



Copyright Microsoft

# Изменчивость

Наследственная и  
ненаследственная  
(фенотипическая)





# Изменчивость

- Одно из важнейших свойств живого, способность живых организмов существовать в различных формах, приобретать новые признаки и свойства



# **Наследственная (генотипическая) изменчивость**

- **Изменения признаков организма, определяемые генотипом и сохраняющиеся в ряду поколений**

- **НЕОПРЕДЕЛЕННАЯ ИЛИ ИНДИВИДУАЛЬНАЯ НАСЛЕДСТВЕННОСТЬ (по Дарвину)**

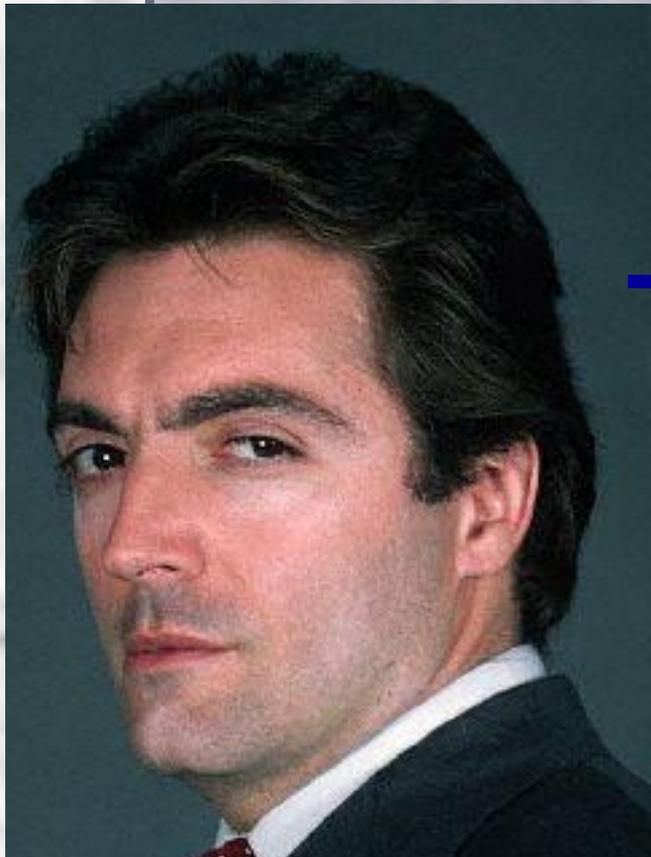
# Наследственная изменчивость



Комбинаци  
онная

Мутацио  
нная

# Комбинационная изменчивость

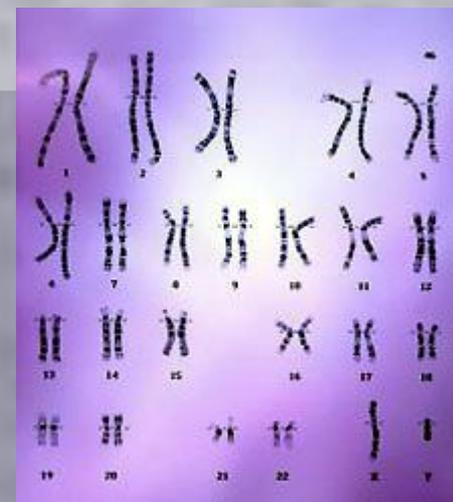
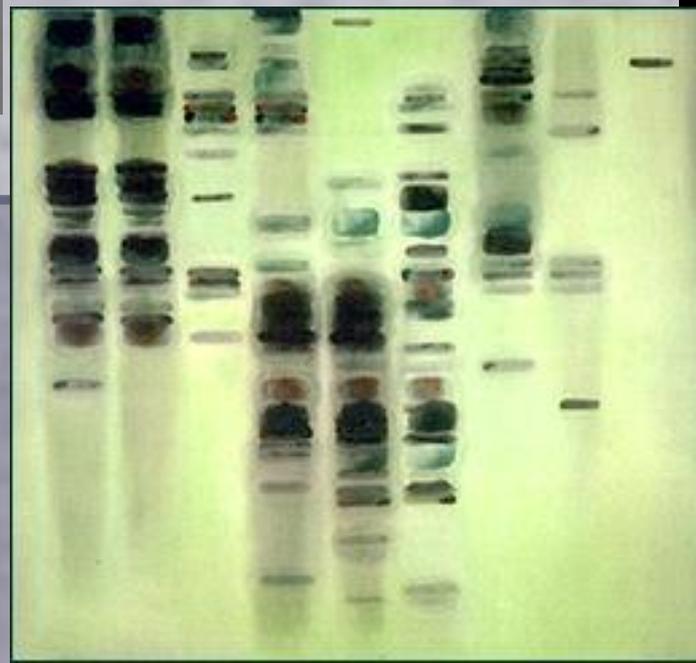
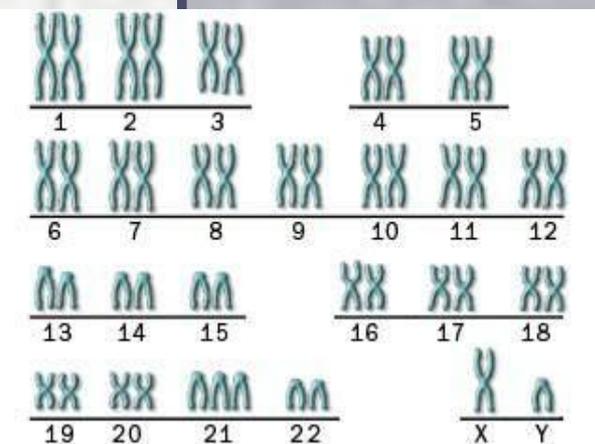
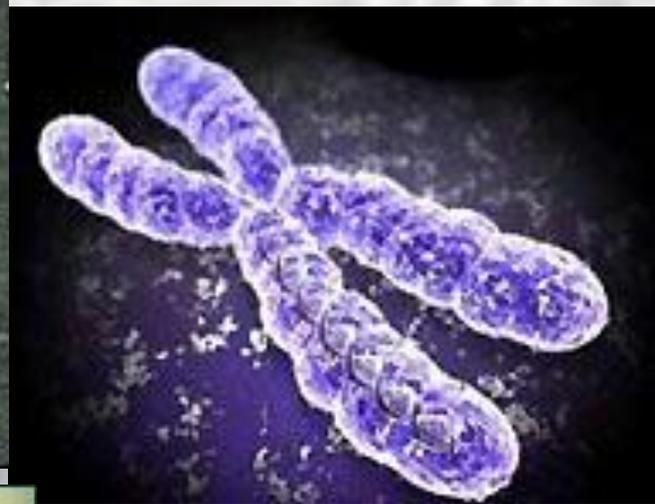
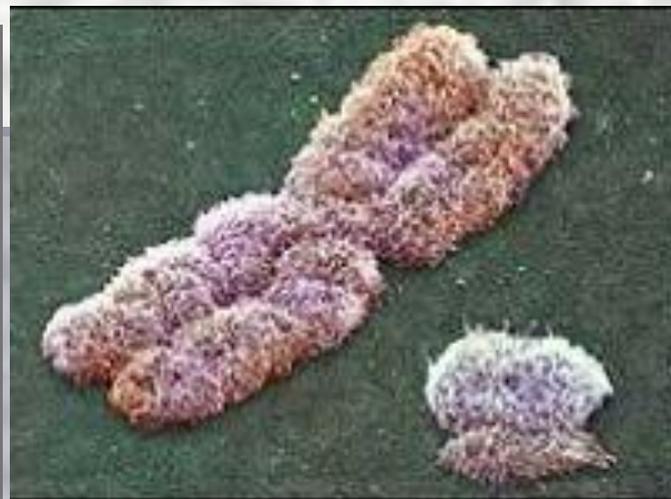
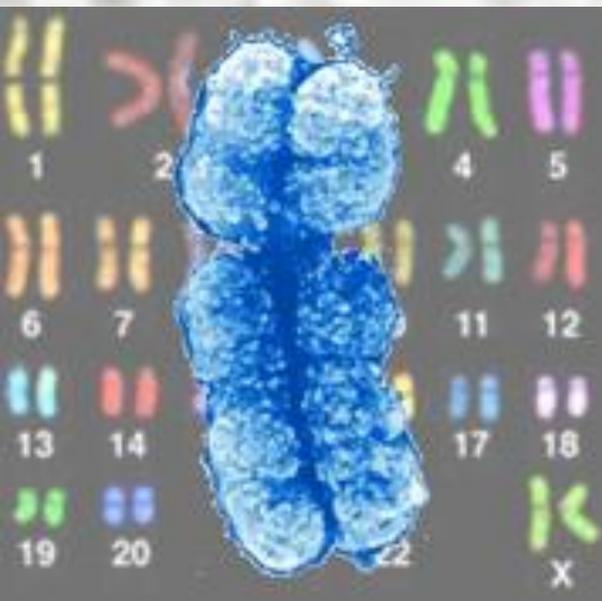


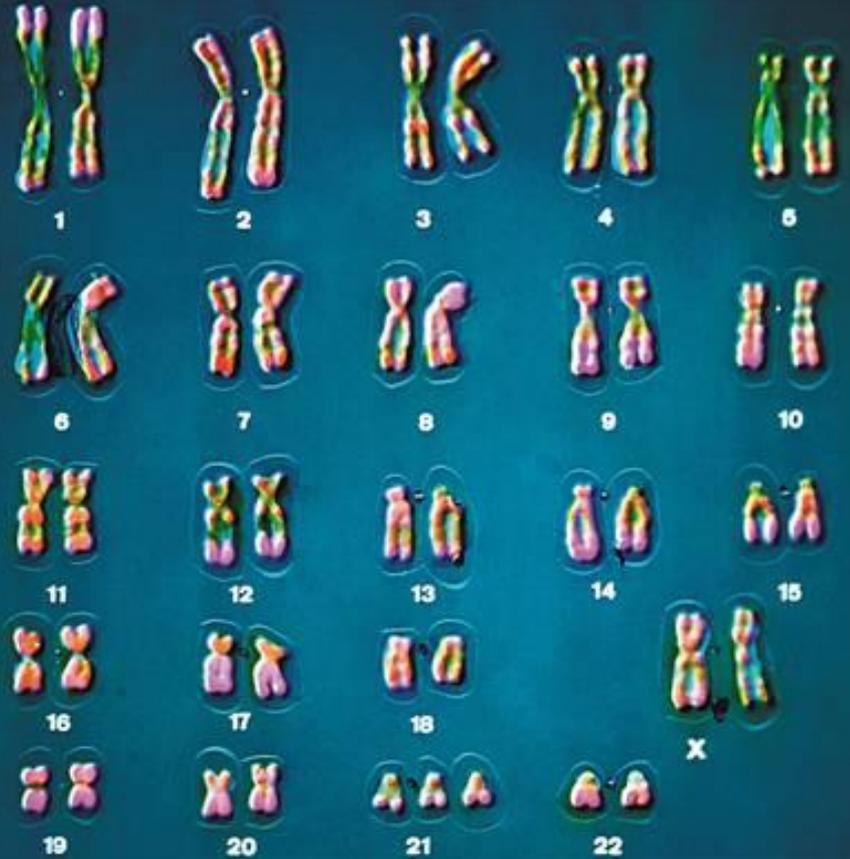
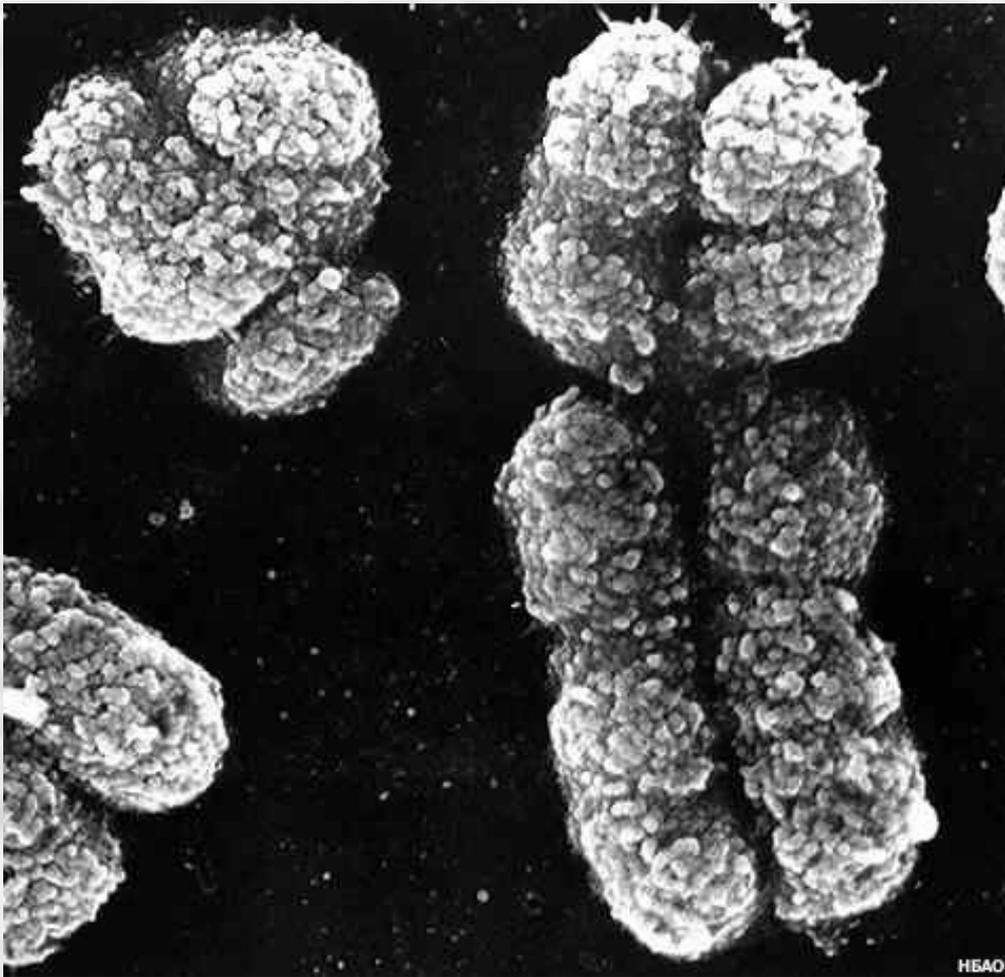
+



=









Индивидуальная

изменчивость

является  
материалом для эволюции и  
присуща всем видам живых  
существ без исключения



# Мутационная изменчивость –

процесс появления у организмов новых признаков вследствие мутаций

Мутация – редкое, случайно возникшее, стойкое изменение генотипа, затрагивающее весь геном, целые хромосомы, их части или отдельные гены

# **Мутации – это наследственные изменения генетического материала**

- **Мутации** – это внезапные естественные или вызванные искусственно наследственные изменения генетического материала, приводящие к изменению тех или иных фенотипических признаков и свойств организма



# Основные положения мутационной теории

Х.Де Фриза

(голландский ученый – ботаник, 1901 г.)

**Возникают внезапно как дискретные изменения признаков**

**Новые формы устойчивы**

**Представляют собой качественные изменения**

**Проявляются по-разному и могут быть полезными, нейтральными и вредными**



# Классификация мутаций

- По характеру изменения генома
- По проявлению в гетерозиготе
- От причин вызывающих мутации
- По отношению к возможности исследования

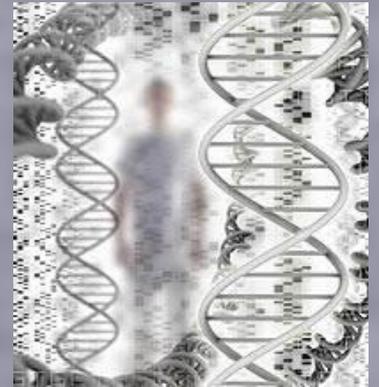




Рис. 4.2. Схема типов мутаций

# Мутации

Изменения числа хромосом  
(перестройки генома)

Изменения структуры хромосом  
(хромосомные aberrации)

Изменения структуры гена  
(генные мутации)

Полиплоидия

Гамплоидия

Анеуплоидия

Нехватки  
(делеции)

Дупликации

Инверсии

Транслокации

Кратное увеличение основного  
(гаплоидного) числа хромосом

Потеря или добавление одной  
или нескольких хромосом

Уменьшение диплоидного набора  
хромосом в 2 раза

Потеря какого-либо участка  
хромосомы

Удвоение какого-либо участка  
хромосомы

Поворот какого-либо участка  
хромосомы на 180°

Обмен участками между  
двумя нехомологичными хромосомами

Изменение порядка чередо-  
вания нуклеотидов

Вставка нуклеотидов

Удвоение нуклеотидов

Потеря нуклеотидов



2

3

4

5



6

X

X



7

12



13

15



16

17

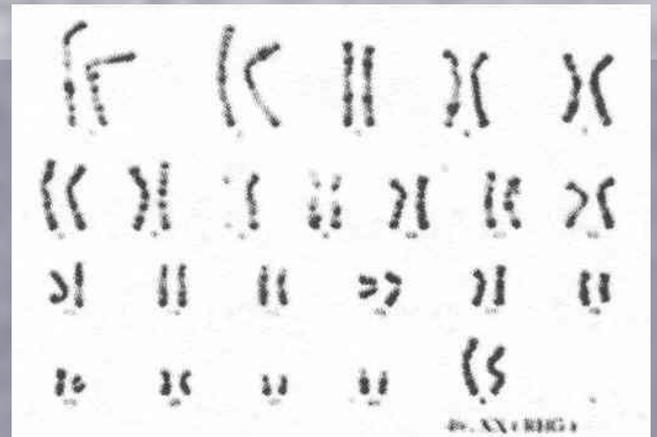
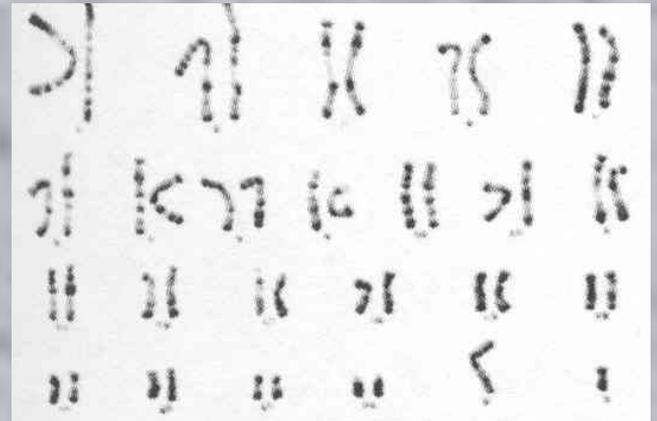
18

19

20

# По характеру изменения генома

- Геномные
- Хромосомные
- Генные



# По проявлению в гетерозиготе

- Доминантные
- Рецессивные



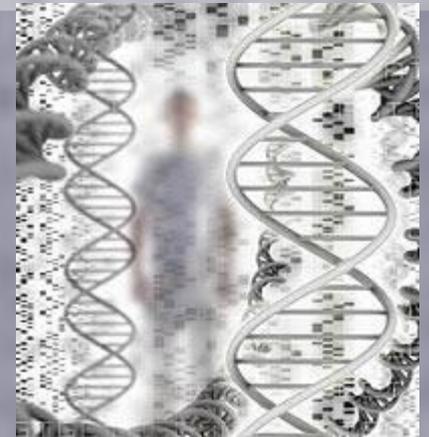


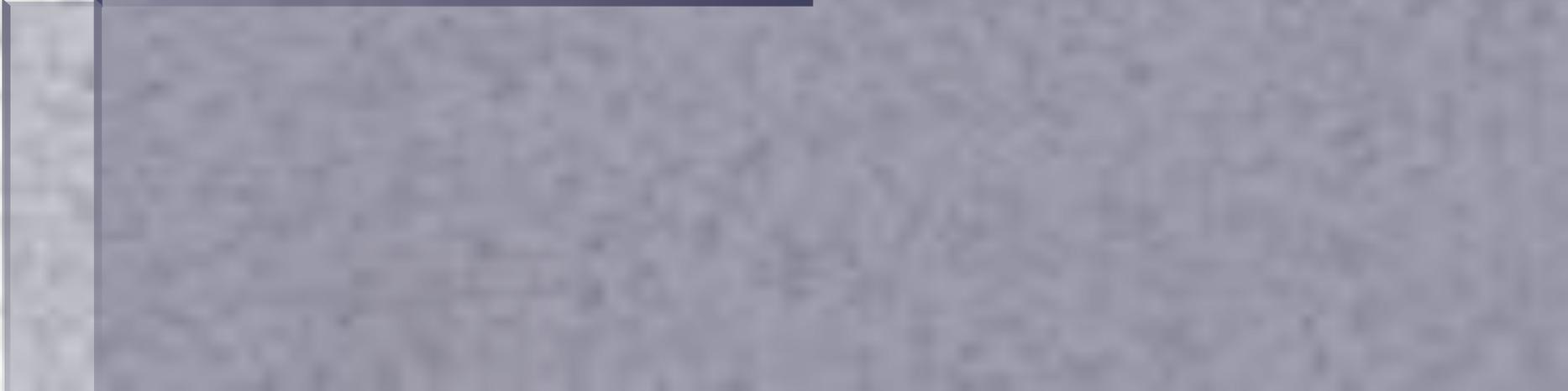
**рецессивная**



# В зависимости от причин

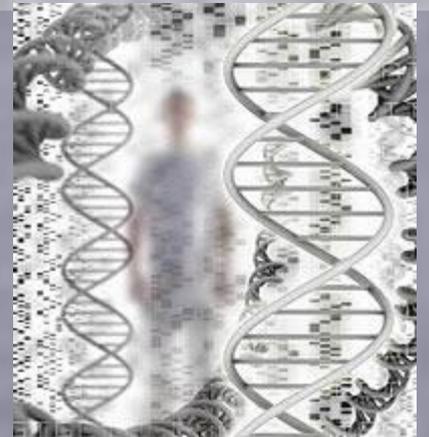
- **Спонтанные**
- **Индукцированные**





# По возможности исследования

- Генеративные
- Соматические



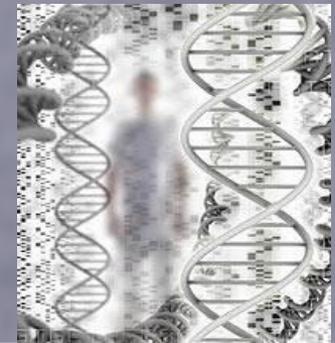
**аутосомная**



# Соматические мутации

Соматические мутации – мутации, возникающие в соматических клетках.

Как правило по наследству не передаются

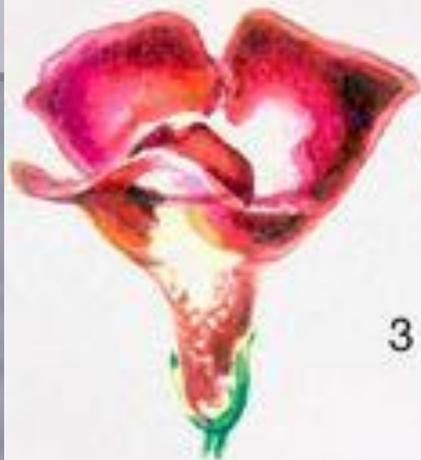




1



2



3



# Соматическая мутация

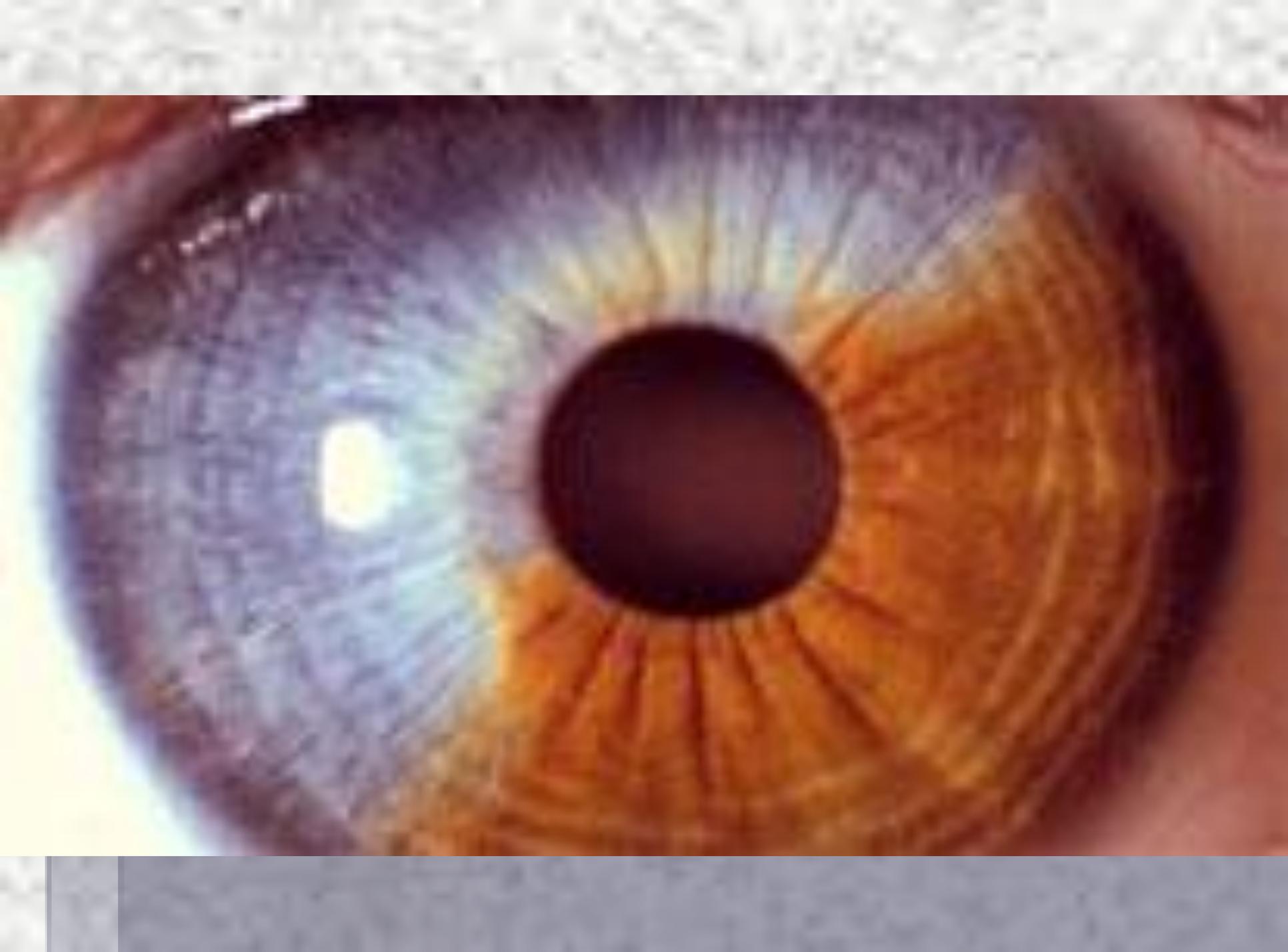






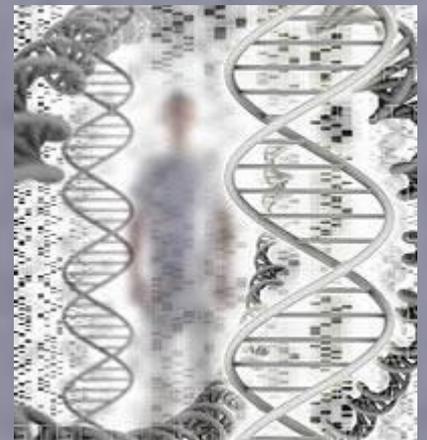


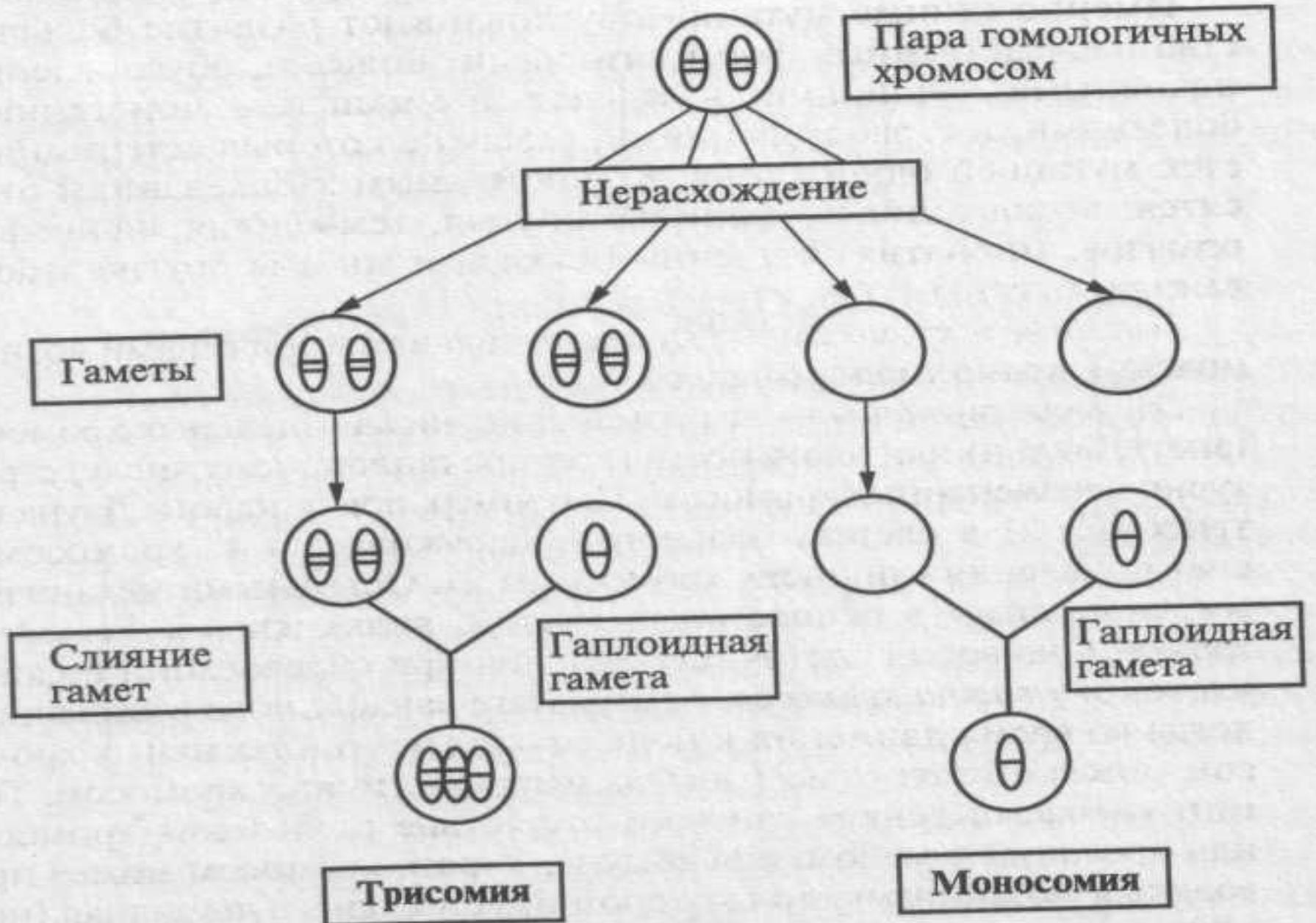


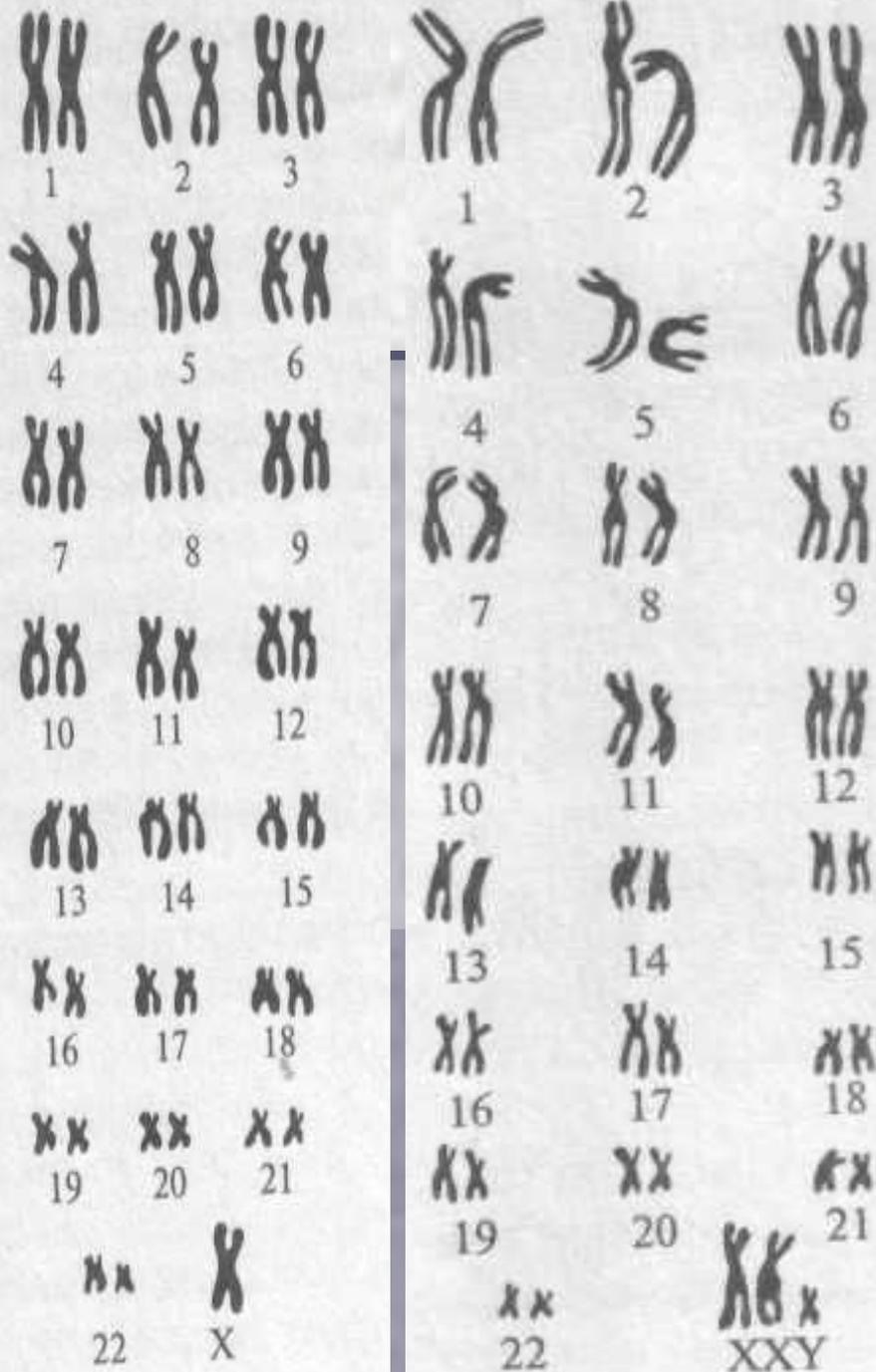
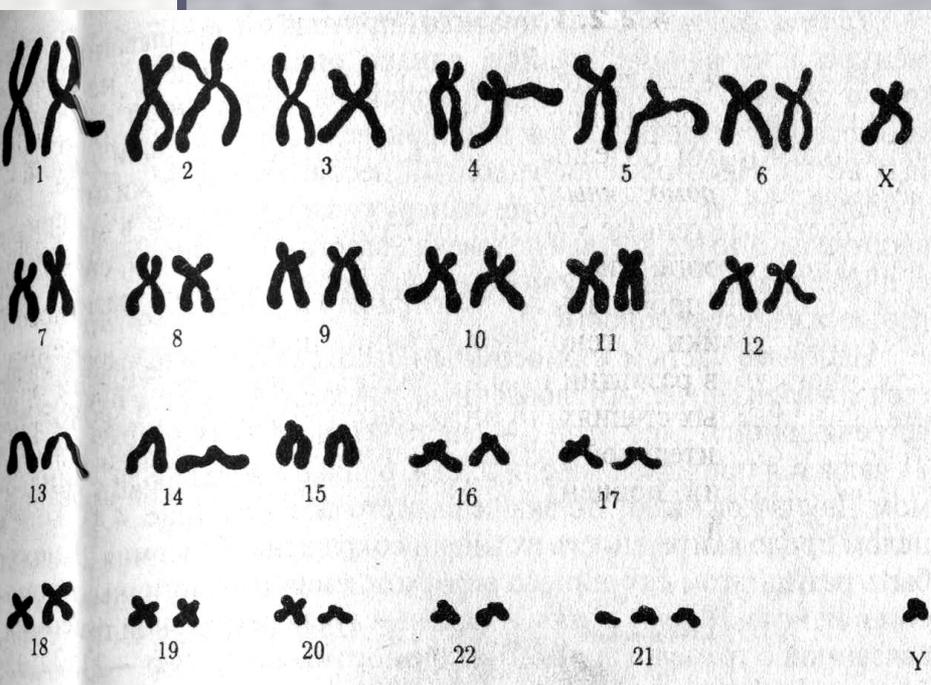
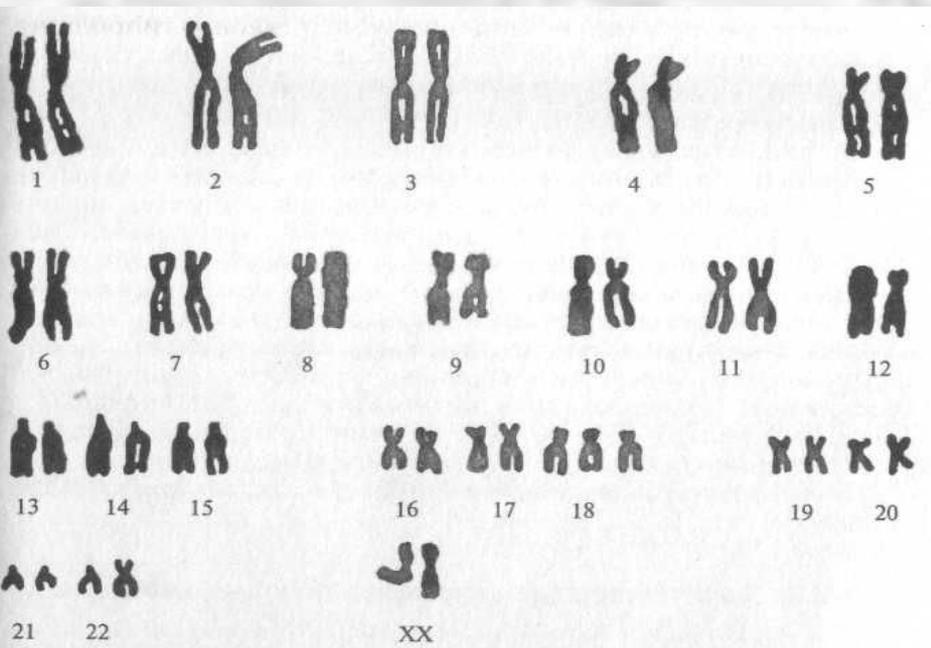


# Геномные мутации

Геномные мутации – мутации, приводящие к изменению количества хромосом









## *Синдром Дауна*

возникает в  
результате  
удвоение 21  
хромосомы  
( $2n=47$ )



*Кретинизм*  
возникает в  
результате  
слияния

14 и 15  
хромосомы  
( $2n=45$ )

# **Хромосомные мутации**

**Хромосомные мутации  
– изменения в составе  
хромосом**

# Виды хромосомных мутаций:

А Б В Г Д Е - нормальный порядок генов  
- Дупликация (удвоение участка)

А Б В В Г Д Е

А Б В Г Д - Делеция (нехватка участка)

А Б Г В Д Е - Инверсия (поворот участка на 180°)

А Б В Г М К - Транслокация (перемещение участка на негомологичную хромосому)

А Б В Г Д Е - Слияние негомологичных хромосом  
О Р R S T



**Синдром  
Вильямса  
возникает в  
результате  
делеции в 7  
хромосоме**

# Генные мутации

Генные мутации – мутации, связанные с изменением последовательности нуклеотидов в молекуле ДНК

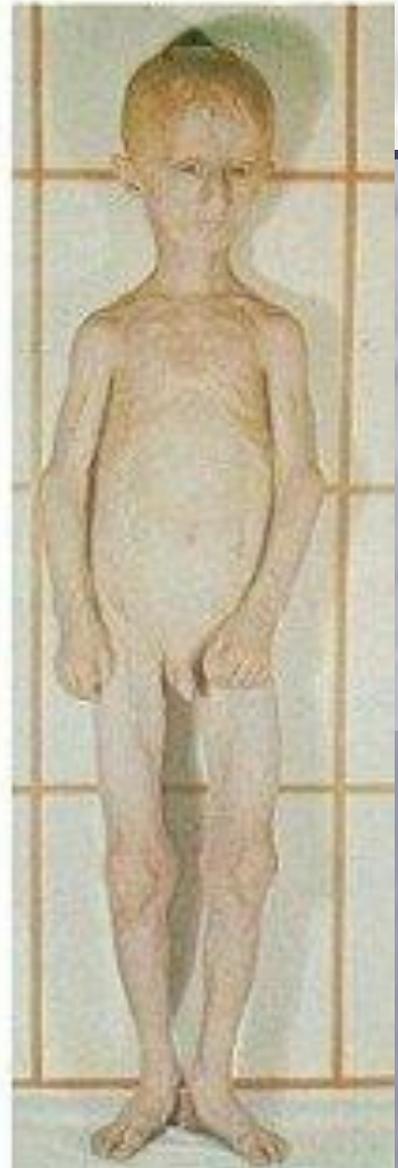




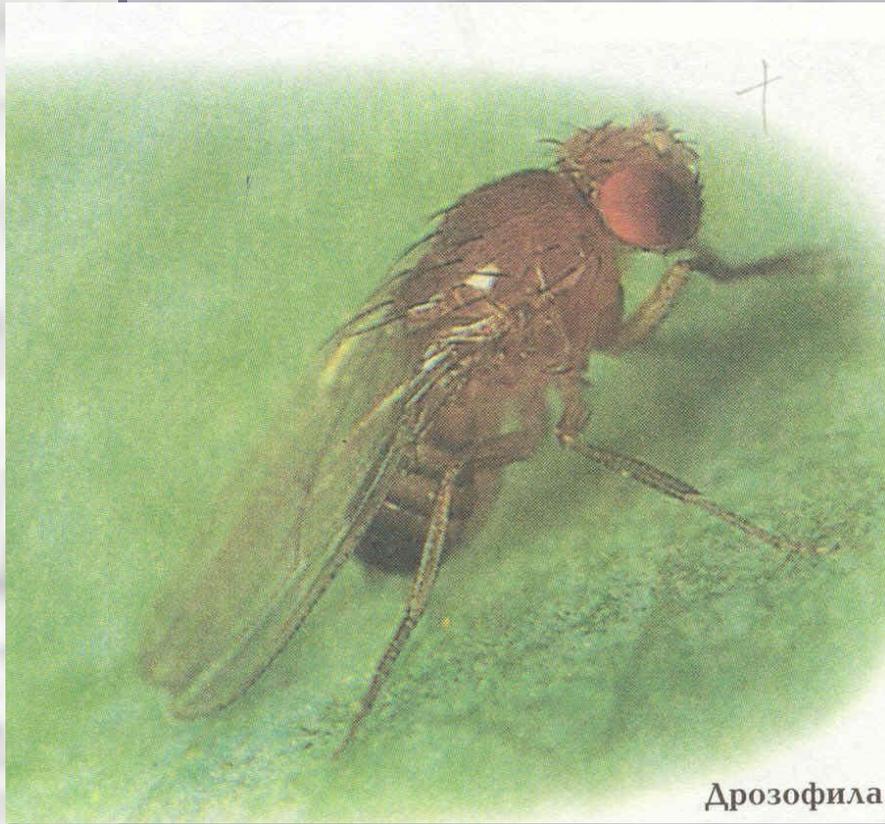


Преждевременное  
старение –  
результат генной  
мутации





# Мутации дрозофил



**Норма**



**Мутация**

# Мутации мышей



Домовая мышь

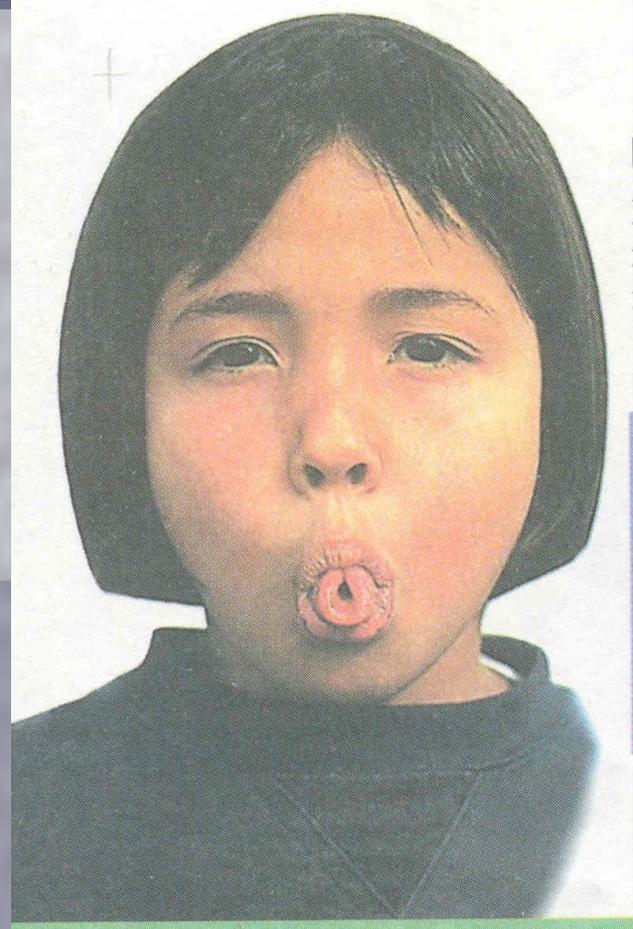
Мутантная мышь

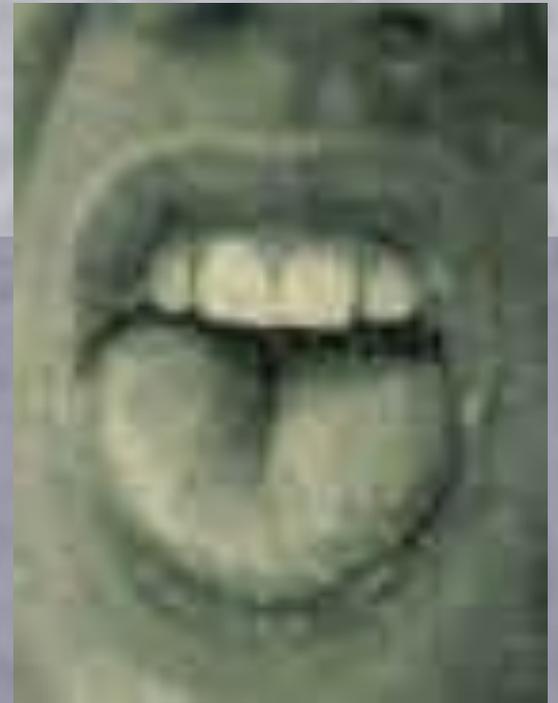


# Мутации человека

Некоторые люди могут сворачивать язык в трубочку.

Невозможно научить людей делать эту гримасу. Либо можешь, либо не можешь!

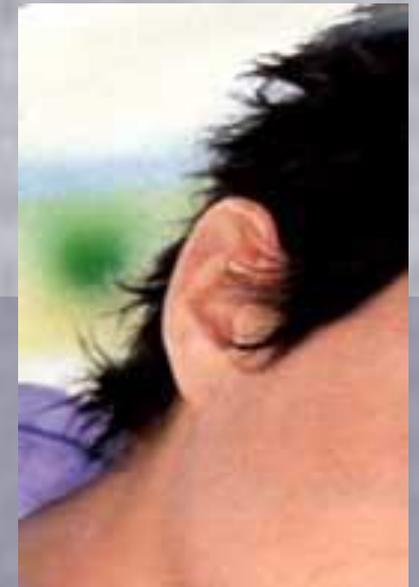
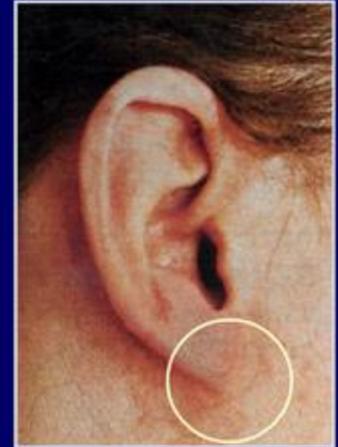




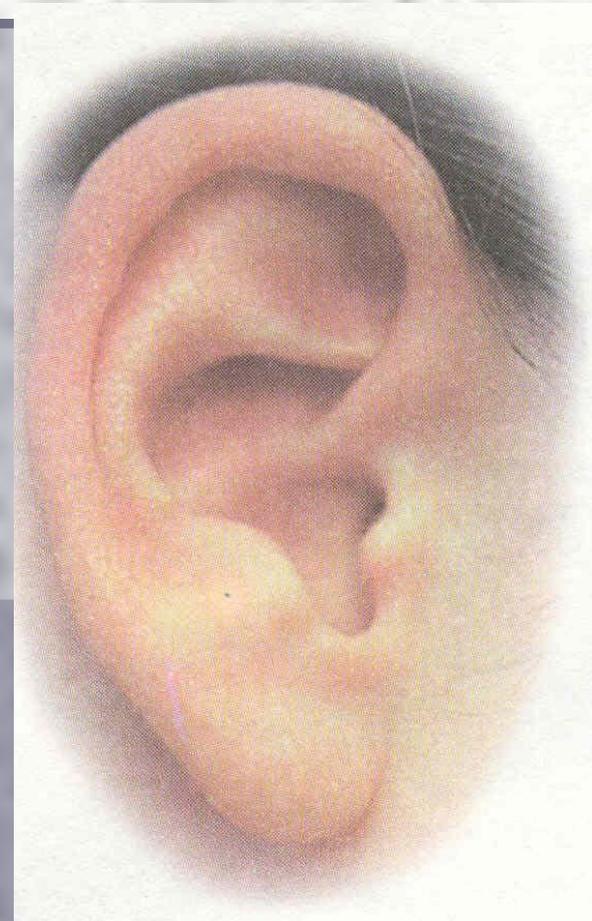
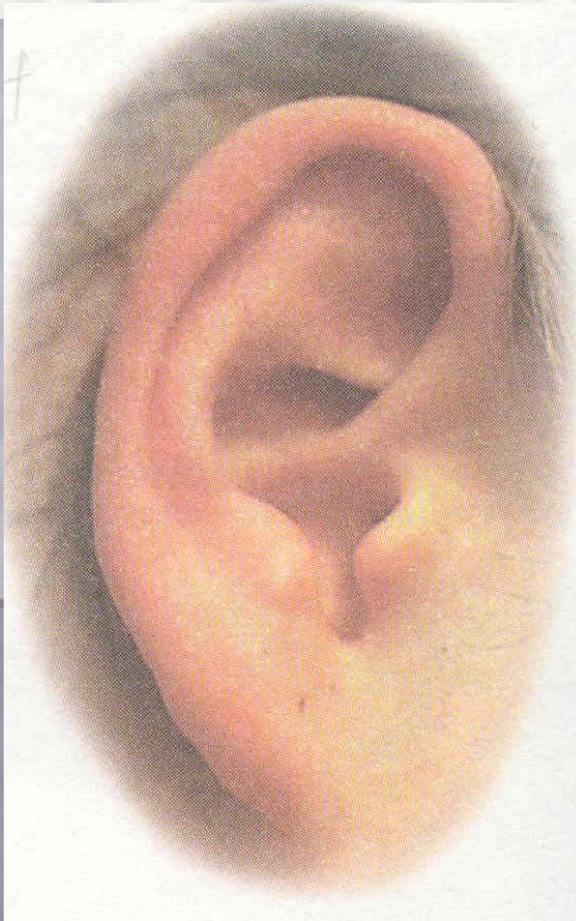
Свободная мочка уха



Сращенная мочка уха



**У многих людей свободная мочка уха. У других она сросшаяся**

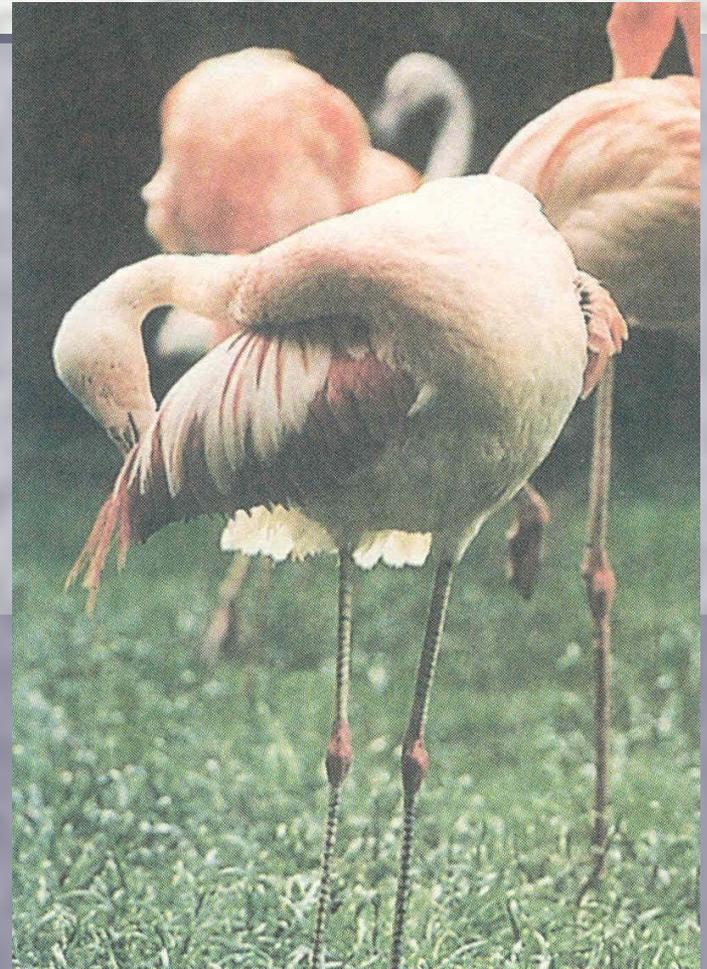




# Мутации настоящие и ложные



**Белые фламинго не мутанты! Окрас розовых фламинго обусловлен их пищей.**



# Как возникают мутации?

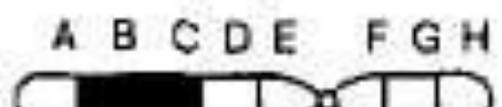
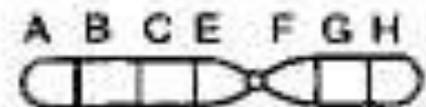
- **Радиационный фон**
- **Ультрафиолетовое излучение**
- **Химические вещества**

# Геномная мутация

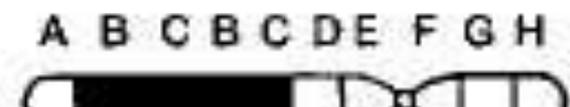
- Нарушение расхождения хромосом при мейозе:
- Недостаток одной хромосомы
- Избыток одной хромосомы
- Кратное увеличение хромосом - полиплоидия



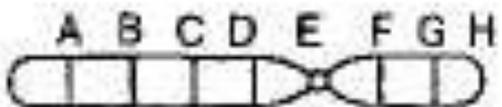
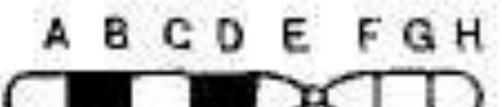
Делеция



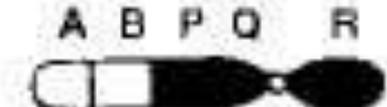
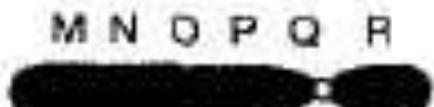
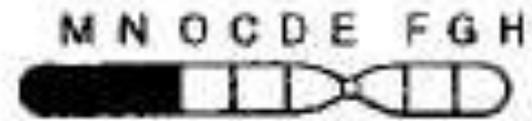
Дупликация



Инверсия



Транслокация



# Синдром Дауна







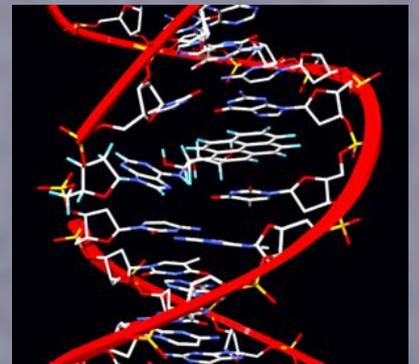


# Передача мутаций

**Если сперматозоид или яйцеклетка содержат мутировавший ген, то новое животное – мутант. У его потомков, возможно, тоже будет проявляться эта мутация**

# Примеры мутаций

Определите виды мутаций





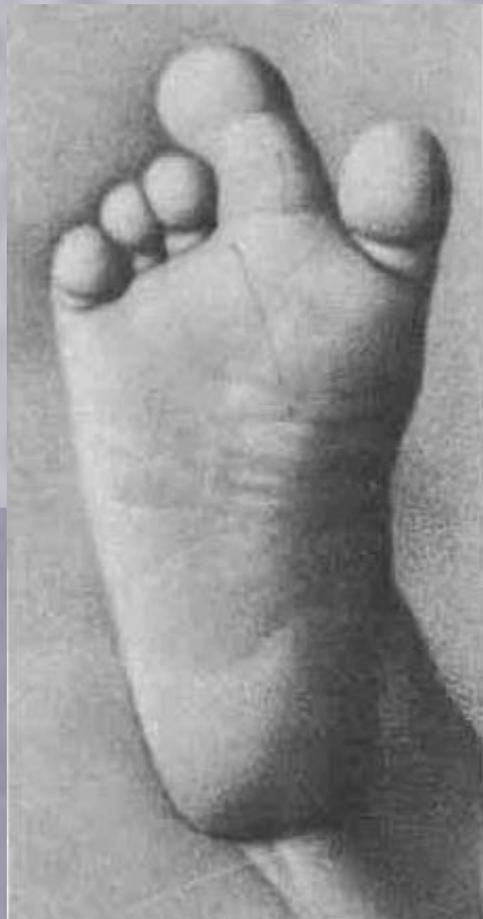








[www.endosur.narod.ru](http://www.endosur.narod.ru)



# **Модификационная изменчивость**

- **Процесс появления новых признаков под влиянием факторов внешней среды, не затрагивающий генотип**







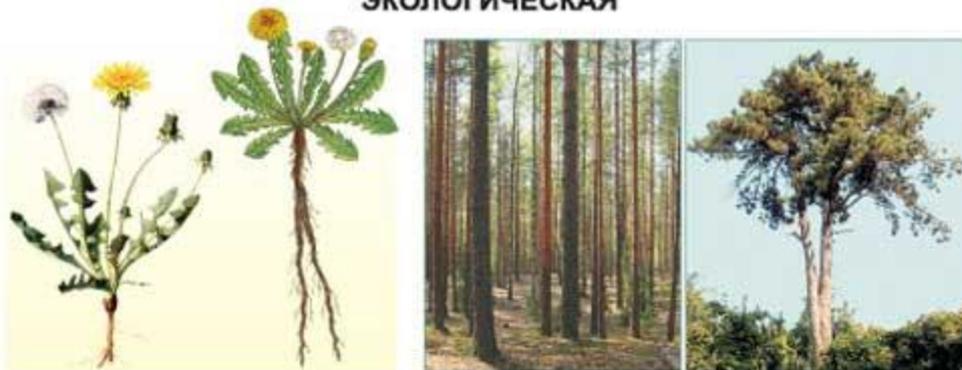
- **Влияние температурного фактора**



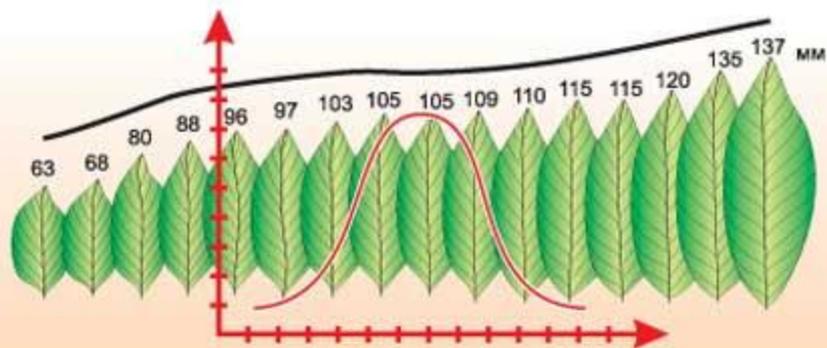




## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ



## ВАРИАЦИОННЫЙ РЯД ИЗМЕНЧИВОСТИ



## СЕЗОННАЯ



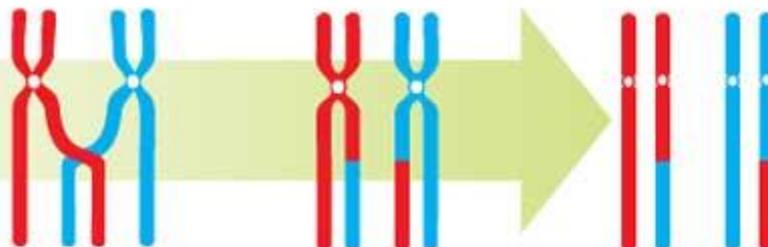
# Норма реакции

- Пределы, в которых возможно изменение признака у данного генотипа
- Определяется генотипом
- Разная у разных признаков
- Наследуется

## ФОРМЫ НАСЛЕДСТВЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ

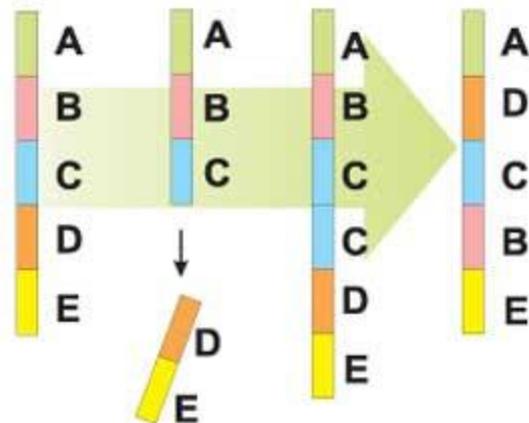
А

СХЕМА КРОССИНГОВЕРА



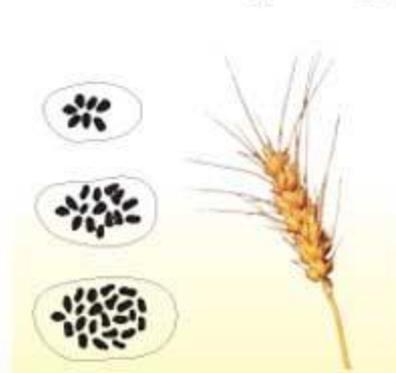
Б

ТИПЫ ВНУТРИХРОМОСОМНЫХ ПЕРЕСТРОЕК



ПОЛИПЛОИДИЯ

В



ИЗМЕНЧИВОСТЬ ОКРАСКИ БРАЧНОГО НАРЯДА САМЦА КУЛИКА-ТУРУХТАНА

Г



ИЗМЕНЧИВОСТЬ КРЫЛЬЕВ У МУХИ-ДРОЗОФИЛЫ

Д



# Модификационная наследственность





# Таблица: "Типы мутаций":

	<u>Геномные</u>	<u>Хромосомные</u>	<u>Генные</u>
<p>1. Сущность мутации (в чем заключается).</p> <p>2. С чем связано возникновение мутаций</p> <p>3. Типы мутаций.</p> <p>4. Примеры заболеваний человека.</p>	<div style="text-align: center;"> <p><b><u>Геномные мутации</u></b></p> <pre> graph TD     A[Геномные мутации] --&gt; B[ ]     A --&gt; C[анеуплоидия (гетероплоидия)]     B --&gt; D[ ]     B --&gt; E[ ]                     </pre> </div>	<div style="text-align: center;"> <p><b><u>хромосомные мутации</u></b></p> <p><u>дупликация</u></p> <p>. АБ <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">ВВ</span> ГДЕ</p> <p>.</p> <p>.</p> <p>.</p> <p>.</p> <p>.</p> </div>	

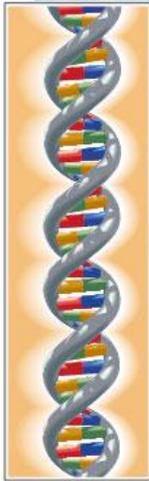






## Как спасти человечество

Люди не динозавры: просто так их не изведёшь. Уже сейчас учёные задумываются над тем, как им решить проблему с погибающей хромосомой. И несколько разработок уже имеется



SRY – участок мужской половой хромосомы (the Sex-determining Region of the Y chromosome – «определяющая пол область Y-хромосомы»). Именно этому крохотному отрезку молекулы ДНК человечество обязано существованием двух полов

Мужская Y-хромосома представляет собой сильно укороченный и изменённый вариант женской X-хромосомы. Это даёт повод феминисткам называть мужчин «испорченными женщинами»

**Способ первый.** Можно пойти по пути, подсказанному природой. В предгорьях Кавказа обитает симпатичный зверёк, называемый по-латыни *Ellobius lutescens*, а по-русски – горная слепушонка. У него Y-хромосома отсутствует вовсе, а все мужские гены, в том числе определяющие пол, распределены между остальными хромосомами. Такое же «рассредоточение» мужских генов можно провести и в человеческом геноме

⊕ Проблема таким образом откладывается на весьма длительный, 10–15 млн. лет, срок

⊖ Однако полностью она не решается. Второго SRY-участка в геноме все равно нет, следовательно, рано или поздно этот определитель мужского пола окончательно сломается



**Способ второй.** Метод амазонок. Человек уже сейчас научился худо-бедно клонировать высших животных. Через 125 тыс. лет клонирование человека, если таковой ещё будет существовать, вряд ли будет проблемой

⊕ Клонирование – относительно простой и надёжный метод

⊖ Мужчины, способные к размножению, при клонировании исчезнут с лица земли окончательно

**Способ третий.** Адонисова хромосома. Этот метод предложил профессор Сайкс. Адонисова хромосома представляет собой гибрид женской (X) и мужской (Y) хромосом. Адонисом в Древней Финикии, а затем и в Древней Греции, называли бога плодородия, умиравшего и воскресавшего каждый год

⊕ Создание адонисовой хромосомы полностью решает проблему репарации (само-ремонта) мужской хромосомы

⊖ Если человечество воспользуется этим методом, то на каждую родившуюся девочку будут приходиться три новорожденных мальчика

