

# Генотип-средовая ковариация

Фенотип — совместный продукт  
генотипа и среды

$$P_i = G_i + E_i \quad i - \text{«ИТЫЙ» ИНДИВИД}$$

$P_i$  — фенотипическое отклонение

$G_i$  — генотипическое отклонение

$E_i$  — средовое отклонение

Чтобы получить дисперсии:

$P_i^2 = (G_i + E_i)^2$  — возводим в квадрат,

$$P_i^2 = G_i^2 + E_i^2 + 2G_iE_i$$

Суммируем и делим на  $n$  :

$$\frac{\sum P_i^2}{n} = \frac{\sum G_i^2}{n} + \frac{\sum E_i^2}{n} + 2 \frac{\sum G_i \cdot E_i}{n}$$

Ковариация

$$V_p = V_G + V_E + 2 \text{ cov GE}$$

**Cov GE** — ковариация генотипа и среды

— еще один компонент фенотипической дисперсии.

# Генотип-средовая ковариация (корреляция)

возникает, когда генотипы  
неслучайно (неравномерно)  
распределены по средам.

## Примеры:

1. Рождаясь, ребенок оказывается в определенной среде не случайно. Эту среду создают его родственники, с которыми у него есть общие гены.
2. На стадионе, в концертном зале, в библиотеке предпочитают проводить время обладатели разных генотипов.

Ковариация GE по знаку может быть положительной и отрицательной. Если генотип и среда действуют в одном направлении, то  $\text{cov GE} > 0$ . Если в противоположном, то  $\text{cov GE} < 0$ .

# 1. Хорошему генотипу соответствует хорошая среда.

Знак  $cov GE$  — ?

**Пример:** У одаренных родителей рождается одаренный ребенок. Родители создают благоприятные условия для развития способностей.

$G$   $E$   $\uparrow$

(направление стрелок показывает **улучшение** фенотипа **и за счет генов, и за счет среды**)

## 2. Плохому генотипу соответствует плохая среда.

Знак *cov GE* — ?

**Пример:** В семье рождается ребенок с трудным темпераментом. Окружающие, реагируя на трудного ребёнка, как правило, ещё больше усугубляют его врождённые неблагоприятные черты.

**G E** ↓

(направление стрелок показывает **ухудшение** фенотипа **и за счет генов** , **и за счет среды**)

### 3. Плохому генотипу соответствует хорошая среда.

Знак  $cov GE$  — ?

**Пример:** В семье одарённых родителей рождается ребенок с наследственным дефектом. Родители создают максимум условий для компенсации дефекта.

$G$   $E$  

(Стрелками обозначена **разнонаправленность** действия генотипа и среды, благоприятная среда может **улучшить** фенотип.)



## 4. Хорошему генотипу соответствует плохая среда.

Знак ***cov GE*** — ?

**Пример:** Ребёнок с благоприятными наследственными задатками оказывается в доме ребёнка (в условиях депривации).

**G E** ↓

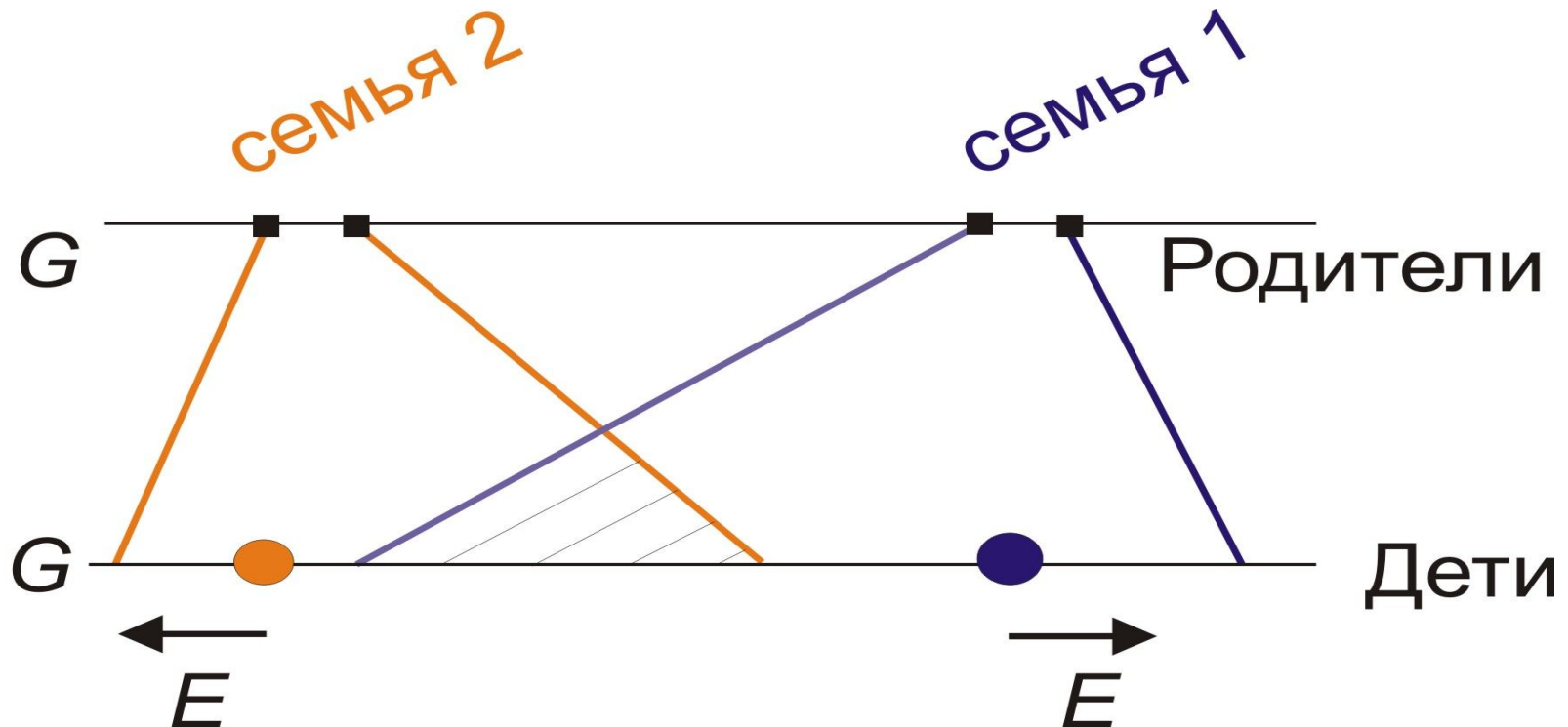
(Стрелками обозначена **разнонаправленность** действия генотипа и среды, **неблагоприятная среда может ухудшить** фенотип.)

# Знак ковариации влияет на популяционную дисперсию.

$$\text{COV } GE > 0 \quad (V_p = V_G + V_E + 2 \text{ cov } GE)$$

Разброс (дисперсия) растёт.

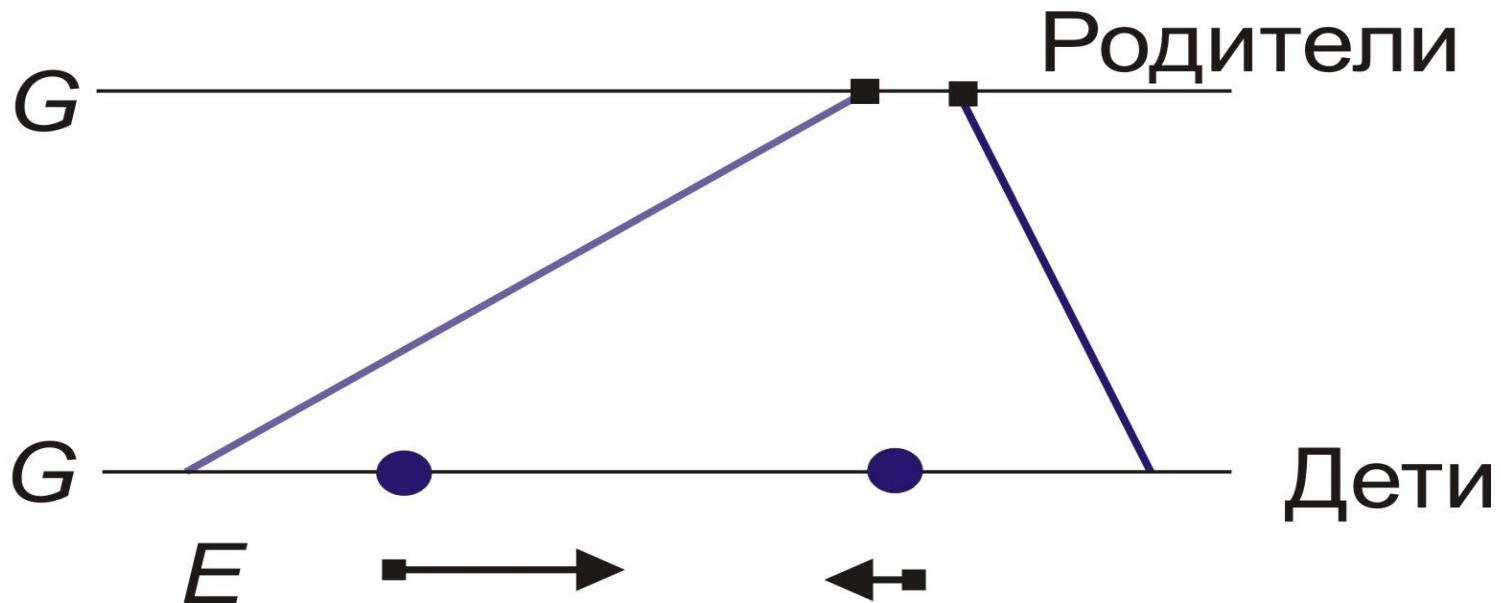
**Пример:** Две супружеские пары с разным уровнем интеллекта у родителей.



$$\text{COV GE} < 0 \quad (V_p = V_G + V_E + 2 \text{ cov GE})$$

Разброс (дисперсия) уменьшается

**Пример:** В семье родителей-музыкантов два ребёнка с хорошими и плохими музыкальными способностями. Все усилия родителей направлены на развитие способностей менее одарённого ребёнка.



# Типы ковариации

1. **Пассивная** (по факту рождения, вместе с генами наследуется среда).

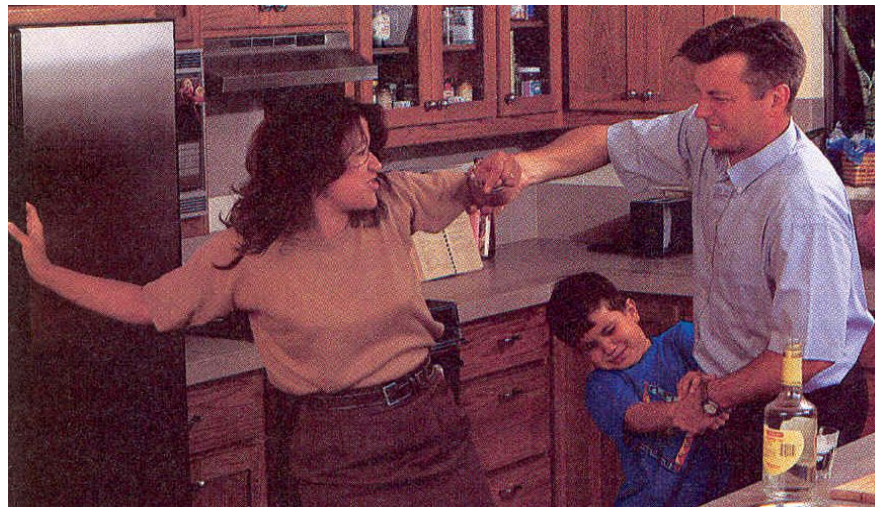
**Пример:**

ребенок, родившийся в семье музыкантов, вместе с музыкальными способностями, наследует и музыкальную среду. Пассивная ковариация **характерна для периода детства.**

# Пассивная ГС-ковариация



Вместе с генами родителей ребенок  
**пассивно** наследует соответствующую  
среду



2. **Реактивная** (окружающие реагируют на индивидуальные особенности ребенка).

### **Примеры:**

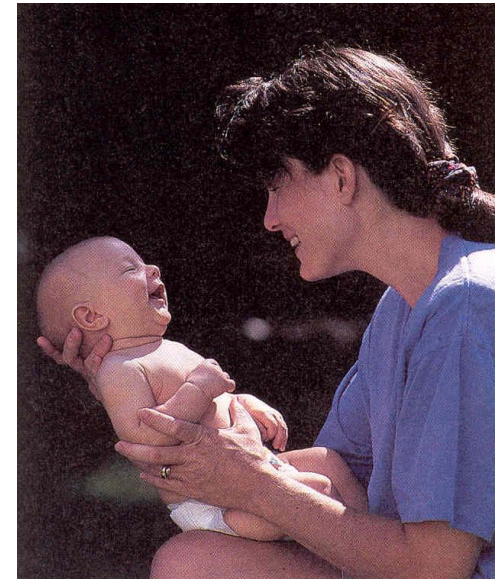
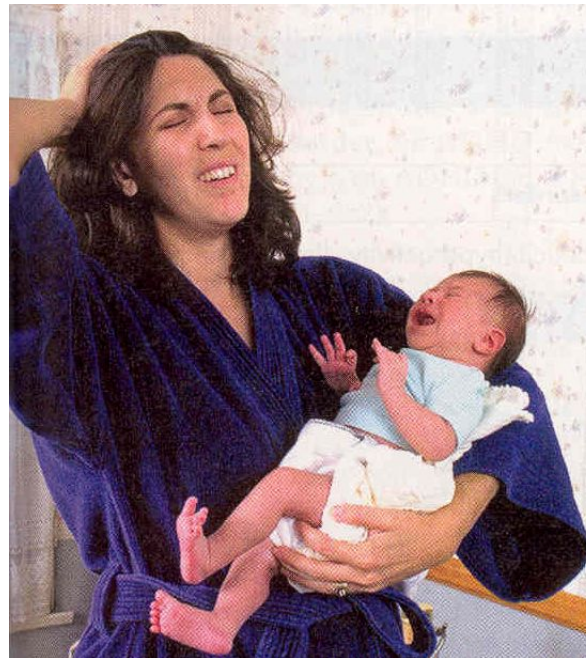
-любые виды отбора в специализированные школы (музыкальные, художественные, математические и т.д.);

-ребёнок с трудным темпераментом в семье и школе чаще подвергается наказаниям.

Реактивная ковариация **характерна для периода детства.**

# Реактивная ГС-корреляция

Среда, которую создают окружающие ребенка люди, является отчасти **реакцией** на его поведение





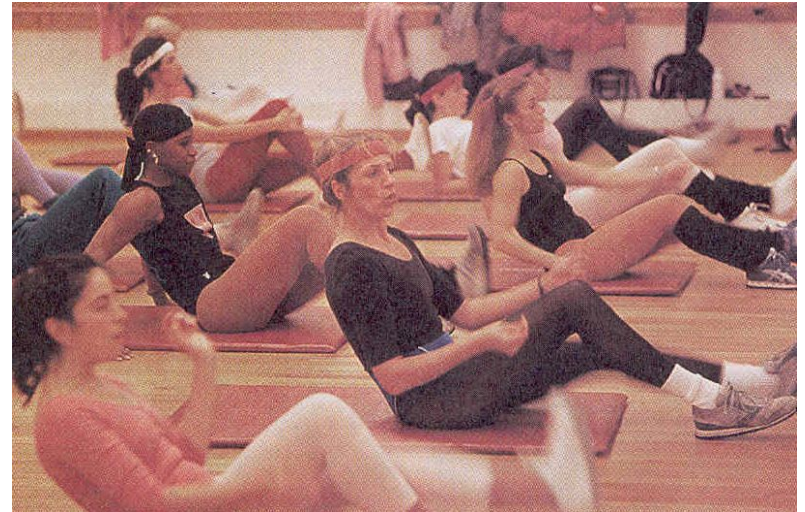
3. **Активная** (человек активно выбирает среду).

**Пример:** Ф. Гальтон по настоянию отца долгое время обучался медицине. После смерти отца он изменил свою судьбу, отправившись в путешествие, и в дальнейшем никогда не возвращался к медицине, однако во многих других областях деятельности достиг выдающихся результатов.

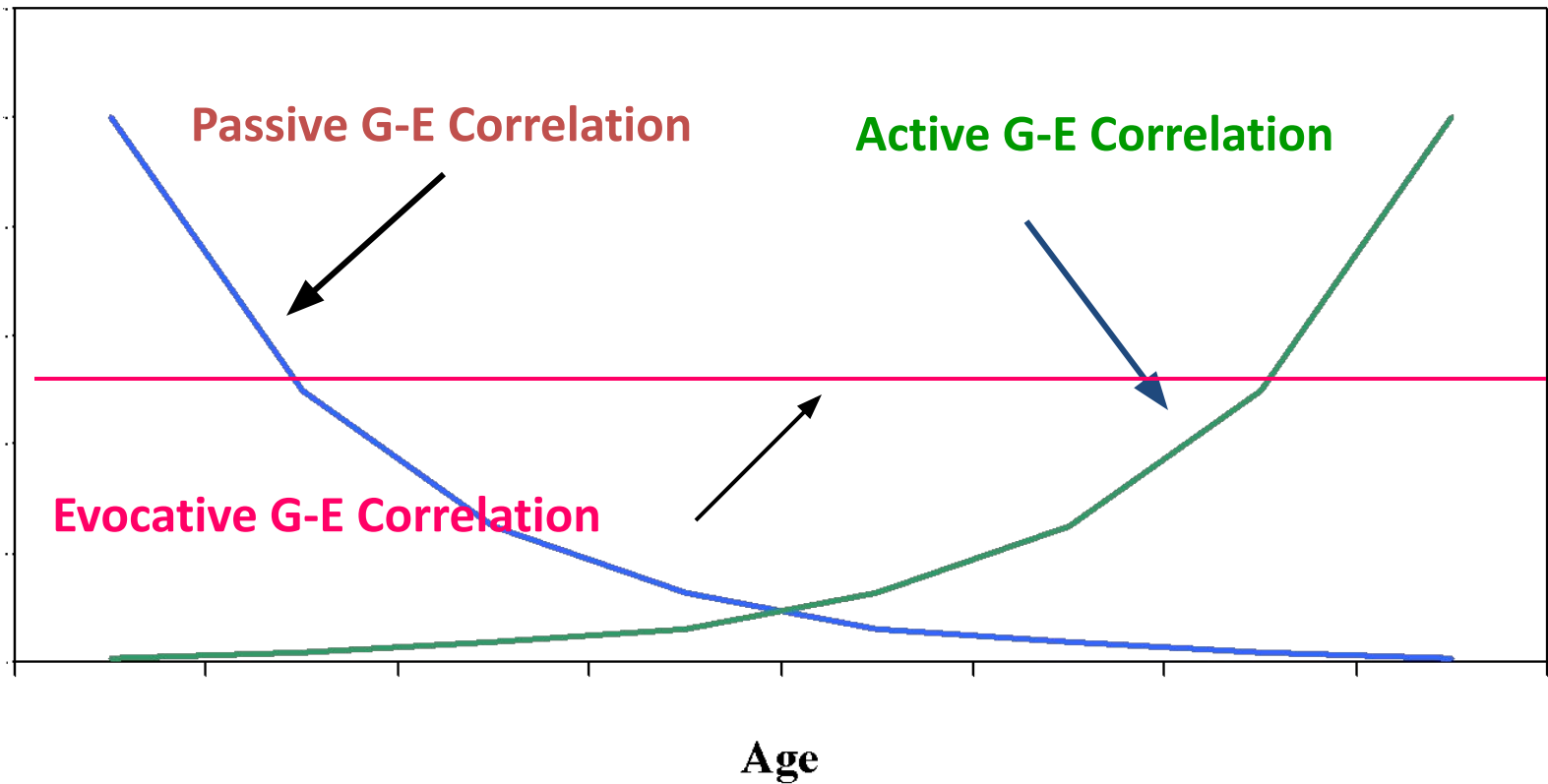
Активная ковариация **возникает в подростковом возрасте**, когда ребенок, часто вопреки родителям, выбирает свою среду

# Активная ГС-ковариация

Среда, в которой  
находятся люди,  
является отчасти  
результатом их  
собственного  
выбора



# Scarr & McCartney (1983)



# Методы изучения генотип-средовой ковариации

Применяют специальные **опросники** для характеристики **среды**, испытываемой индивидом **внутри и вне семьи**. Опросники предъявляют **родственникам** (близнецы, сибсы, родители-дети).

Наиболее известный опросник **«НОМЕ»** (**H**ome **O**bservation for **M**easurement of the **E**nvironment). Аббревиатура совпадает со словом **ДОМ**

**Оценки среды по опросникам можно рассматривать как индивидуальную характеристику, своеобразный «фенотип». Это позволяет оценивать «наследуемость» среды.**

**Как правило, более близкие родственники дают более сходные оценки своей среды, с ними чаще происходят сходные события.**

**Это свидетельствует о наличии положительной ковариации генотипа и среды.**

# Разложение фенотипической дисперсии на субкомпоненты (генетические и средовые)

$$V_P = V_G + V_E + GE + 2covGE$$

$$V_P = (V_A + V_D + V_I) + (V_{EC} + V_{EW})$$

Генетические компоненты      Средовые компоненты

# Генетические компоненты

- **A** = Аддитивный генетический компонент, эффект от простой суммации действия генов разных локусов.
- **D** = Эффекты доминирования, результат взаимодействия аллельных генов во всех локусах с таким типом взаимодействия
- **I** = Эпистаз, генетические эффекты взаимодействий между локусами (по типу подавления)

# Средовые компоненты

- $E_c$  = Семейные средовые эффекты, которые отличают одну семью от другой. Часто называются общей (**Common**) средой для родственников или «разделенной» (**Shared**) средой.
- $E_w$  = Средовые эффекты, различающиеся для родственников внутри (**Within**) семьи. Часто называются «неразделенной» (**Nonshared**) средой.



# Общая (разделенная) среда. Возможности семьи



# Различающаяся (неразделенная) среда

