

**Пермская Государственная Медицинская Академия имени  
академика Е.А.Вагнера**

**Кафедра биологии, экологии и медицинской генетики**

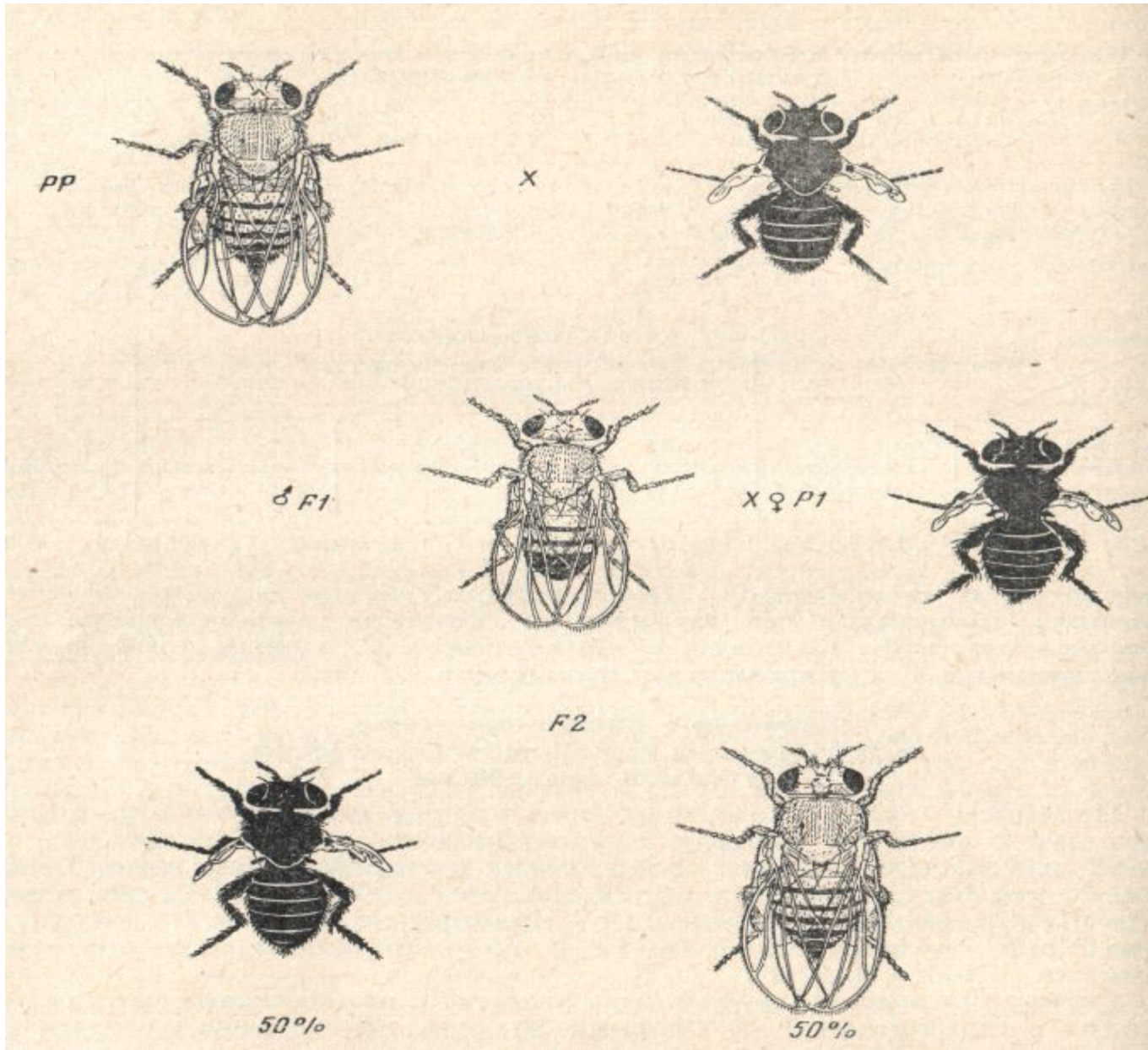
**СЦЕПЛЕНИЕ  
ГЕНОВ.  
КРОССИНГОВЕР**

# **Тема: Сцепление генов.**

## **Кроссинговер**

- 1. Сцепление генов**
- 2. Кроссинговер**
- 3. Генетические карты  
хромосом**
- 4. Хромосомная теория  
наследственности**

# 1. Сцепление генов.



**Совместное наследование  
генов, ограничивающее их  
свободное  
комбинирование, Морган  
предложил называть  
сцеплением генов или  
сцепленным  
наследованием**

# Генетическая запись сцепленного наследования

**B** – серое тело

**b** – черное тело

**V**- длинные крылья

**v** - короткие крылья

$$\begin{array}{l} \text{♀ } \underline{BV} \\ \overline{BV} \end{array} \times \begin{array}{l} \text{♂ } \underline{bv} \\ \overline{bv} \end{array}$$

$$F_1 \begin{array}{l} \underline{BV} \\ \overline{bv} \end{array}$$

# Анализирующее скрещивание

I серия опытов:

♀ **bv** x ♂ F<sub>1</sub> **BV**  
**bv** **bv**

F<sub>2</sub> **bv** ; **bv**  
**BV** **bv**

♀, ♂ ; ♀, ♂

**50%** **50%**

- **Группа сцепления – гены, находящиеся в одной хромосоме.**

- **Количество групп сцепления = гаплоидному набору хромосом.**

# Закон сцепления Т.

## Моргана:

- Гены, расположенные в одной хромосоме наследуются сцепленно, причем сила сцепления зависит от расстояния между генами

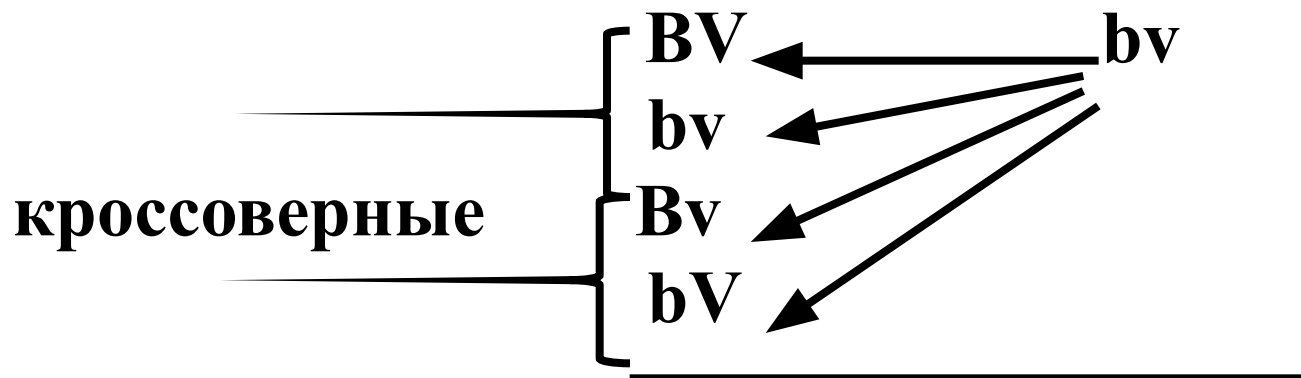


## II Кроссинговер

### Анализирующее скрещивание

II серия опытов:

♀ F1  $\frac{\underline{BV}}{\underline{bv}}$  x ♂  $\frac{\underline{bv}}{\underline{bv}}$



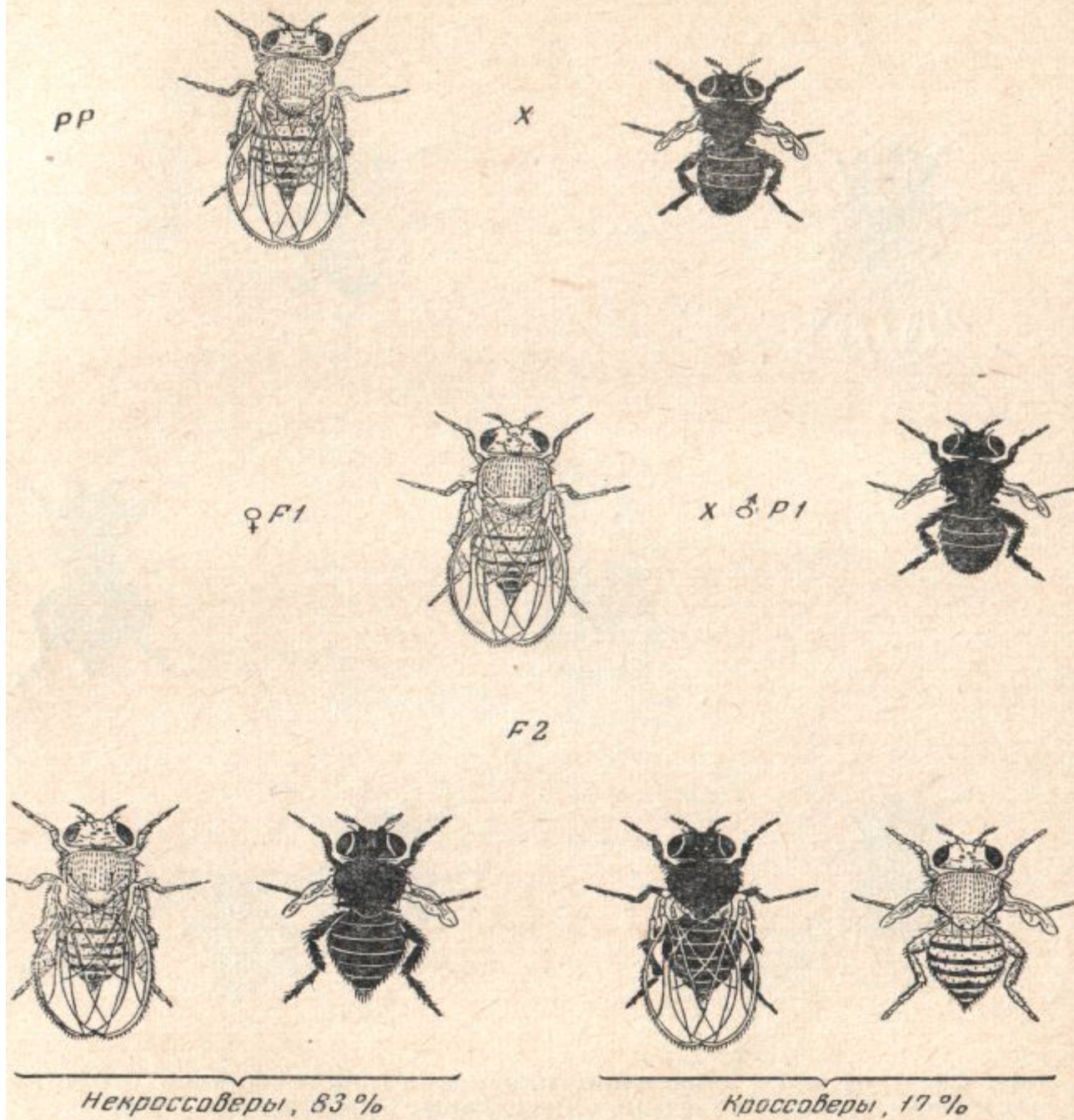
F2  $\frac{\underline{BV}}{\underline{bv}}$   $\frac{\underline{bv}}{\underline{bv}}$   $\frac{\underline{Bv}}{\underline{bv}}$   $\frac{\underline{bV}}{\underline{bv}}$

83%

17%

некроссоверы

кроссоверы



с. 29. Неполное сцепление признаков как результат перекреста

**Кроссоверные гаметы** – гаметы с хромосомами, претерпевшими кроссинговер.

**Некроссоверные гаметы** – не претерпевшие кроссинговер.

**Кроссоверы = рекомбинанты**

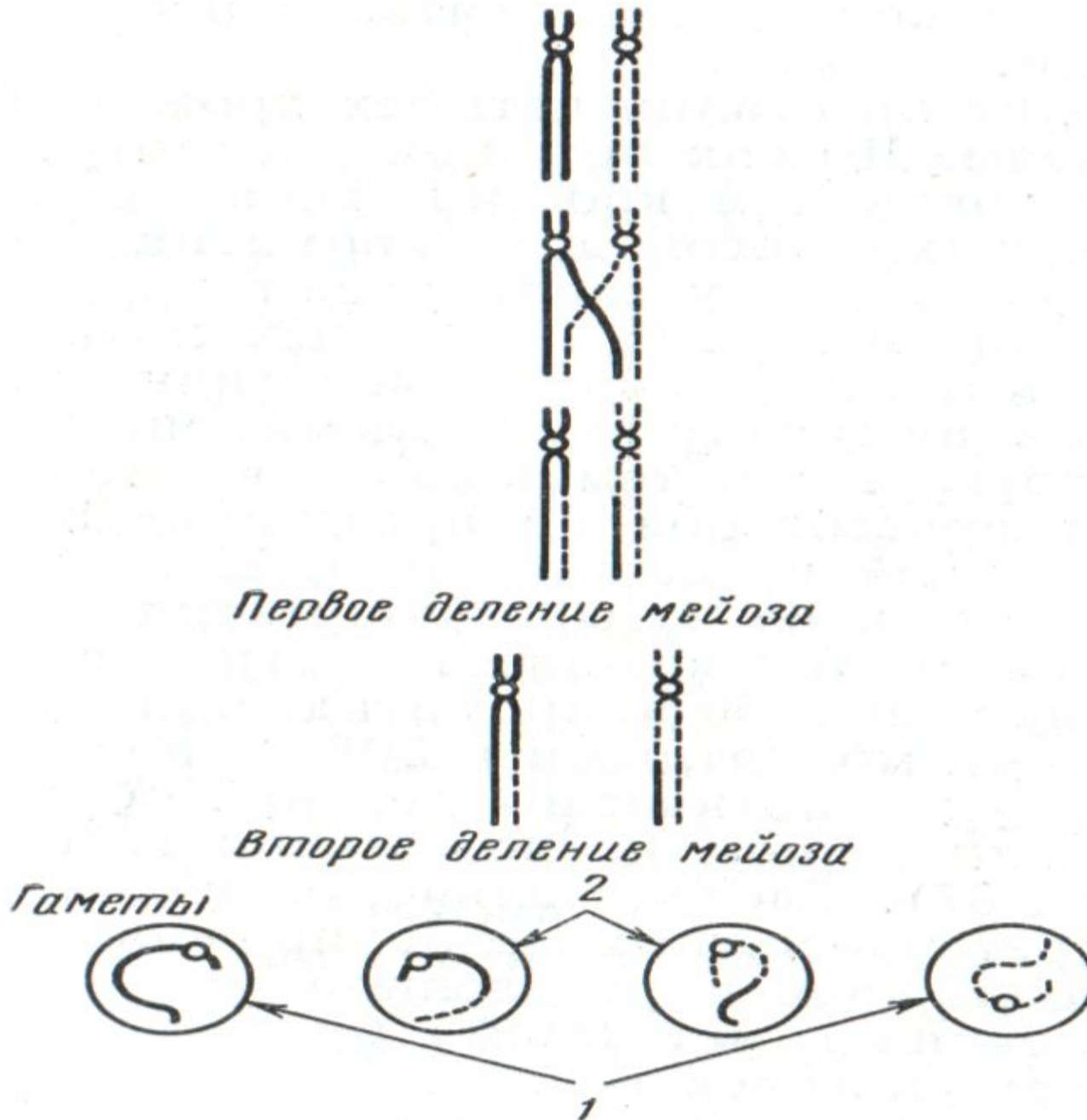
**Некроссоверы = нерекомбинанты**

**• Процесс обмена  
идентичными участками  
гомологичных хромосом с  
содержащимися в них  
генами, называется  
перекрестом хромосом или  
кроссинговером**

Происходит на стадии **4-х**  
хроматид и приурочен к  
образованию **хиазм**.

Существует определенная  
зависимость между длиной  
хромосомы и числом хиазм

# Схема образования гамет после одинарного кроссинговера



# Факторы, влияющие на кроссинговер:

- 1) Гомо- и гетерогаметность пола
- 2) Влияние структуры хромосом – вблизи центромеры перекрест происходит редко, по мере удаления от центромеры частота перекреста увеличивается, к теломерам хромосом снова уменьшается
- 3) Зависимость от возраста
- 4) Влияние хромосомных перестроек
- 5) Влияние факторов внешней среды (температура, ионизирующее излучение,  $\text{Ca}^{++}$  и  $\text{Mg}^{++}$  и др.

С **1-4** факторы вызывают  
спонтанный кроссинговер,  
**5** – индуцированный  
кроссинговер



Расстояние между генами измеряется в  
**% кроссинговера (Морган)**

**1 % кроссинговера**

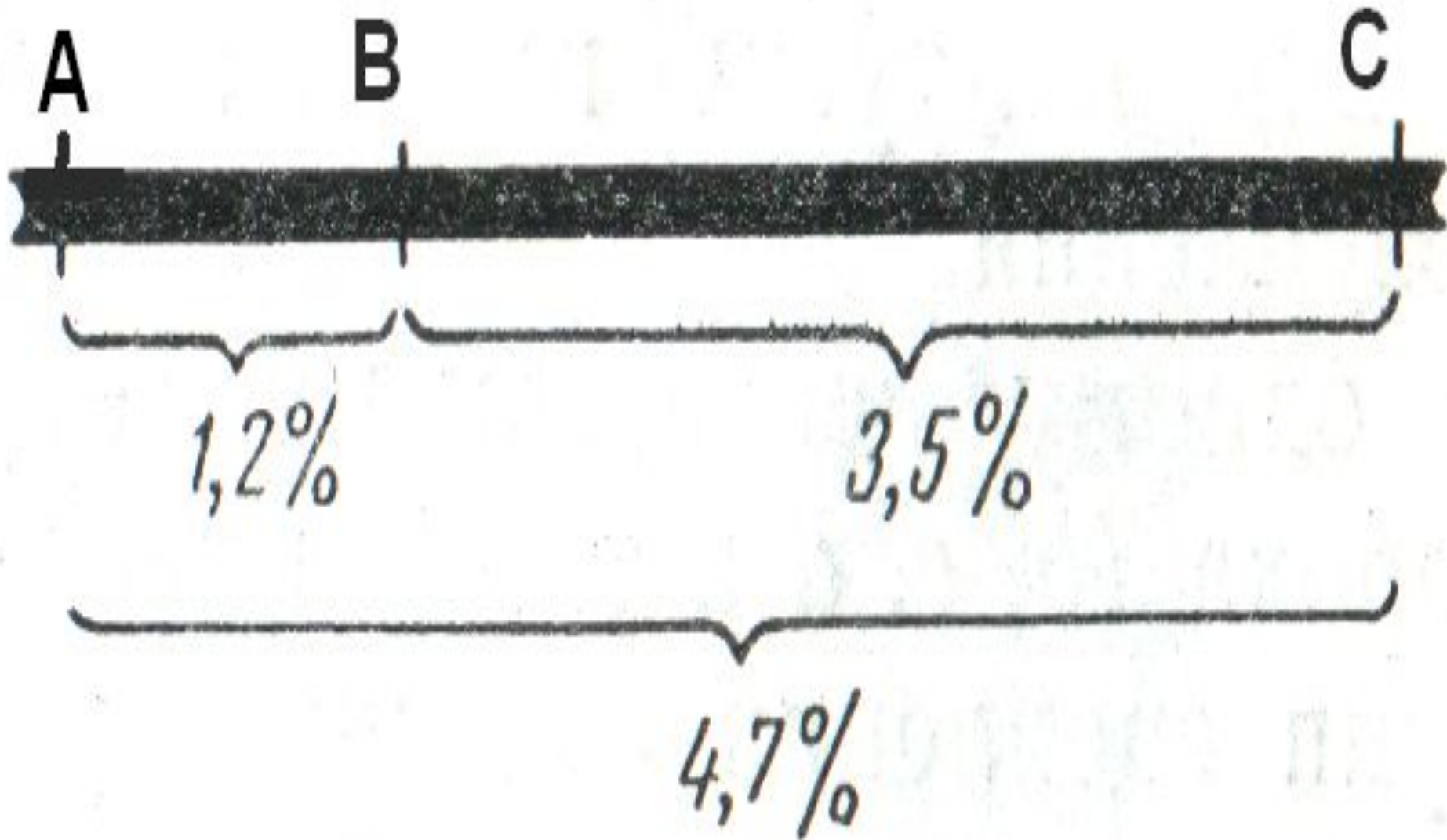
**= 1 морганида (Серебровский)**

**1% кроссинговера – наименьшее**  
расстояние между генами, при  
котором из **100** случаев возможен **1**  
кроссинговер

Определение положения гена в хромосоме:

- 1)** Определить группу сцепления
- 2)** Установить место гена в группе сцепления путем учета результатов кроссинговера. При этом нужно, чтобы локус определяемого гена был **3-й** точкой

# Схема расположения генов в хромосоме



# III Генетические карты хромосом

**Генетическая карта**

**хромосом – схема**

**относительного**

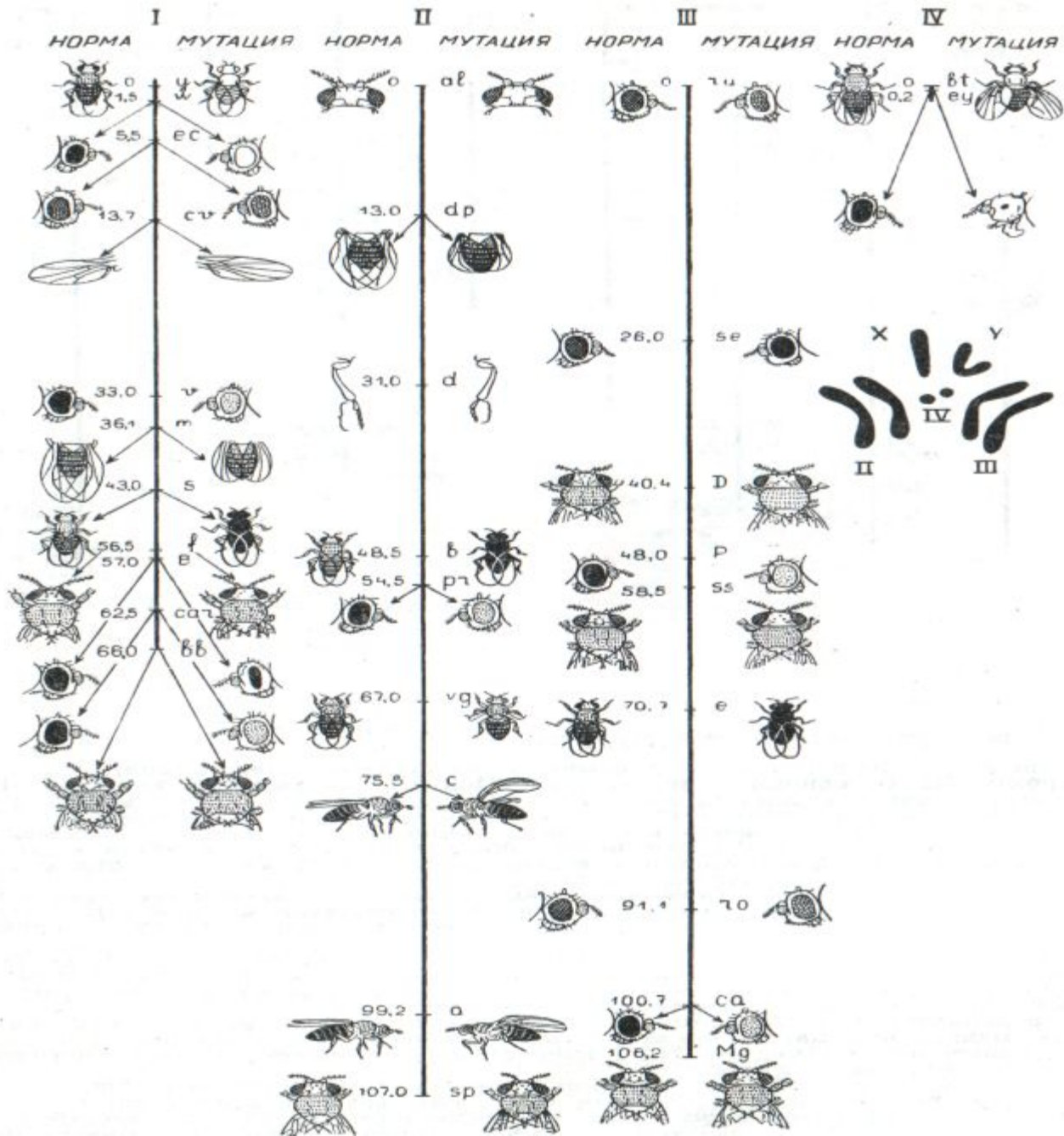
**расположения генов,**

**находящихся в данной**

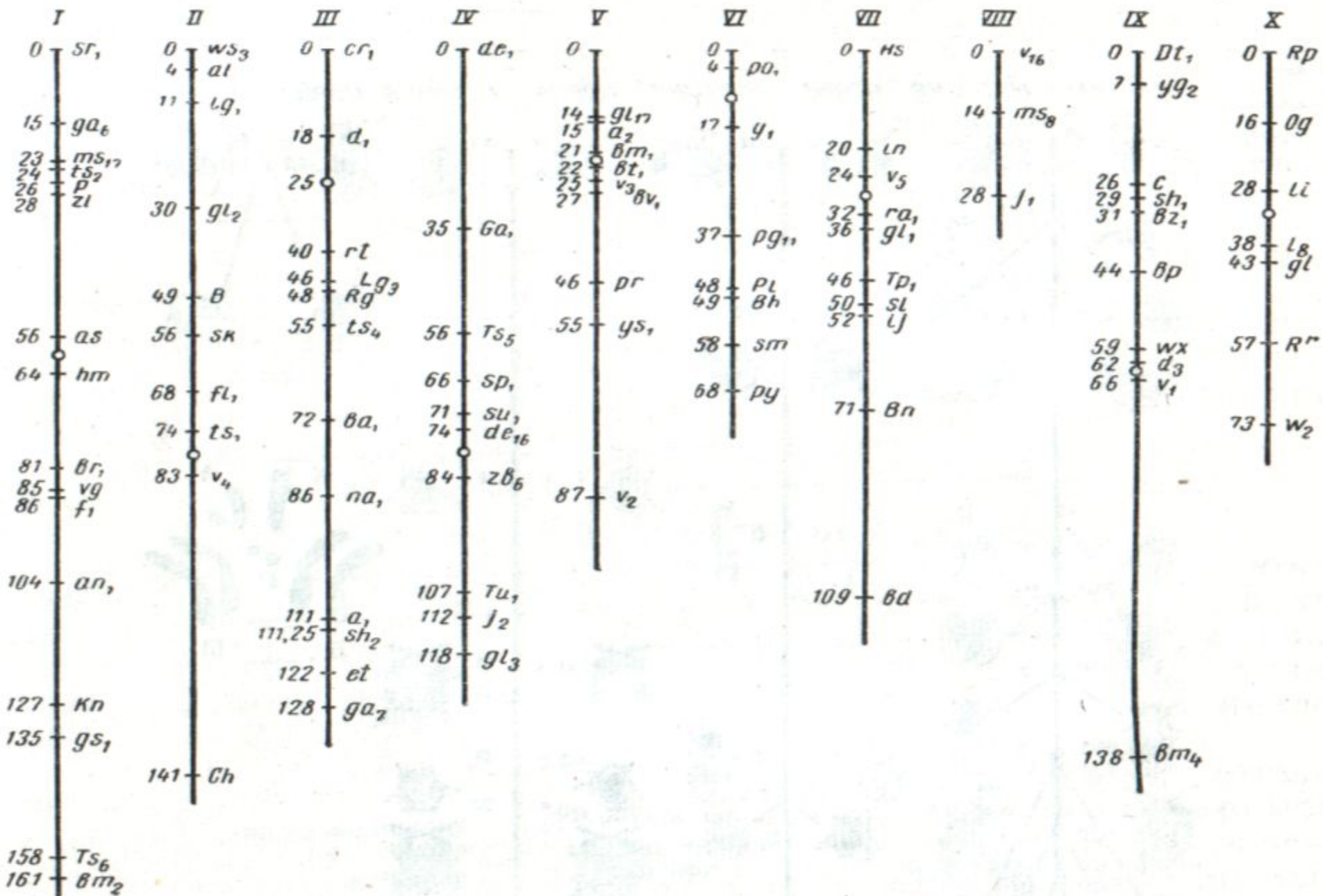
**группе сцепления**

**Локализация генов** осуществляется путем учета кроссинговера на коротких, последовательно взятых по длине хромосомы, участках. На карту наносятся сумма величин кроссинговера, определенная для всех участков.

# Генетические карты хромосом дрозофилы



# Генетические карты хромосом кукурузы



# Виды наследования:

- 1) **Независимое наследование:**
  - а) **гены расположены в негомологичных хромосомах**
  - б) **гены расположены в одной хромосоме на расстоянии  $> 50$  морганид**
- 2) **Полностью сцепленное наследование – расстояние между генами мало, что исключает кроссинговер**
- 3) **Частично сцепленное наследование – расстояние между генами допускает кроссинговер**
- 4) **Сцепленное с полом наследование**



# **IV Хромосомная теория наследственности**

## **Т.Моргана**

**1. Гены располагаются в хромосомах.**

**Различные хромосомы содержат неодинаковое количество генов, набор генов каждой хромосомы уникален**

**2. Аллельные гены занимают определенные и идентичные локусы гомологичных хромосом.**

**3. В хромосомах гены располагаются в определенной последовательности по ее длине в линейном порядке.**

- 4. Гены одной хромосомы образуют группу сцепления, благодаря чему имеет место сцепленное наследование некоторых признаков.**
- 5. Количество групп сцепления = гаплоидному набору хромосом.**

**6. Сила сцепления находится в обратной зависимости от расстояния между генами**

**7. Каждый биологический вид характеризуется специфическим набором хромосом – кариотипом**

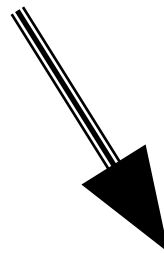
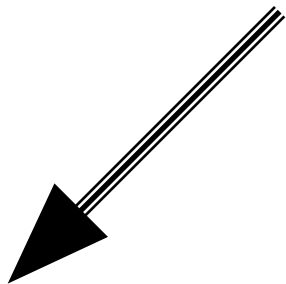
# Тема: «Мутационная изменчивость»

## План:

### 1. Классификация мутаций

**Изменчивость** — изменение наследственных задатков, вариабельность их проявлений в процессе развития организмов при взаимодействии с внешней средой

# Изменчивость



Наследственная  
(генетическая)

ненаследственная  
(фенотипическая)



Мутационная



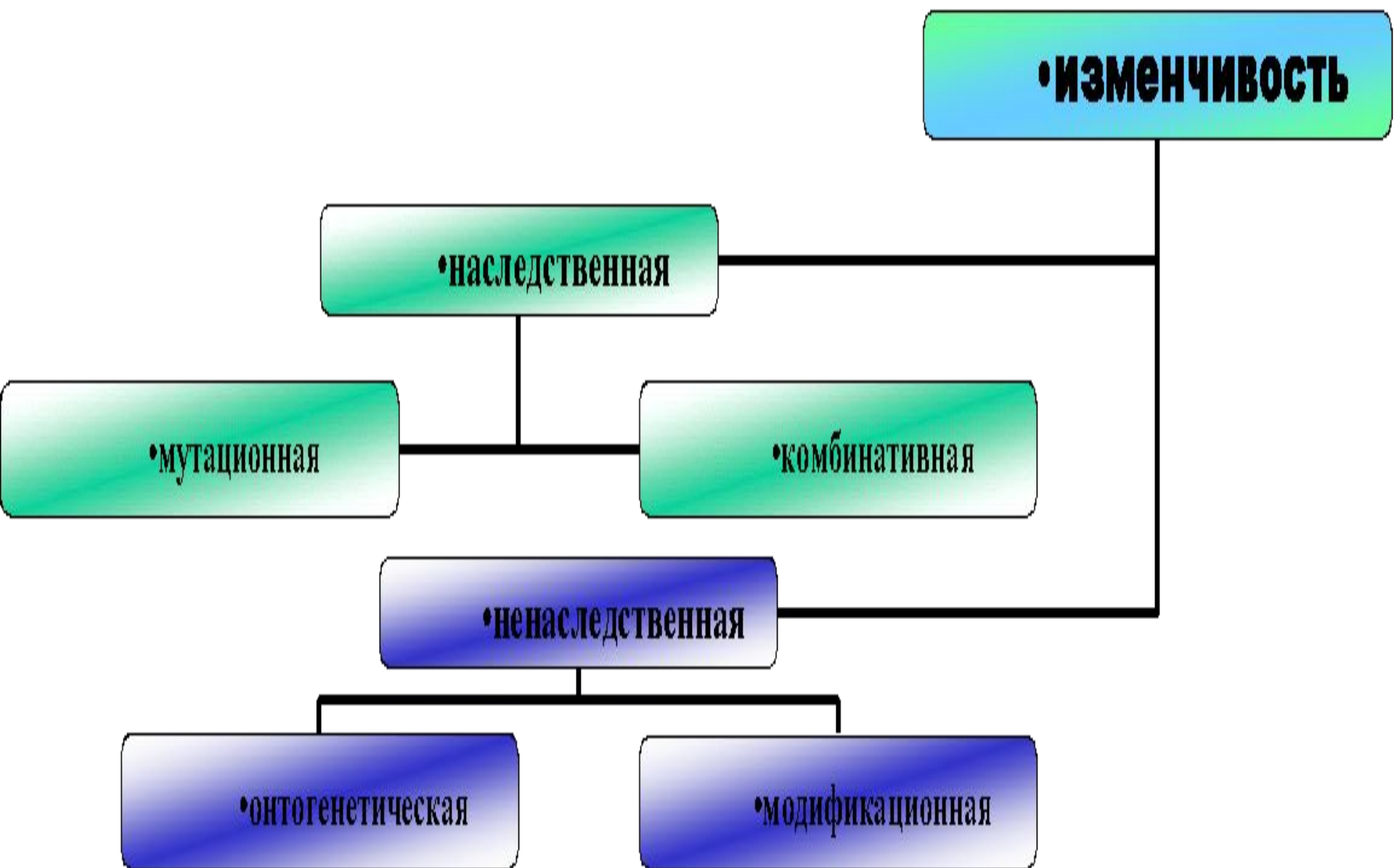
Комбинативная



онтогенетическая



модификационная



**•ИЗМЕНЧИВОСТЬ**

**•наследственная**

**•мутационная**

**•комбинативная**

**•ненаследственная**

**•онтогенетическая**

**•модификационная**



# Ненаследственная изменчивость:

- **Модификационная** – фенотипические изменения, возникающие под влиянием условий среды. Размах модификационной изменчивости ограничен нормой реакции.
- **Онтогенетическая (возрастная)** – закономерные изменения морфологических, физиологических, биохимических особенностей

# Наследственная изменчивость:

**Комбинативная** — возникновение новых сочетаний неизменных генов за счет их перегруппировки в мейозе и случайности встречи гамет при оплодотворении.

**Мутационная** — молекулярные, структурные или количественные изменения генетической информации под действием внешних факторов

# Классификация мутаций.

I По месту возникновения:

- соматические
- генеративные

II По характеру влияния на организм:

- повышающие жизнеспособность
- нейтральные
- полублетальные
- летальные

# III В зависимости от причин

возникновения:

– спонтанные

– индуцированные

# Мутагены:

- 1) Физические (температура, все виды ионизирующего излучения и др.)**
- 2) Химические (колхицин, формалин, фенол, иприт, пестициды, гербициды, инсектициды, алкоголь, никотин, некоторые лекарственные препараты – талидомид)**
- 3) Биологические (вирусы клещевого энцефалита, гриппа, краснухи, ветряной оспы)**



Уродство как следствие влияния экзогенного фактора на беременную мать (употребление талидомида).

## IV По характеру нарушений генотипа:

–геномные – изменение числа  
хромосом

–хромосомные –  
нарушение структуры хромосом

–генные (точковые) –  
изменение структуры ДНК