пол у млекопитающих ( у человека)?
4. Как наследуются признаки, сцепленные с X-хромосомой и Y-хромосомой?



Стр. 160

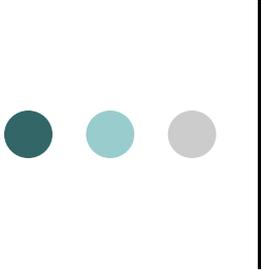
1. Прочитайте часть параграфа **45**, начиная с второго абзаца на стр. **160** до “Наследования признаков”.
2. Запишите в тетрадь основные типы формирования пола у животных и растений.

Работа  
с  
учебником



## Выводы

- Принадлежность к полу определяется парой половых хромосом
- Пол будущей особи определяется во время оплодотворения и зависит от того, какой набор половых хромосом сформируется в этот момент
- Гены, находящиеся в половой паре хромосом наследуются сцеплено с полом
- Для нормального функционирования организма важна не только комбинация половых хромосом, но и их количество
- Пол как и все другие признаки определяется не только генотипом, но и воздействием среды



## Литература

- ❖ Сайты: <http://www.wikipedia.ru> и <http://www.licey.net>
- ❖ Болгова И.В. Сборник задач по общей биологии с решениями для поступающих в вузы. -М.: Просвещение,2009
- ❖ Билич Г.Л., Крыжановский В.А. Биология. Полный курс. В 3-х т. Том 1.Анатомия. -М.:Мир,1996
- ❖ Р.Г.Заяц, В.Э.Бутвиловский, И.В.Рачковская, В.В. Давыдов Общая и медицинская генетика.-М.: ТКОО “АТС”, 2007.
- ❖ Энциклопедический словарь юного биолога./ Сост. М.Е. Аспиз./-М.Просвещение, 2010
- ❖ Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru>
- ❖ <http://super-gen.narod.ru/5.htm>
- ❖ <http://www.licey.net/bio/biology/lection19>
- ❖ [http://afonin-59-bio.narod.ru/2\\_heredity/2\\_heredity\\_lab/03.pdf](http://afonin-59-bio.narod.ru/2_heredity/2_heredity_lab/03.pdf)