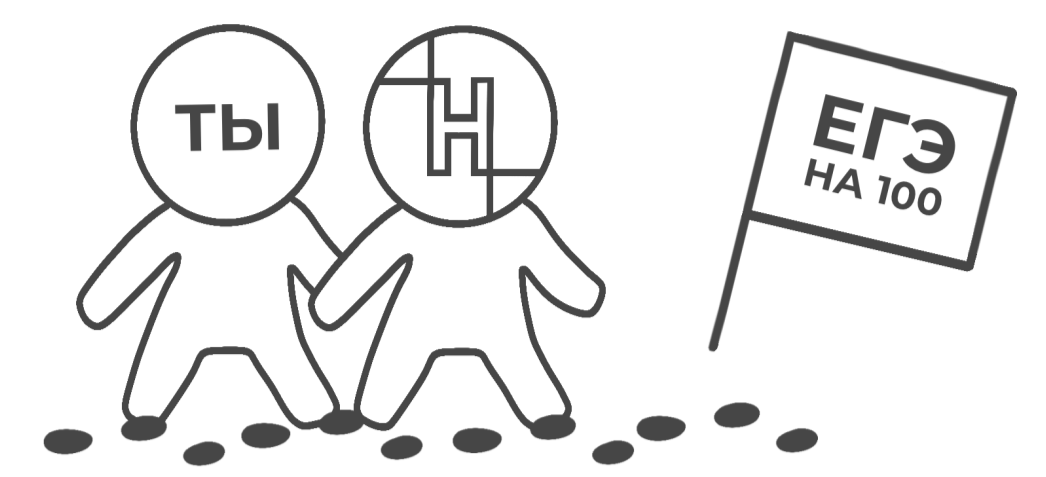


ШАГ 8. СЦЕПЛЕНИЕ ГЕНОВ И ХРОМОСОМНЫЕ КАРТЫ ПРИ НЕПОЛНОМ СЦЕПЛЕНИИ

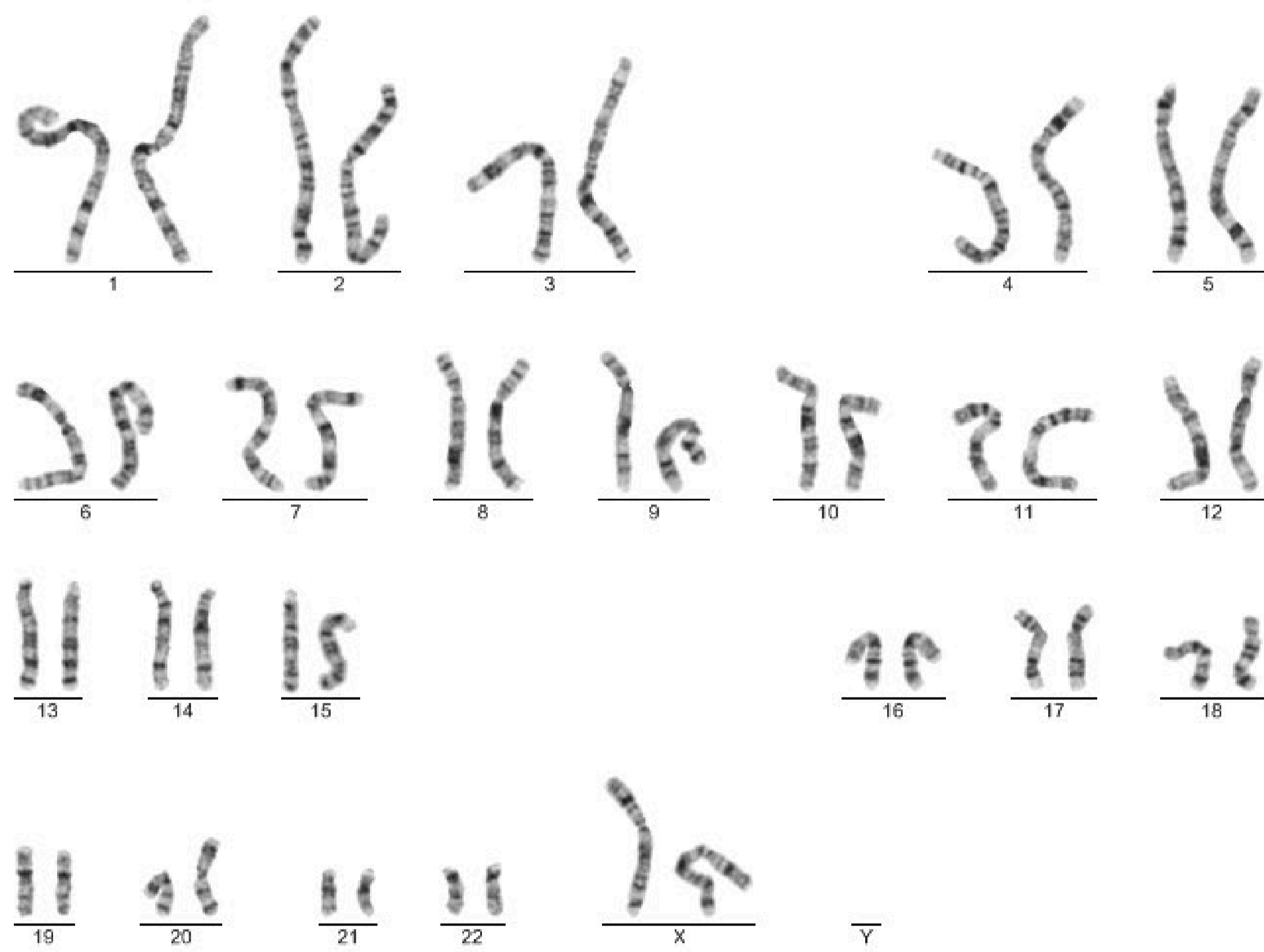
#ШАГИДОЕГЭ
ОНЛАЙН-ШКОЛА «НОО»



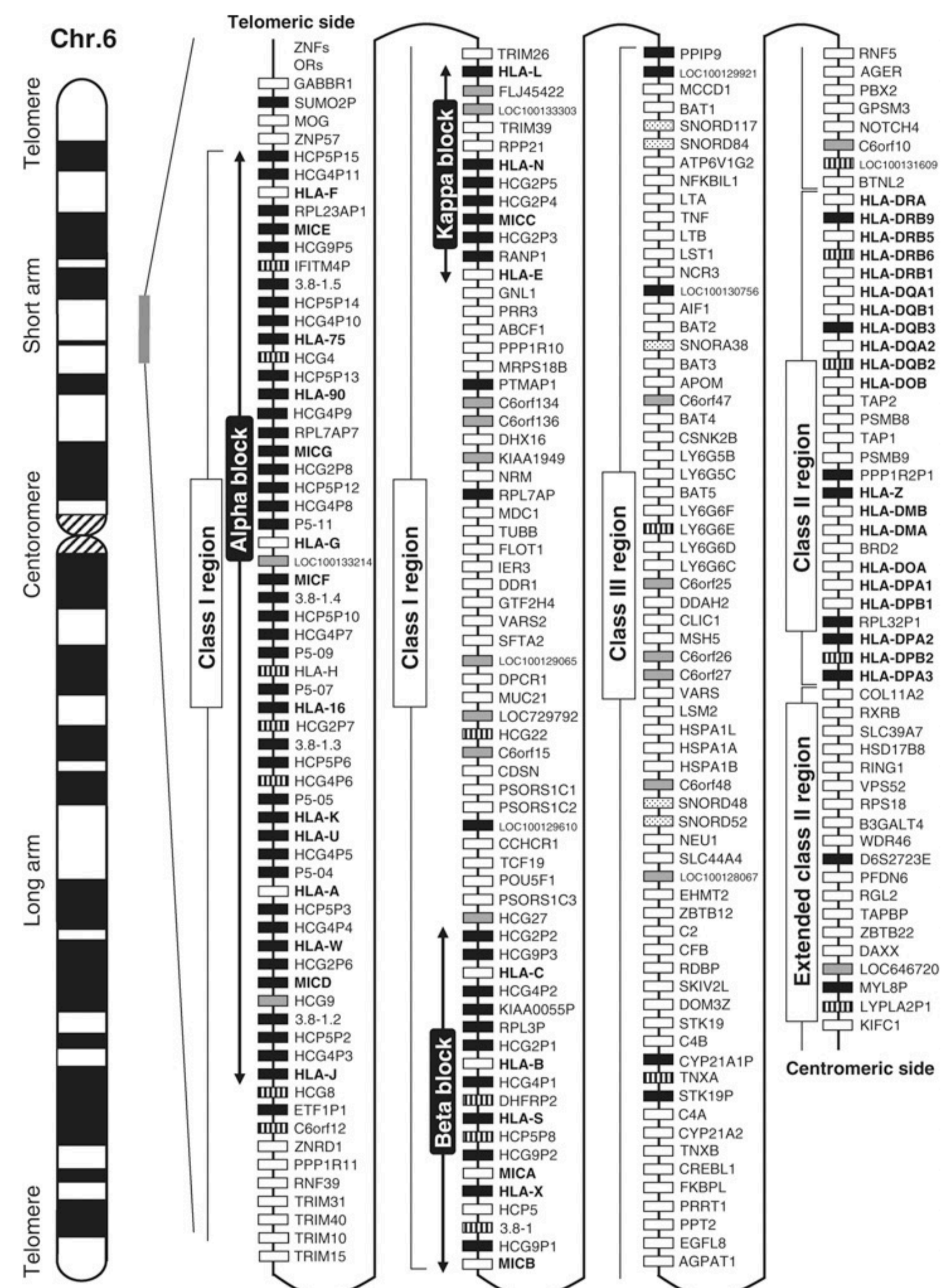
СЦЕПЛЕНИЕ ГЕНОВ

Количество генов исчисляется **тысячами**, а количество хромосом — **десятками**. Например, у человека около **20.000** генов, а хромосом — всего **23 пары**

Следовательно, какие-то гены неизбежно будут **находиться в одной хромосоме (сцеплены)**, что повлияет на их наследование



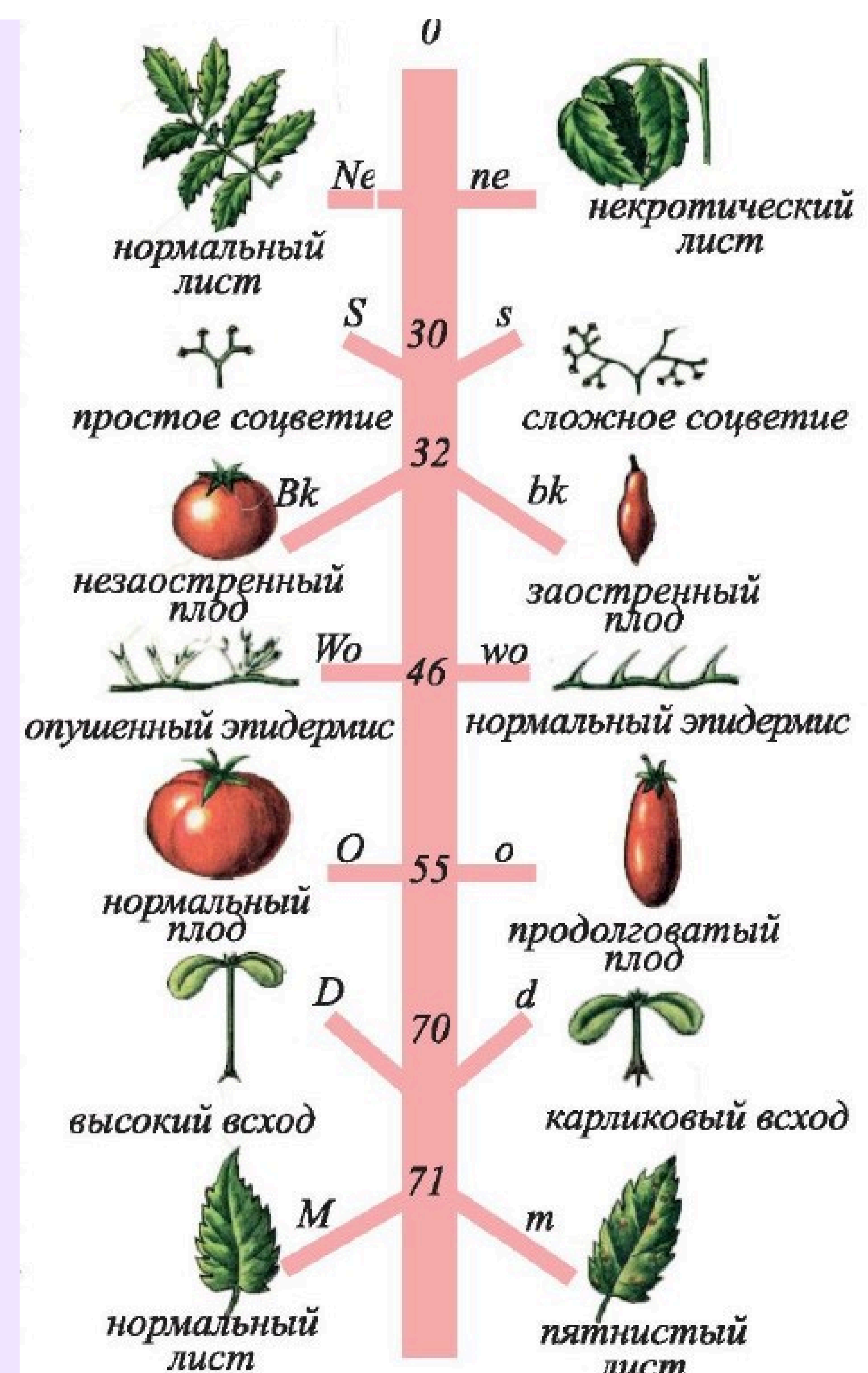
Кариотип человека



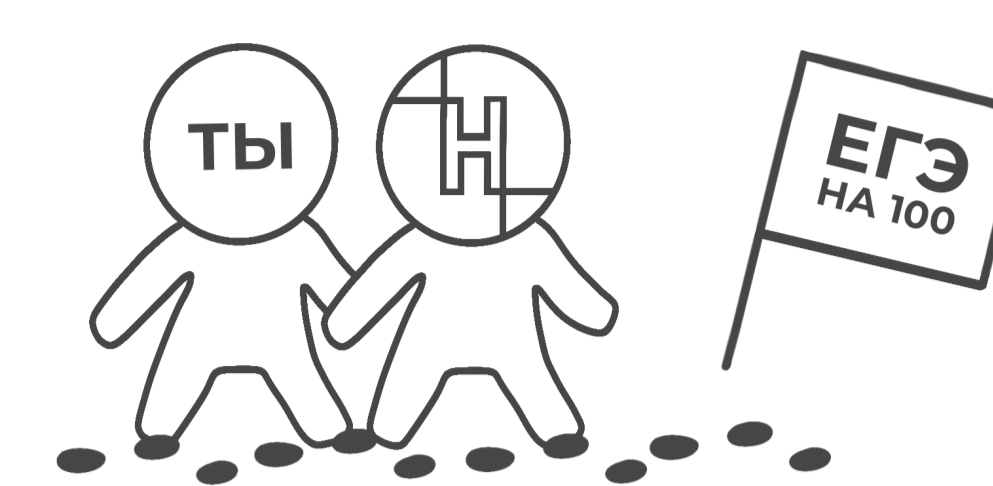
Генетическая карта хромосомы

Сцепленное наследование — наследование разных генов, расположенных в одной хромосоме (аллели генов расположены в одной паре гомологичных хромосом)

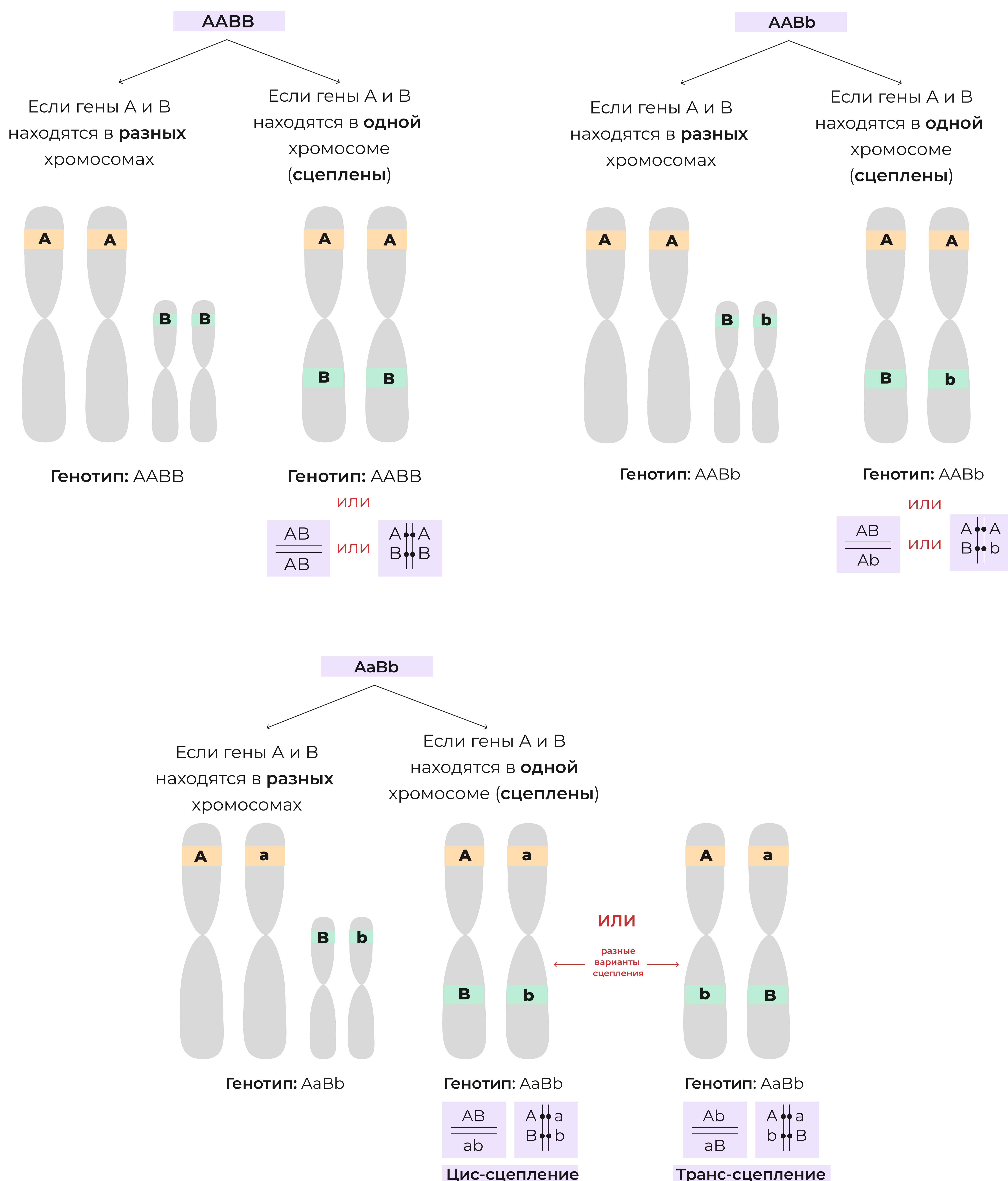
Гены, находящиеся в одной хромосоме, образуют одну **группу сцепления**. Число групп сцепления равно гаплоидному набору



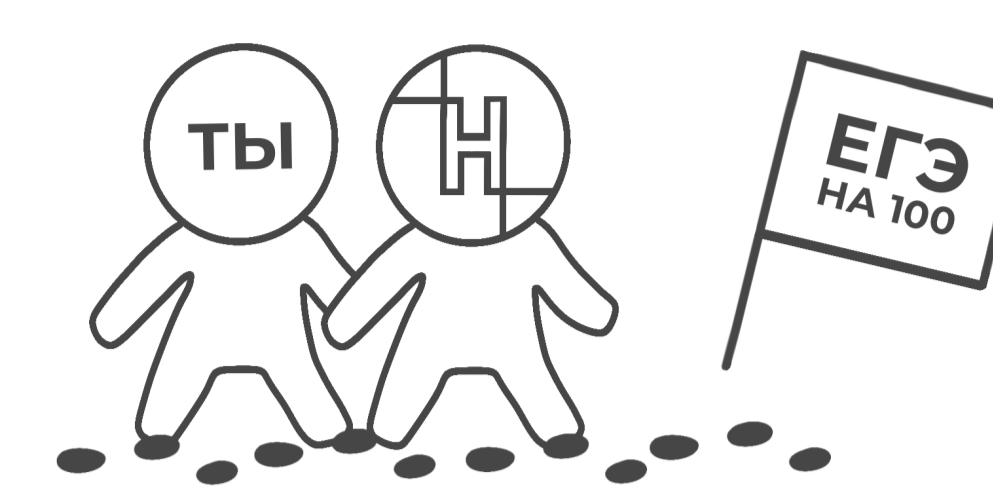
ШАГ 8. СЦЕПЛЕНИЕ ГЕНОВ И ХРОМОСОМНЫЕ КАРТЫ ПРИ НЕПОЛНОМ СЦЕПЛЕНИИ



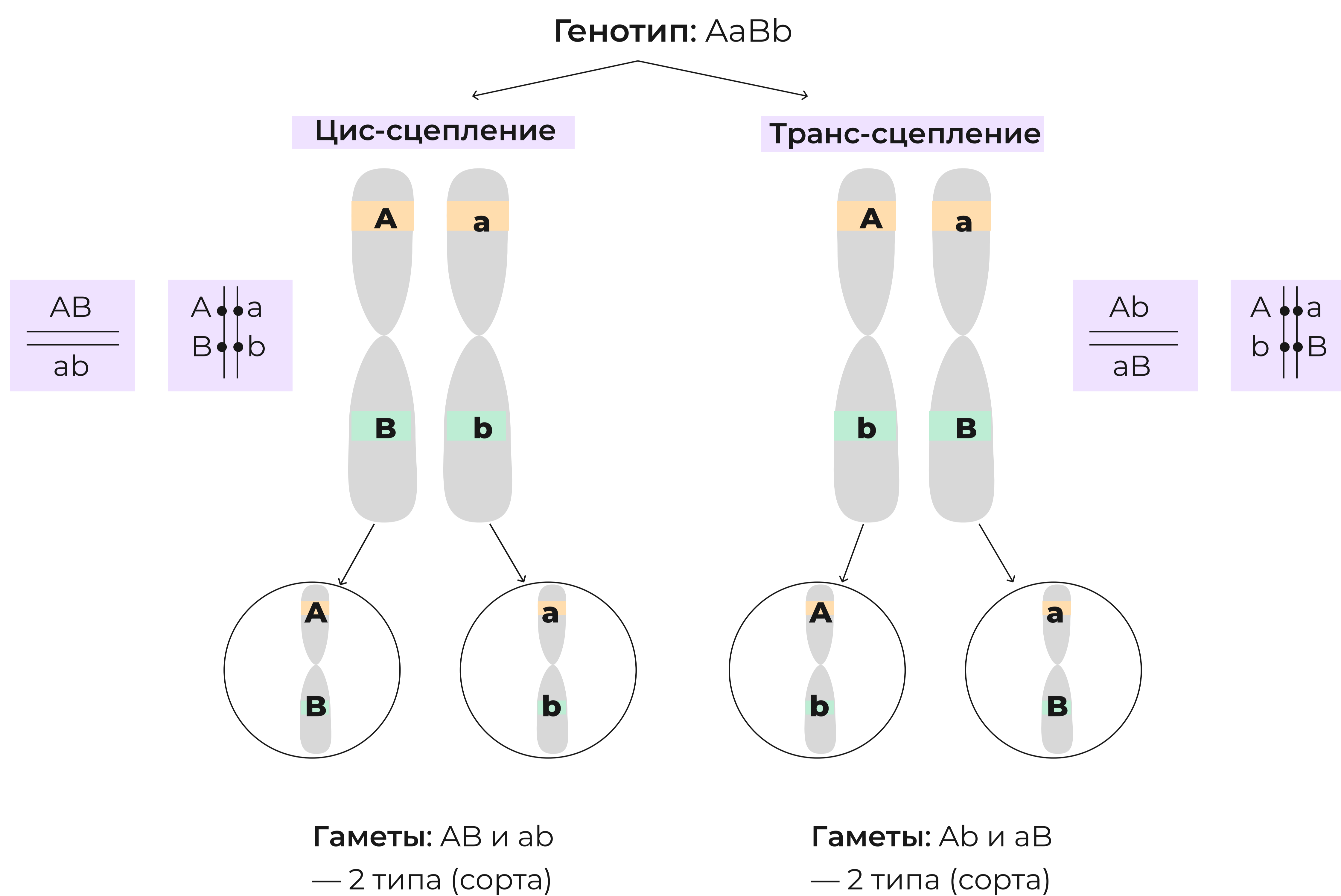
Генотипы



ШАГ 8. СЦЕПЛЕНИЕ ГЕНОВ И ХРОМОСОМНЫЕ КАРТЫ ПРИ НЕПОЛНОМ СЦЕПЛЕНИИ

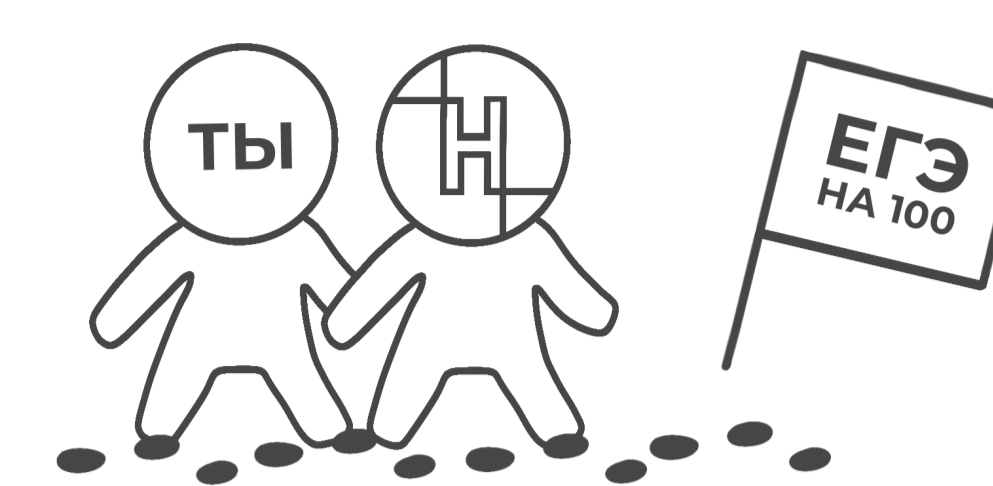


Полное сцепление (без нарушения):



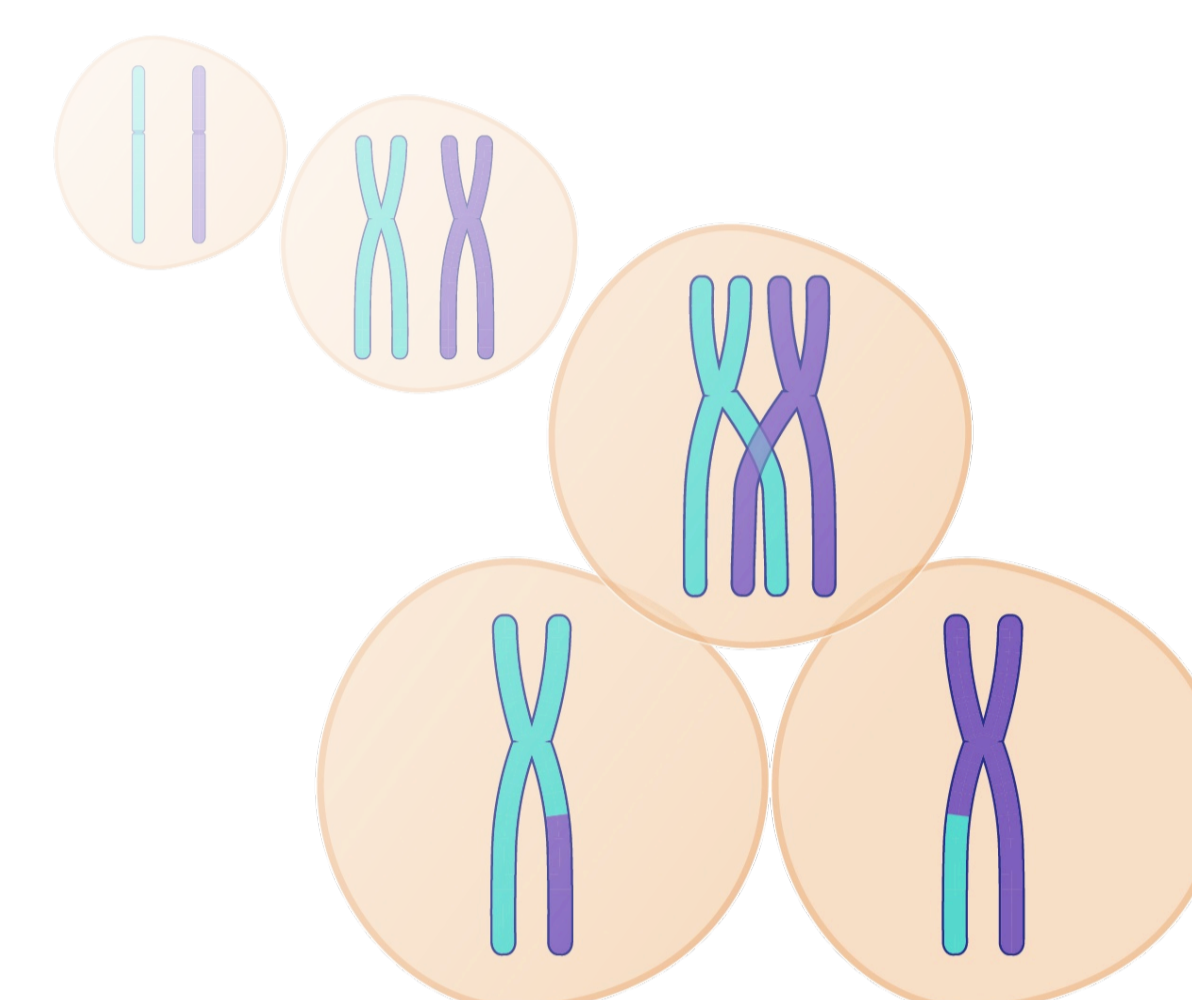
Как гены **исходно** расположены на хромосоме (исходное сцепление) — такие и образуются **гаметы**

ШАГ 8. СЦЕПЛЕНИЕ ГЕНОВ И ХРОМОСОМНЫЕ КАРТЫ ПРИ НЕПОЛНОМ СЦЕПЛЕНИИ



НАРУШЕНИЕ СЦЕПЛЕНИЯ (НЕПОЛНОЕ СЦЕПЛЕНИЕ)

- Сцепление генов может нарушаться в результате кроссинговера в **профазе мейоза I** при образовании гамет, когда происходит **рекомбинация** генов
- Образуются **кроссоверные** (рекомбинантные) гаметы и **кроссоверные** (рекомбинантные) потомки



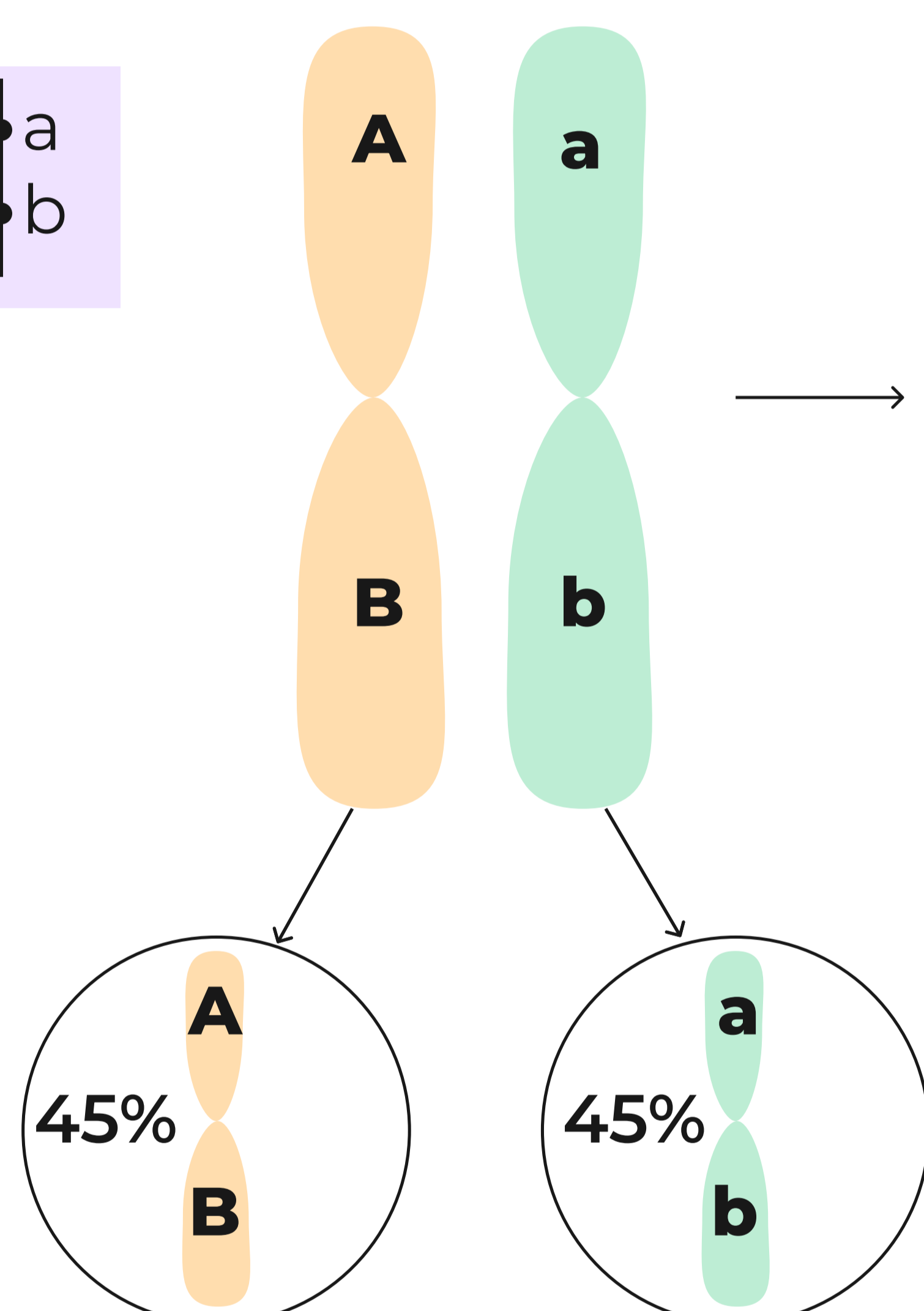
Гаметы при нарушении сцепления

Генотип: AaBb

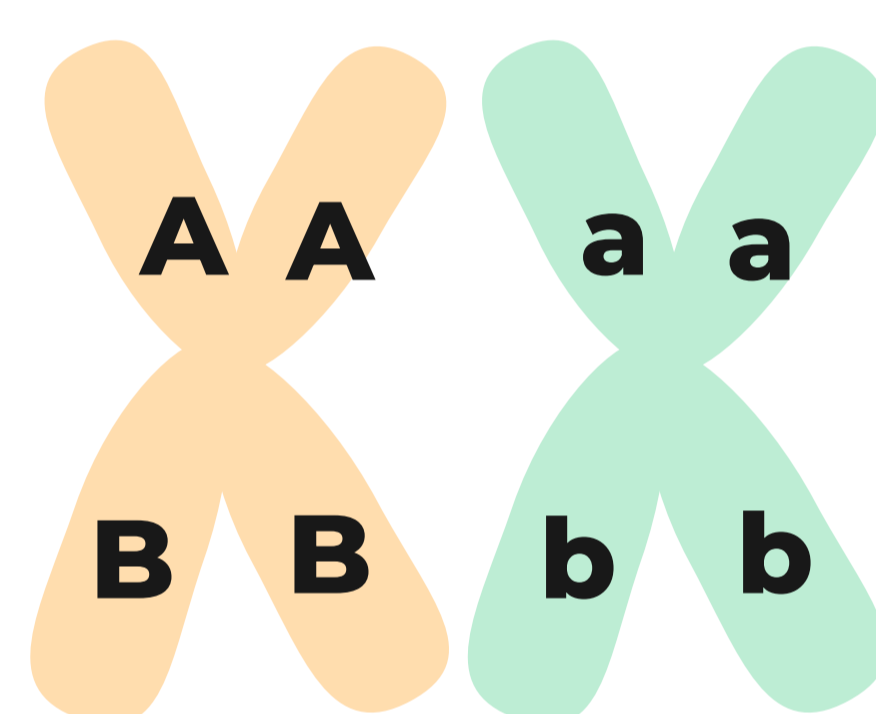
Цис-сцепление

$\frac{AB}{ab}$

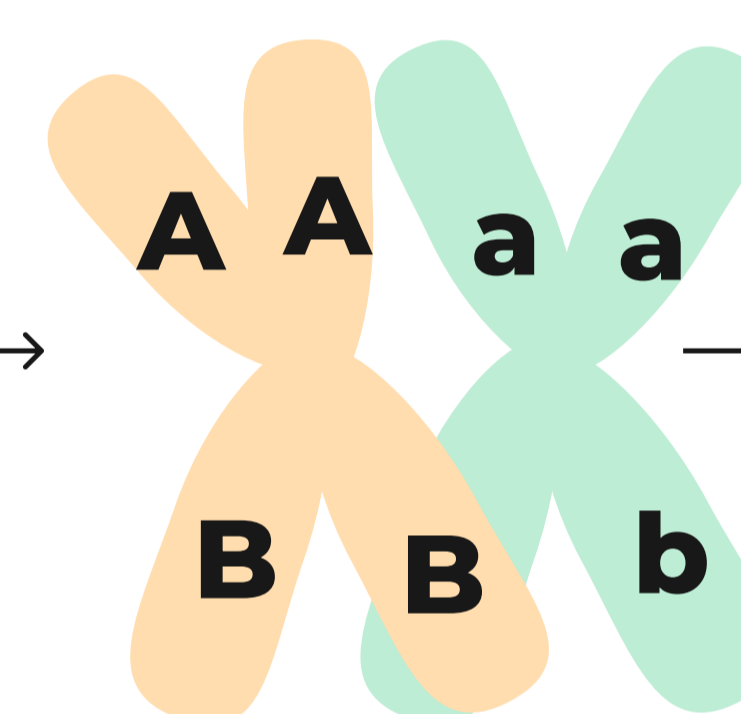
$\begin{array}{c} A \cdot a \\ | \cdot | \\ B \cdot b \end{array}$



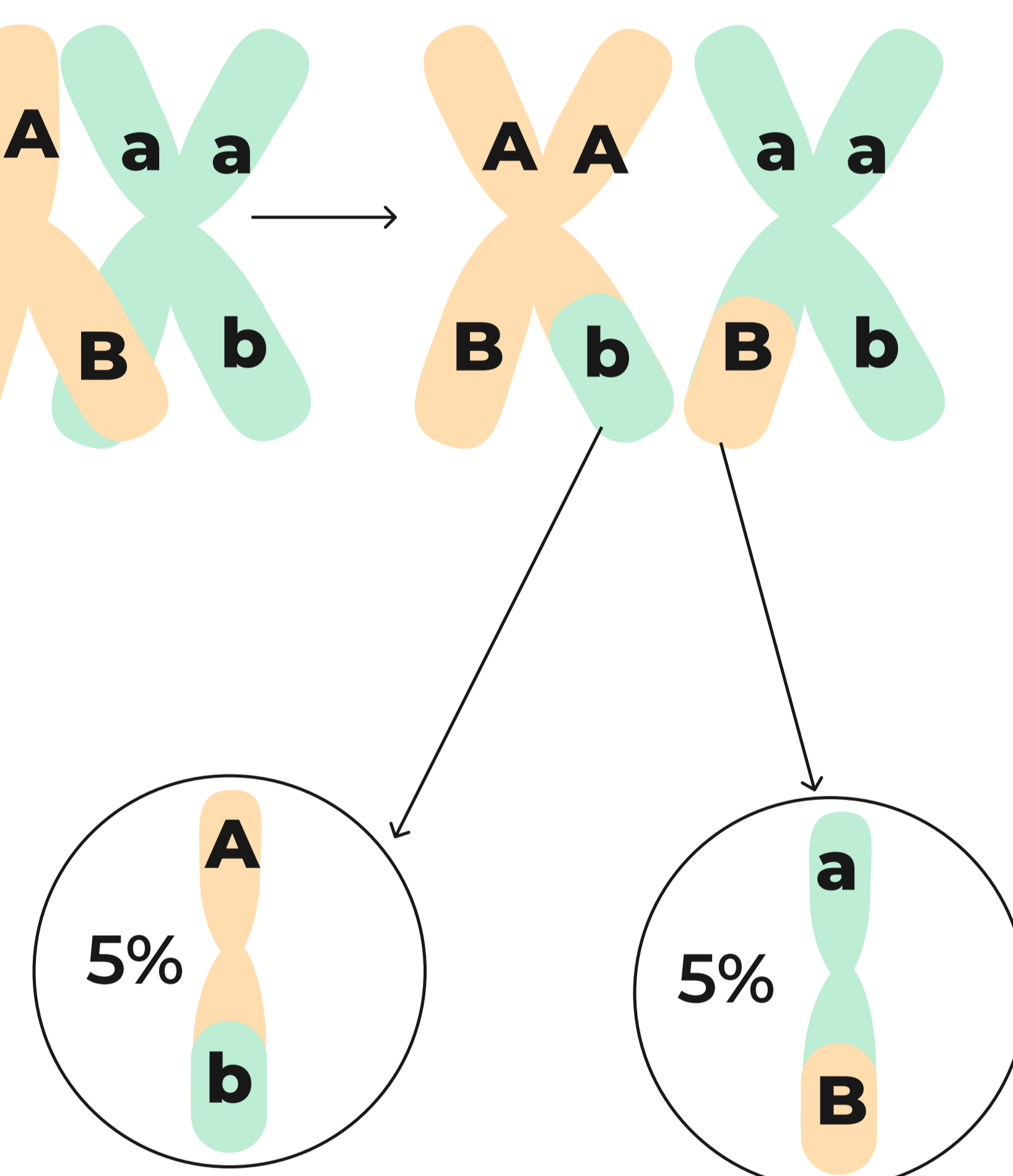
Бивалент (сближенная пара гомологичных хромосом)



Кроссинговер



Результат кроссинговера



Некроссоверные гаметы: AB и ab — 2 типа (сорта)

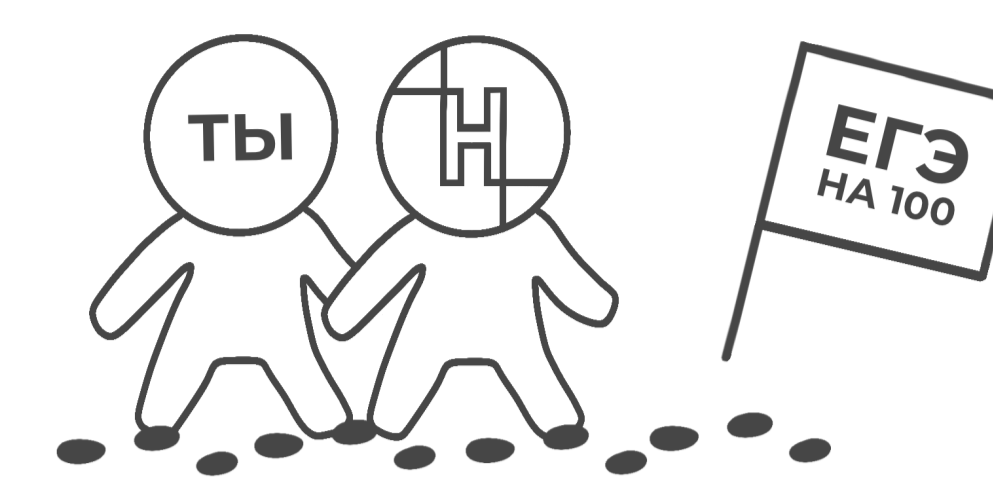
- Такие же, как **исходное сцепление**
- Образуются **без** кроссинговера
- Таких **образуется статистически больше** (например, в 90% случаев)

Кроссоверные гаметы: Ab и aB — 2 типа (сорта)

- Отличные от **исходного сцепления**
- Образуются **в результате кроссинговера**
- Таких **образуется статистически меньше** (например, в 10% случаев), т.к. кроссинговер — **редкое** (вероятностное) явление

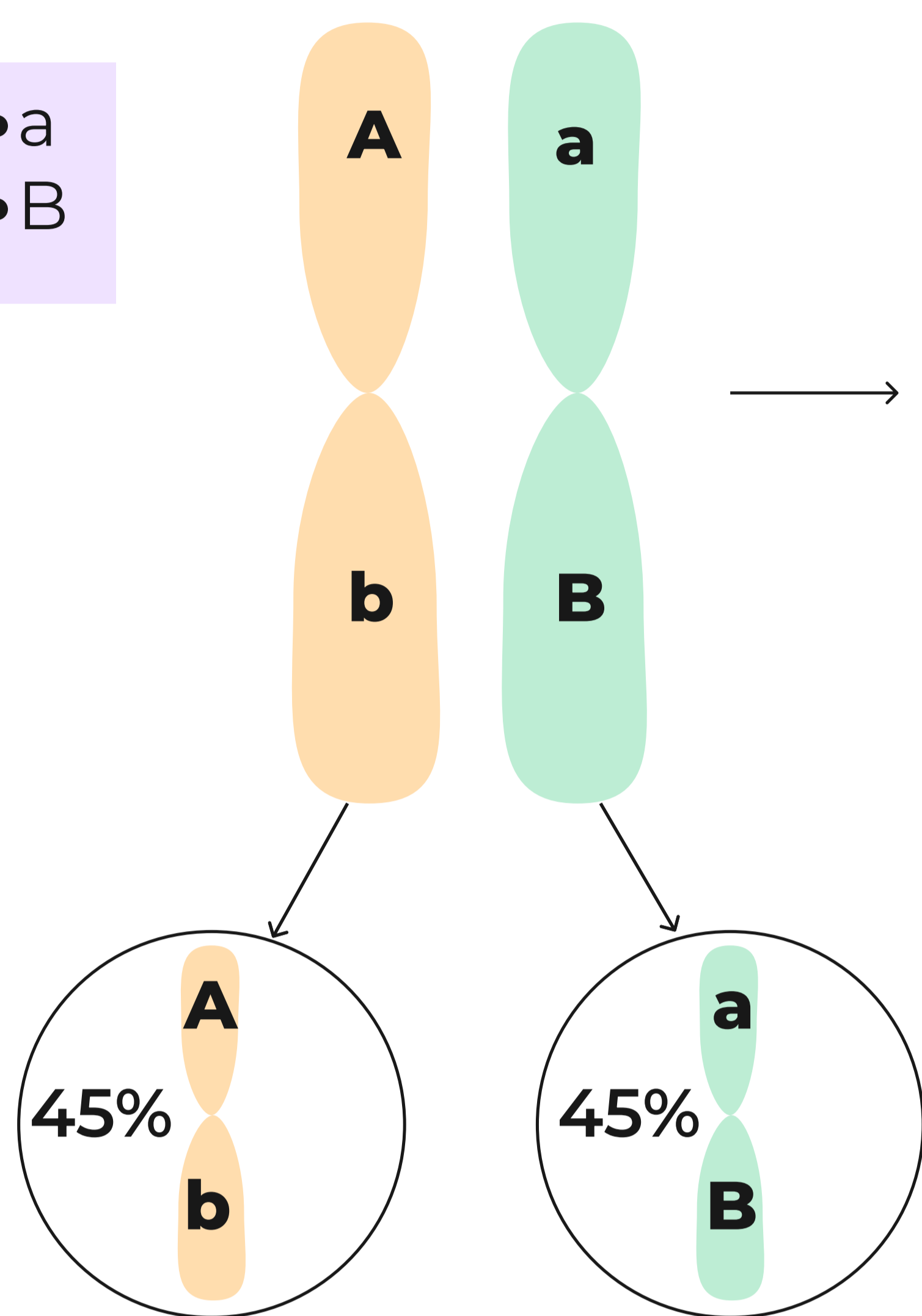
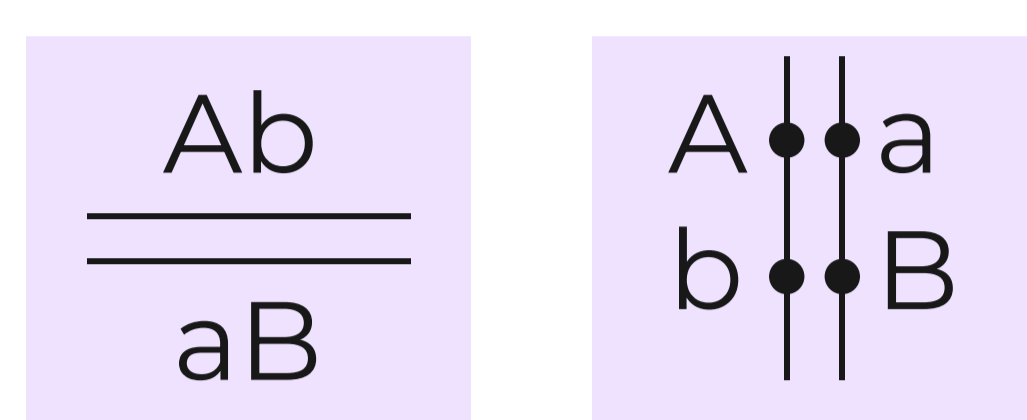
Дигетерозиготный родитель при нарушении сцепления из-за кроссинговера образует **четыре типа гамет, но в неравном соотношении**

ШАГ 8. СЦЕПЛЕНИЕ ГЕНОВ И ХРОМОСОМНЫЕ КАРТЫ ПРИ НЕПОЛНОМ СЦЕПЛЕНИИ

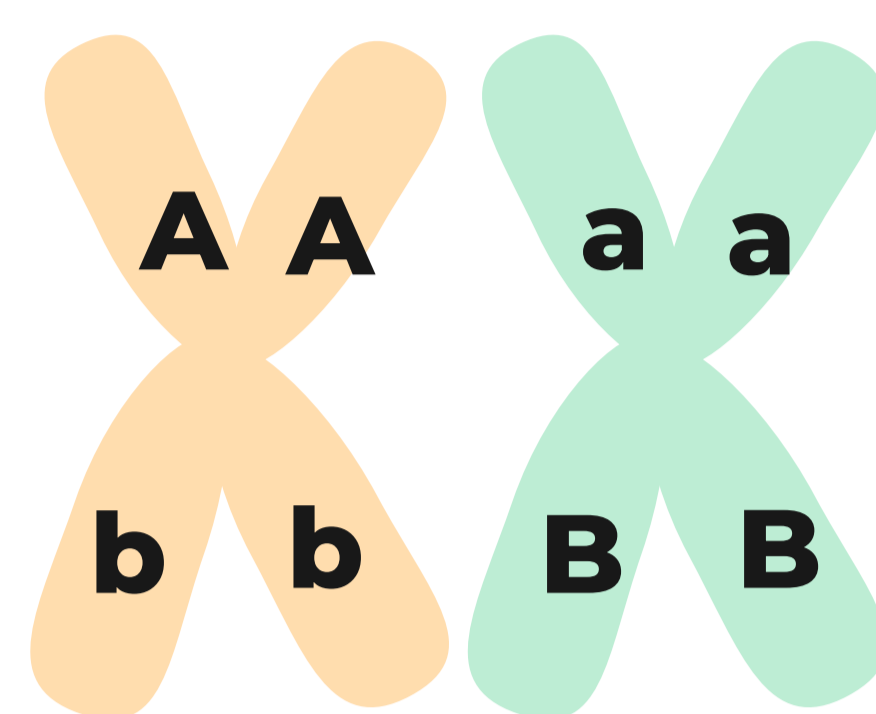


Генотип: AaBb

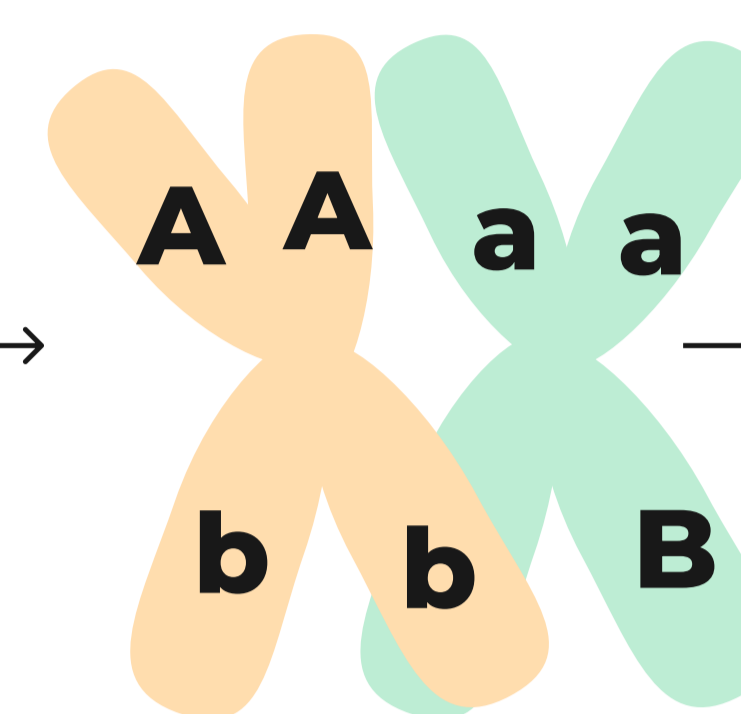
Транс-сцепление



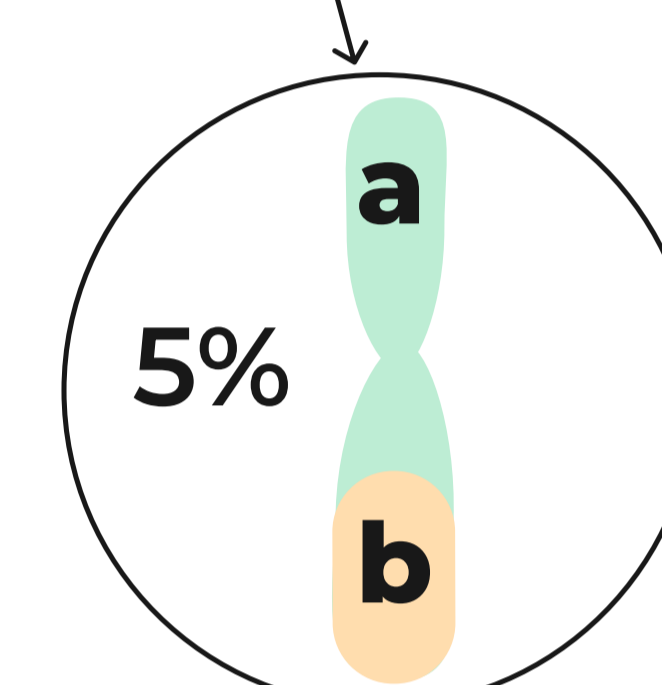
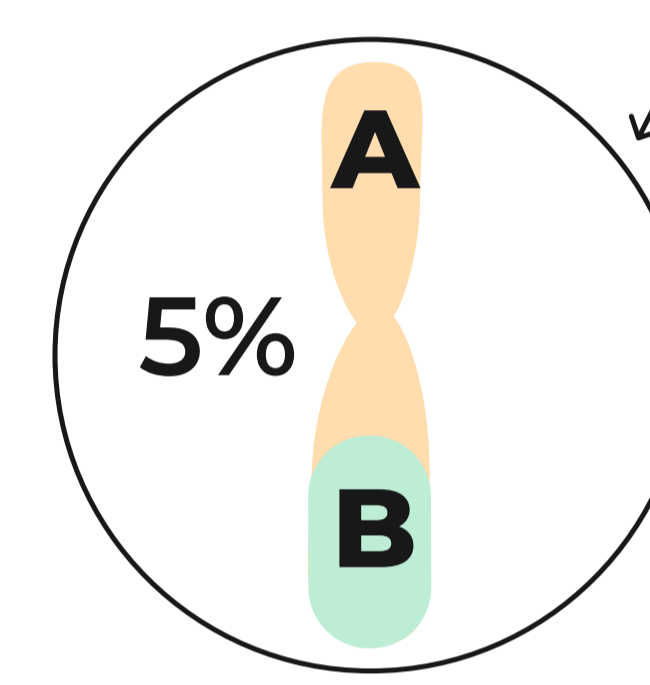
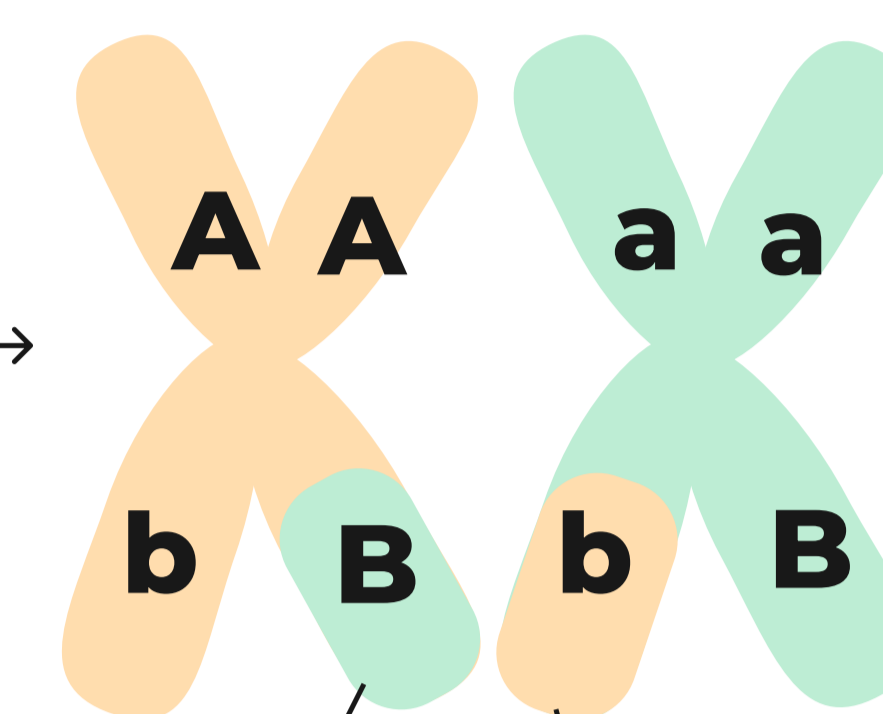
Бивалент (сближенная пара гомологичных хромосом)



Кроссинговер



Результат кроссинговера



Некроссоверные гаметы: Ab и aB — 2 типа (сорта)

- Образуются **без** кроссинговера
- Такие же, как **исходное сцепление**
- Таких **образуется статистически больше** (например, в 90% случаев)

Кроссоверные гаметы: AB и ab — 2 типа (сорта)

- Образуются **в результате кроссинговера**
- Отличные от **исходного сцепления**
- Таких **образуется статистически меньше** (например, в 10% случаев), т.к. кроссинговер — редкое (вероятностное) явление

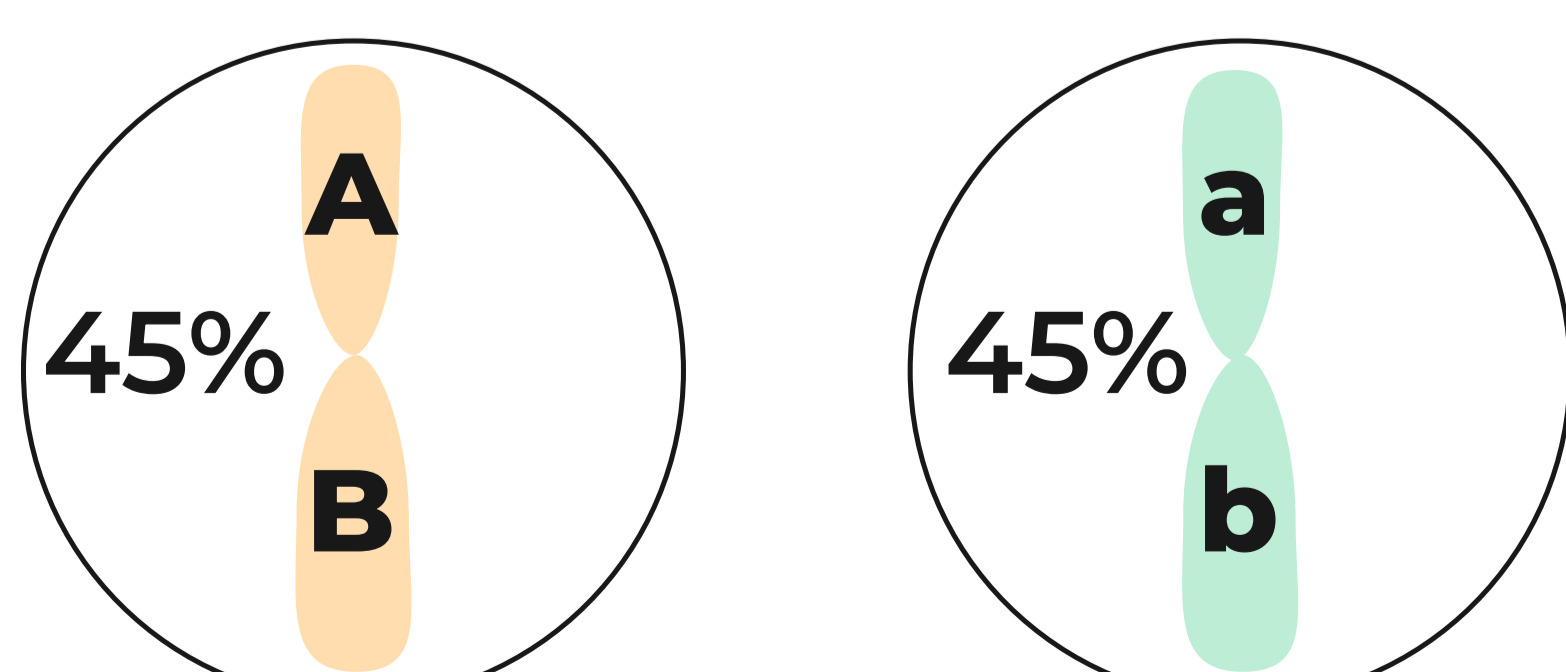
Гаметы и организмы

гаметы

Некроссоверные (нерекомбинантные)

Гаметы с хромосомами, образованными **без кроссинговера**

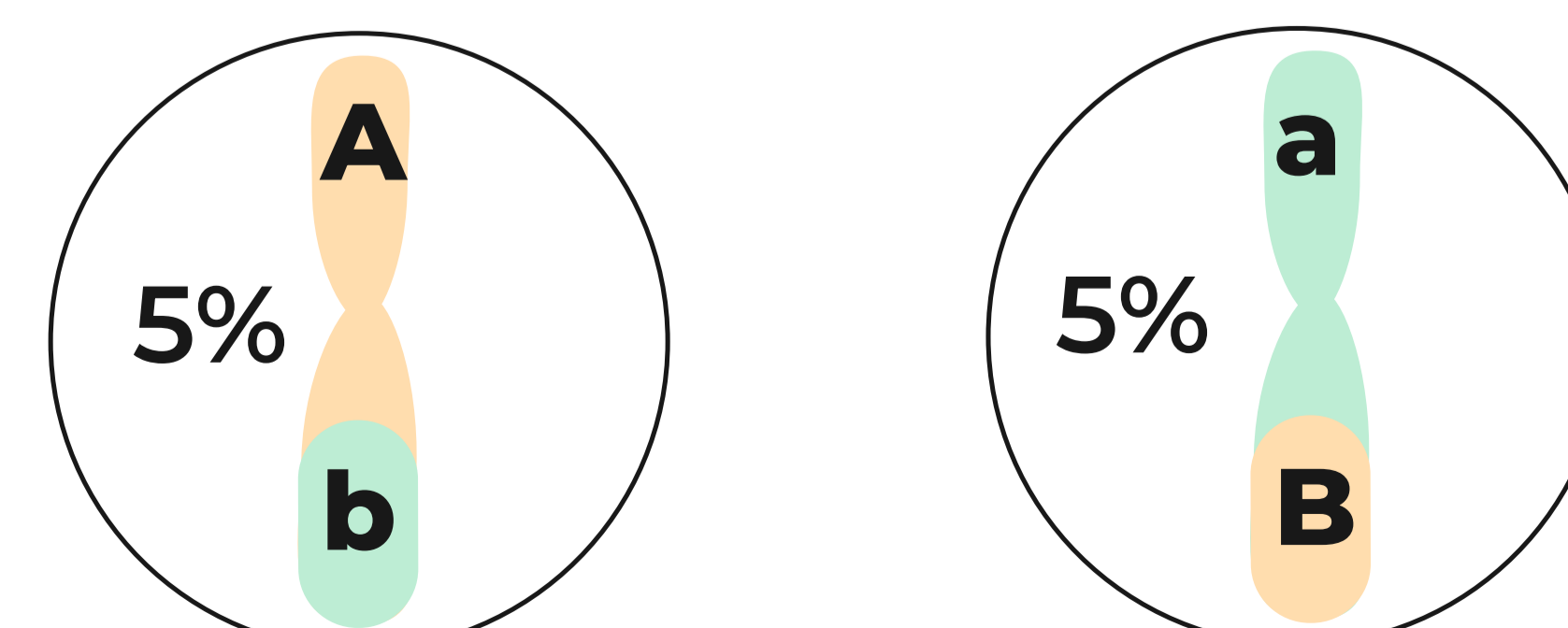
- Такие же, как **исходное сцепление**
- Таких образуется статистически **больше** (например, в 90% случаев)



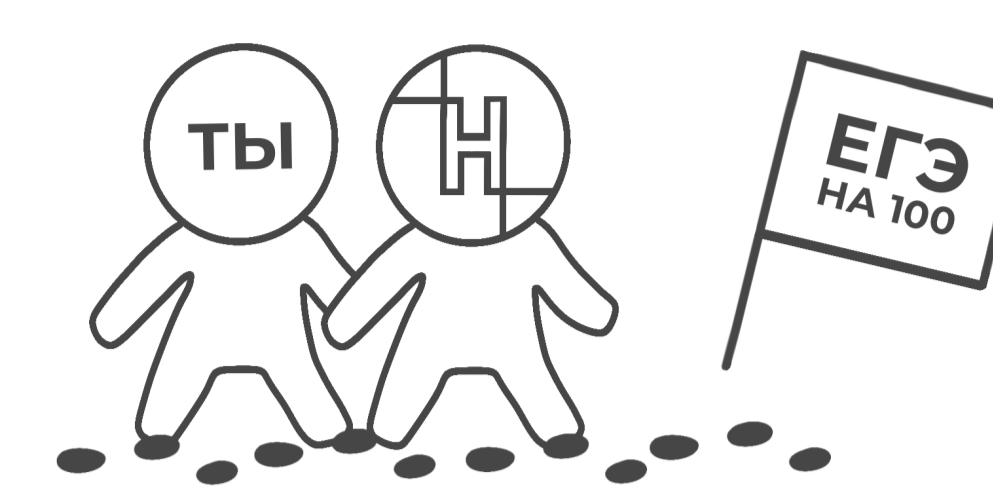
Кроссоверные (рекомбинантные)

Гаметы с хромосомами, которые претерпели **кроссинговер**

- **Отличные** от исходного сцепления
- Таких образуется статистически **меньше** (например, в 10% случаев), т.к. кроссинговер — редкое (вероятностное) явление



ШАГ 8. СЦЕПЛЕНИЕ ГЕНОВ И ХРОМОСОМНЫЕ КАРТЫ ПРИ НЕПОЛНОМ СЦЕПЛЕНИИ



организмы

Нерекомбинантные (некроссоверные)

Особи, генотипы которых образованы без участия кроссоверных гамет

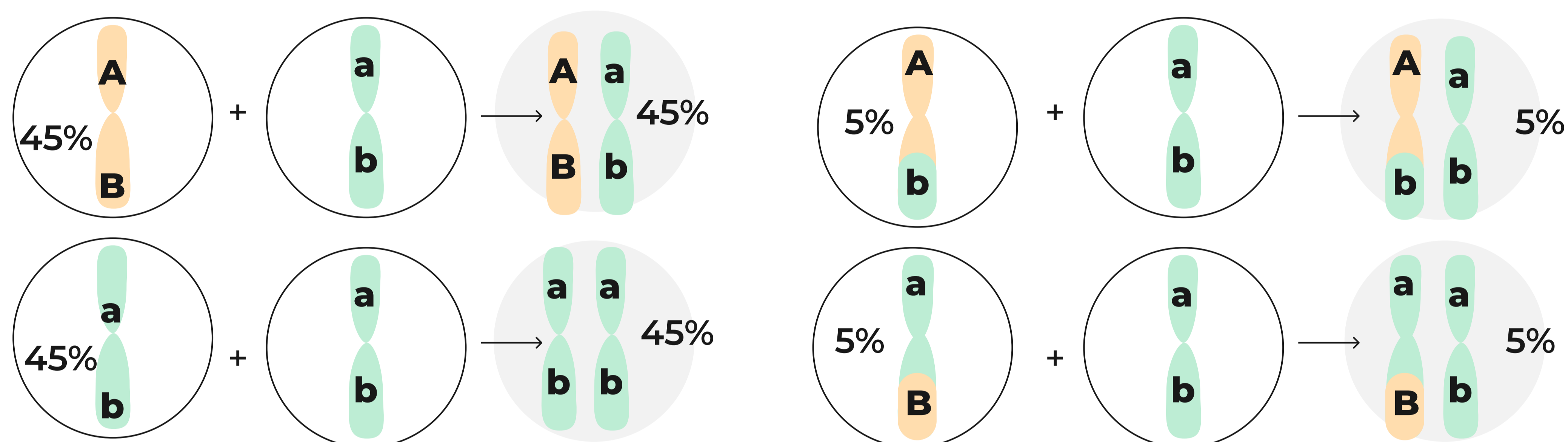
- Таких в потомстве статистически **больше** (например, 90%), они формируют **многочисленные** фенотипические классы

Рекомбинантные (кроссоверные)

Особи, генотипы которых образованы с участием кроссоверных гамет

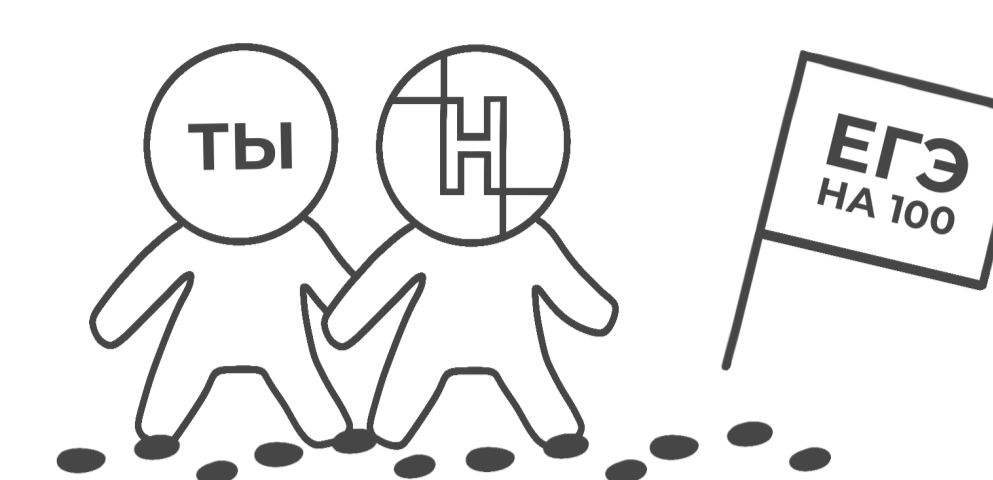
- Таких образуется статистически **меньше** (например, 10%), формируют **малочисленные** фенотипические классы

При скрещивании $AaBb$ и $aabb$ (гамета ab):



Вывод: малочисленные фенотипические группы в потомстве (тех, кого МАЛО) — рекомбинантные особи, их генотипы образованы с участием кроссоверных гамет, многочисленные (тех, кого МНОГО) — нерекомбинантные, в образовании их генотипа участвовали некроссоверные гаметы (такие же, как исходное сцепление)

ШАГ 8. СЦЕПЛЕНИЕ ГЕНОВ И ХРОМОСОМНЫЕ КАРТЫ ПРИ НЕПОЛНОМ СЦЕПЛЕНИИ



Вероятность (частота) кроссинговера

Вероятность кроссинговера не может быть больше 50%
кроссинговер 50% + нет кроссинговера 50% = 100% возможных событий

зависят от

Расстояния между генами

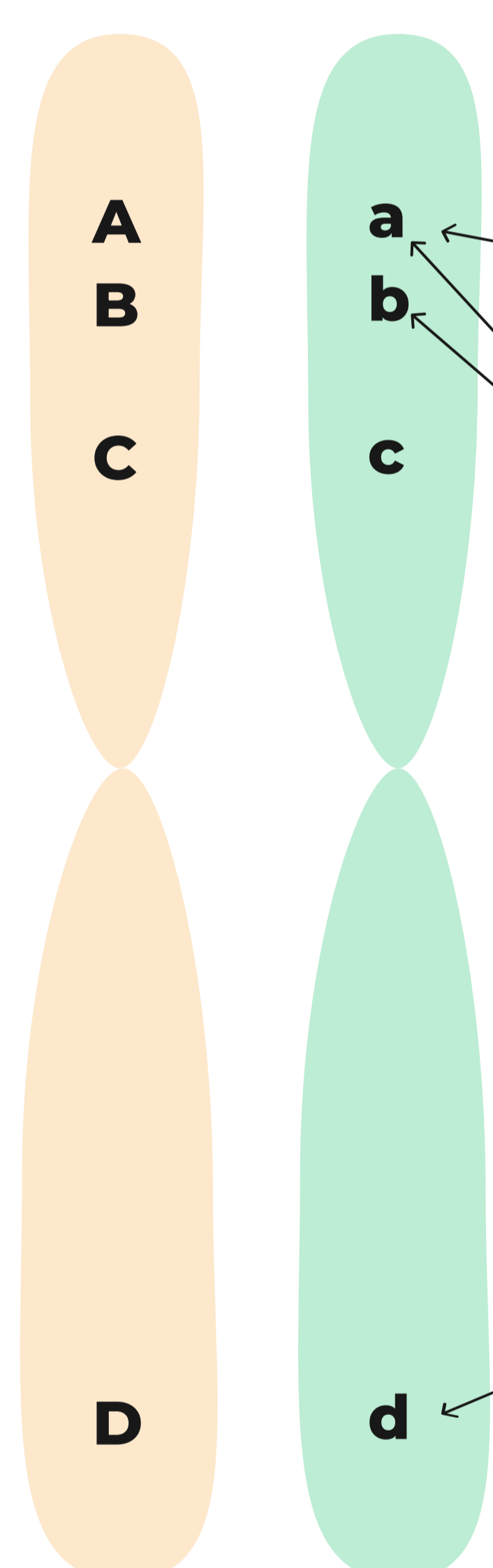
Силы сцепления генов

Прямая зависимость

Чем больше расстояние между генами, тем выше вероятность кроссинговера

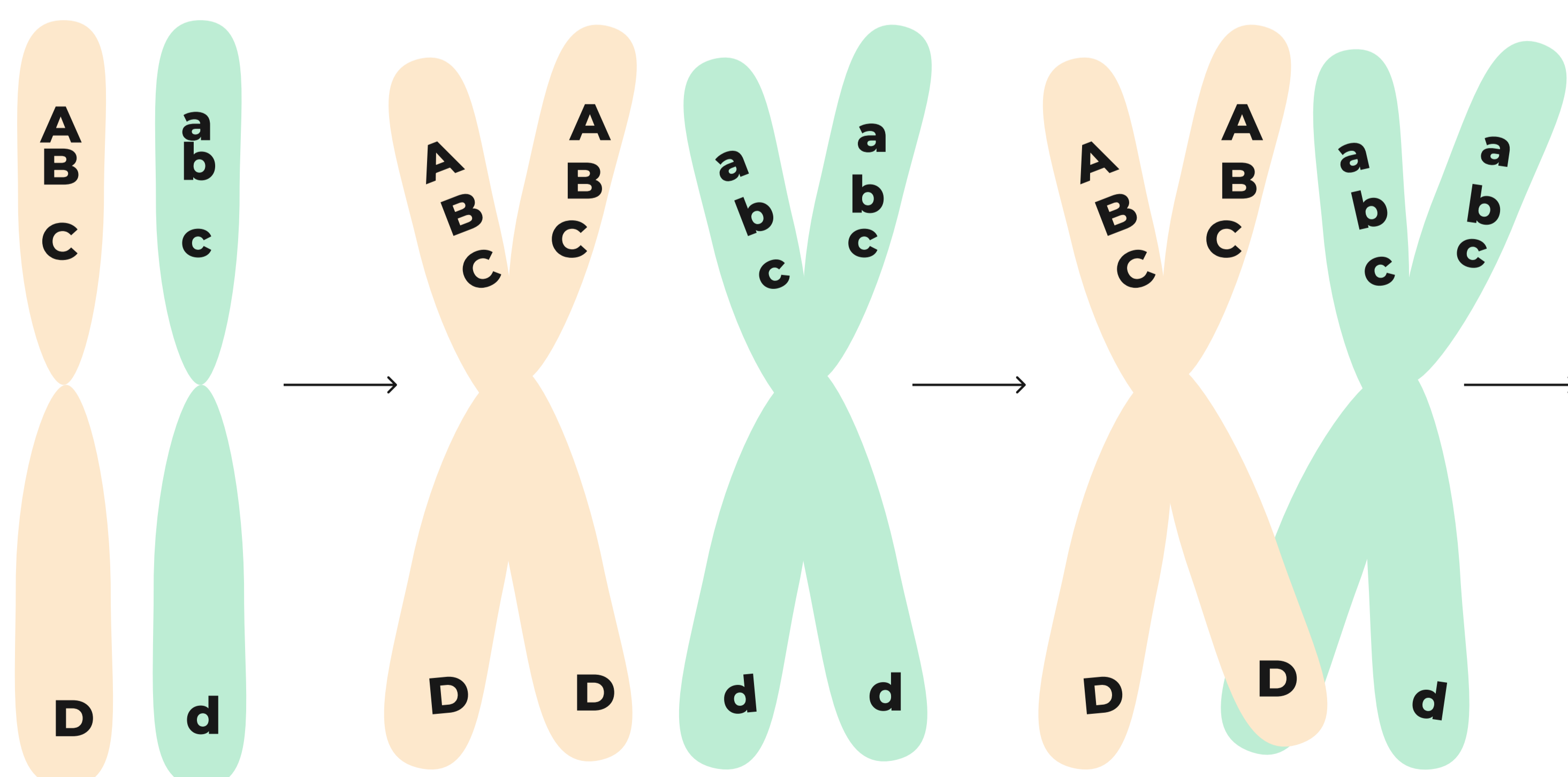
Обратная зависимость

Чем больше сила сцепления генов, тем ниже вероятность кроссинговера



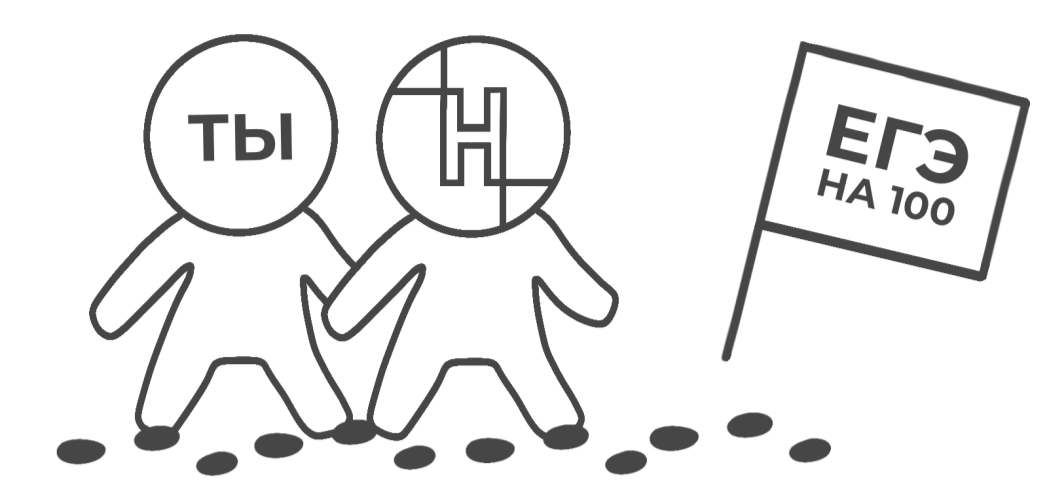
Вероятность кроссинговера наименьшая, т.к. расстояние между генами А и В наименьшее (наибольшая сила сцепления)

Вероятность кроссинговера наибольшая, т.к. расстояние между генами А и D наибольшее (наименьшая сила сцепления)



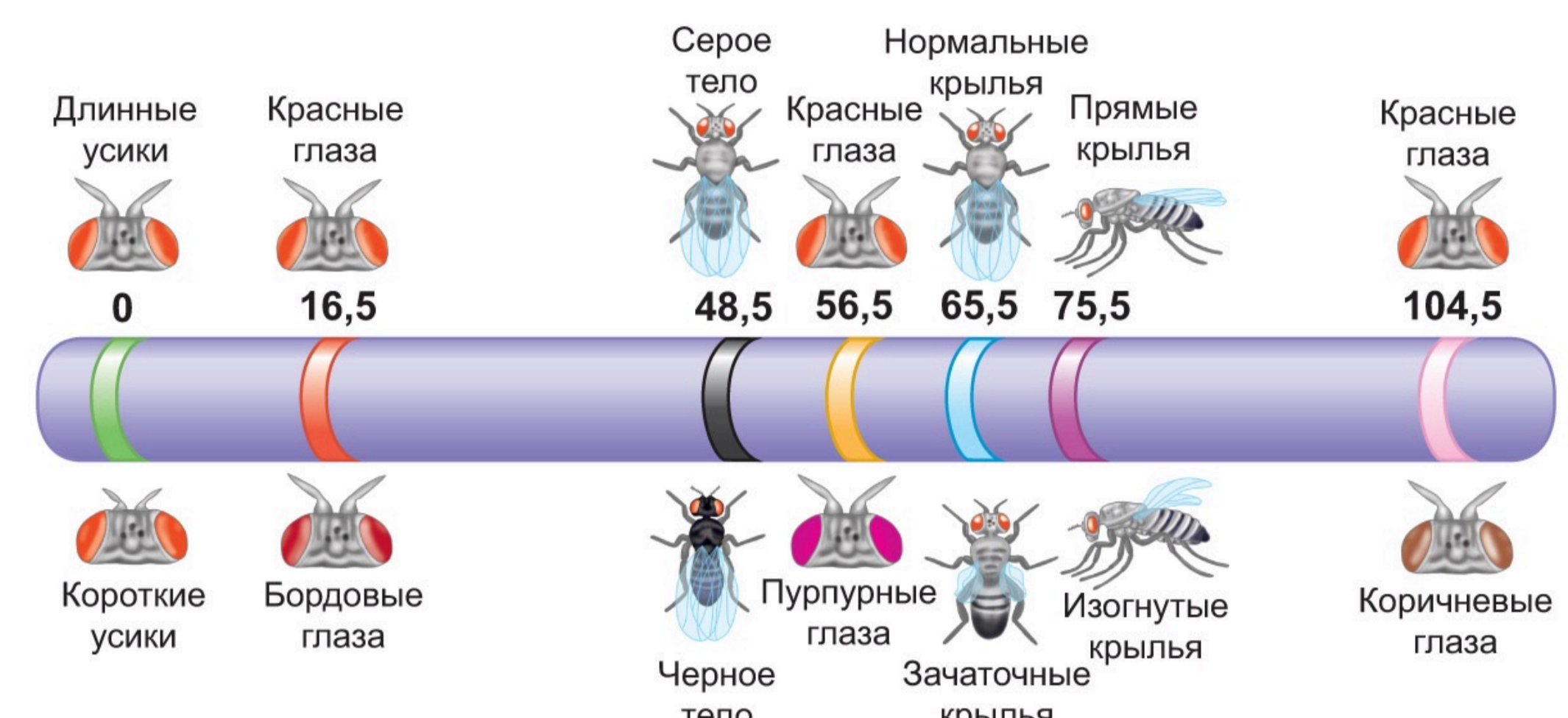
- Между A/B/C и D **нарушилось** сцепление в ходе кроссинговера
- Между генами ABC **сцепление не нарушилось**

ШАГ 8. СЦЕПЛЕНИЕ ГЕНОВ И ХРОМОСОМНЫЕ КАРТЫ ПРИ НЕПОЛНОМ СЦЕПЛЕНИИ



Вероятность (частота) кроссинговера

- По частоте нарушения сцепления = частоте / вероятности кроссинговера **можно посчитать расстояние между генами**
- На основе данных о частоте нарушения сцепления ученые выясняют **расстояние между генами, понимают их взаимное расположение** на хромосоме, что позволяет строить **генетические карты хромосом**



Генетическая карта одной из хромосом мухи дрозофилы

За единицу расстояния между генами, находящимися в одной хромосоме, принимается 1% кроссинговера, эта величина названа **морганидой**

Пример: если сцепление между генами А и В нарушается в 10% случаев, то расстояние между ними — 10 морганид

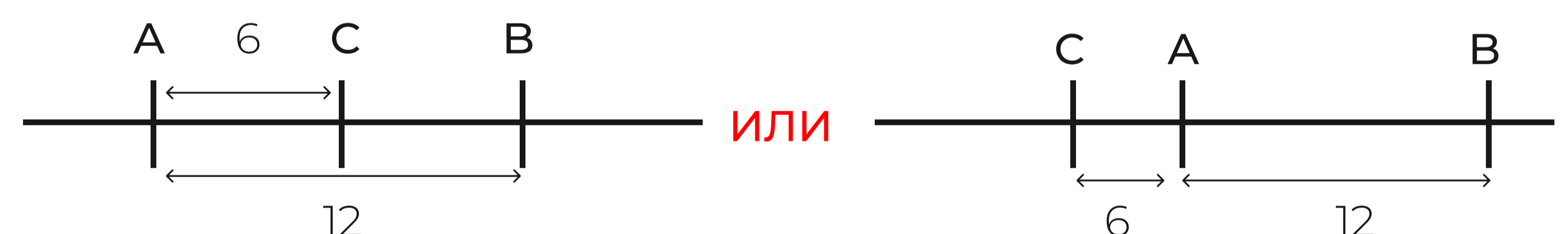
Практика

Задание: На хромосоме расположены гены А, В и С. Известно, что сцепление между генами А и В нарушается с частотой 12%, а между А и С — с частотой 6%. Определите взаимно расположение между генами, изобразив генетическую карту.

Решение: Частота (вероятность) нарушения сцепления = частота (вероятность) кроссинговера = расстояние между генами, следовательно:

Расстояние между А и В — 12 морганид

Расстояние между А и С — 6 морганид



Чтобы **точно определить** положение гена С относительно других, необходимо знать частоту нарушения сцепления между В и С

Задание: На хромосоме расположены гены А, В и С. Известно, что сцепление между генами А и В нарушается с частотой 15%, между А и С — 5%, между В и С — 10%. Определите взаимно расположение между генами, изобразив генетическую карту.

Решение: Частота (вероятность) нарушения сцепления = частота (вероятность) кроссинговера = расстояние между генами, следовательно:

Расстояние между А и В — 15 морганид

Расстояние между А и С — 5 морганид

Расстояние между В и С — 10 морганид

