

## Оформление задач по генетике

При **оформлении задач** необходимо уметь пользоваться символами, принятыми в традиционной генетике и приведенными ниже:

$\text{♀}$	женский организм
$\text{♂}$	мужской организм
$\times$	знак скрещивания
<b>P</b>	родительские организмы
<b>F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub></b>	дочерние организмы первого и второго поколения
<b>A, B, C...</b>	гены, кодирующие доминантные признаки
<b>a, b, c...</b>	аллельные им гены, кодирующие рецессивные признаки
<b>AA, BB, CC...</b>	генотипы особей, моногомозиготных по доминантному признаку
<b>Aa, Bb, Cc...</b>	генотипы моногетерозиготных особей
<b>aa, bb, cc...</b>	генотипы рецессивных особей
<b>AaBb, AaBbCc</b>	генотипы ди- и тригетерозигот
$\frac{\mathbf{A}}{\mathbf{a}} \quad \frac{\mathbf{B}}{\mathbf{b}}$	генотипы дигетерозигот в хромосомной форме при независимом наследовании
$\frac{\mathbf{AB}}{\mathbf{ab}}$	генотипы дигетерозигот в хромосомной форме при сцепленном наследовании
$\textcircled{\mathbf{A}} \quad \textcircled{\mathbf{AB}}$	гаметы

Пример записи схемы скрещивания (брака)

A – желтая окраска семян, a – зеленая окраска семян.

Запись в буквенной форме:

P	$\text{♂} \mathbf{Aa}$ желтая	$\times$	$\text{♀} \mathbf{aa}$ зеленая
гаметы	$\textcircled{\mathbf{A}} \quad \textcircled{\mathbf{a}}$		$\textcircled{\mathbf{a}}$
F <sub>1</sub>	<b>Aa</b> желтая 50%		<b>aa</b> зеленая 50%

Запись в хромосомной форме:

P	$\frac{\mathbf{A}}{\mathbf{a}}$ желтая	$\times$	$\frac{\mathbf{a}}{\mathbf{a}}$ зеленая
гаметы	$\textcircled{\mathbf{A}} \quad \textcircled{\mathbf{a}}$		$\textcircled{\mathbf{a}}$
F <sub>1</sub>	$\frac{\mathbf{A}}{\mathbf{a}}$ желтая 50%		$\frac{\mathbf{a}}{\mathbf{a}}$ зеленая 50%

Запись в хромосомной форме, как отмечено выше, является более предпочтительной. При написании **схемы скрещивания (брака)** обязательно следует указывать

фенотипы всех рассматриваемых особей, поколение, к которому они принадлежат ( $F_1$ ,  $F_2$  и т.д.), а также пол родителей и потомства. Гаметы следует обвести кружком (при невыполнении этого можно спутать гаметы с генами генотипа).

К распространенным **ошибкам**, допускаемым учащимися **при оформлении задач**, относятся также случаи, когда генотип женского организма написан не слева (принятая форма записи), а справа.

Довольно часто встречаются **ошибки**, когда у гомозиготных особей отмечается два типа гамет, например:



Такая запись не имеет смысла, так как должно быть указано не число гамет, которых может быть множество, а только число их типов.

Запись типа «один ребенок будет больным, а другой здоровым» или «первый ребенок родится больным, а второй здоровым» также лишена смысла, поскольку результаты указывают лишь на **вероятность** рождения тех или иных особей.

## Типичные задания ЕГЭ по генетике

### Определение числа типов гамет

Определение числа типов гамет проводится по формуле:  $2^n$ , где  $n$  — число пар генов в гетерозиготном состоянии.

Например, у организма с генотипом  $AAbbCC$  генов в гетерозиготном состоянии нет, т.е.  $n=0$ , следовательно,  $2^0=1$ , и он образует один тип гамет ( $AbC$ ).

У организма с генотипом  $AaBbCc$  одна пара генов в гетерозиготном состоянии  $Aa$ , т.е.  $n=1$ , следовательно,  $2^1=2$ , и он образует два типа гамет.

У организма с генотипом  $AaBbCc$  три пары генов в гетерозиготном состоянии, т.е.  $n=3$ , следовательно,  $2^3=8$ , и он образует восемь типов гамет.

### Задачи на моно- и дигибридное скрещивание

На моногибридное скрещивание

#### Задача:

Скрестили белых кроликов с черными кроликами (черный цвет — доминантный признак). В  $F_1$  — 50% белых и 50% черных. Определите генотипы родителей и потомства.

**Решение:**

Поскольку в потомстве наблюдается расщепление по изучаемому признаку, следовательно, родитель с доминантным признаком гетерозиготен.

P	Aa	Aa
	(черный)	(белый)
Гаметы	(A) (a)	(a)
	Aa	aa
F <sub>1</sub>	(черные)	(белые)
	1 : 1	

На дигибридное скрещивание

Доминантные гены известны

**Задача:**

Скрестили томаты нормального роста с красными плодами с томатами-карликами с красными плодами. В F<sub>1</sub> все растения были нормального роста; 75% — с красными плодами и 25% — с желтыми. Определите генотипы родителей и потомков, если известно, что у томатов красный цвет плодов доминирует над желтым, а нормальный рост — над карликовостью.

**Решение:**

Обозначим доминантные и рецессивные гены: A — нормальный рост, a — карликовость; B — красные плоды, b — желтые плоды.

Проанализируем наследование каждого признака по отдельности. В F<sub>1</sub> все потомки имеют нормальный рост, т.е. расщепления по этому признаку не наблюдается, поэтому исходные формы — гомозиготны. По цвету плодов наблюдается расщепление 3:1, поэтому исходные формы гетерозиготны.

P	AABb	aaBb
	(нормальный рост, красные плоды)	(карлики, красные плоды)
Гаметы	(AB) (Ab)	(aB) (ab)
	AaBB (нормальный рост, красные плоды)	
F <sub>1</sub>	AaBb (нормальный рост, красные плоды)	
	AaBb (нормальный рост, красные плоды)	
	Aabb (нормальный рост, желтые плоды)	

Доминантные гены неизвестны

**Задача:**

Скрестили два сорта флоксов: один имеет красные блюдцевидные цветки, второй — красные воронковидные цветки. В потомстве было получено 3/8 красных блюдцевидных, 3/8 красных воронковидных, 1/8 белых блюдцевидных и 1/8 белых

воронковидных. Определите доминантные гены и генотипы родительских форм, а также их потомков.

**Решение:**

Проанализируем расщепление по каждому признаку в отдельности. Среди потомков растения с красными цветами составляют  $6/8$ , с белыми цветами —  $2/8$ , т.е. 3:1.

Поэтому  $A$  — красный цвет,  $a$  — белый цвет, а родительские формы — гетерозиготны по этому признаку (т.к. есть расщепление в потомстве).

По форме цветка также наблюдается расщепление: половина потомства имеет блюдцеобразные цветки, половина — воронковидные. На основании этих данных однозначно определить доминантный признак не представляется возможным. Поэтому примем, что  $B$  — блюдцевидные цветки,  $b$  — воронковидные цветки.

P	$AaBb$	$Aabb$		
	(красные цветки, блюдцевидная форма)	(красные цветки, воронковидная форма)		
Гаметы	$\textcircled{AB}$ $\textcircled{Ab}$ $\textcircled{aB}$ $\textcircled{ab}$	$\textcircled{Ab}$ $\textcircled{ab}$		

F <sub>1</sub>	Гаметы	$AB$	$Ab$	$aB$	$ab$
	$AB$	$AABb$	$AAbb$	$AaBb$	$AaBb$
	$ab$	$AaBb$	$Aabb$	$aaBb$	$aabb$

- $3/8 A-B-$  — красные блюдцевидные цветки,
- $3/8 A-bb$  — красные воронковидные цветки,
- $1/8 aaBb$  — белые блюдцевидные цветки,
- $1/8 aabb$  — белые воронковидные цветки.

**Решение задач на группы крови (система АВ0)**

**Задача:** у матери вторая группа крови (она гетерозиготна), у отца — четвертая. Какие группы крови возможны у детей?

**Решение:**

P	$I^A I^B$	$I^A i^0$		
Гаметы	$\textcircled{I^A}$ $\textcircled{I^B}$	$\textcircled{I^A}$ $\textcircled{i^0}$		

$I^A I^A, I^A i^0, I^B i^0, I^A I^B$

F<sub>1</sub> (вероятность рождения ребенка со второй группой крови составляет 50%, с третьей — 25%, с четвертой — 25%).

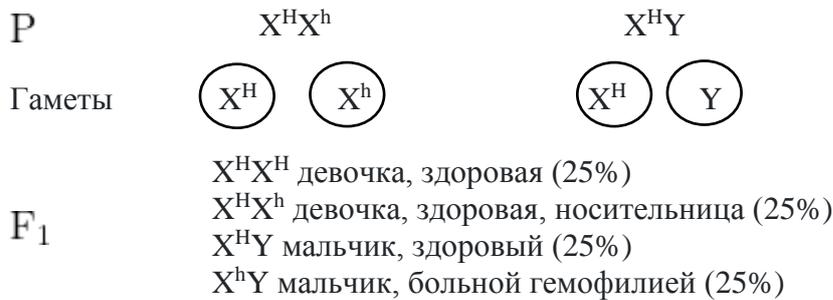
## Решение задач на наследование признаков, сцепленных с полом

Такие задачи вполне могут встретиться как в части А, так и в части С ЕГЭ.

### Задача:

носительница гемофилии вышла замуж за здорового мужчину. Какие могут родиться дети?

### Решение:



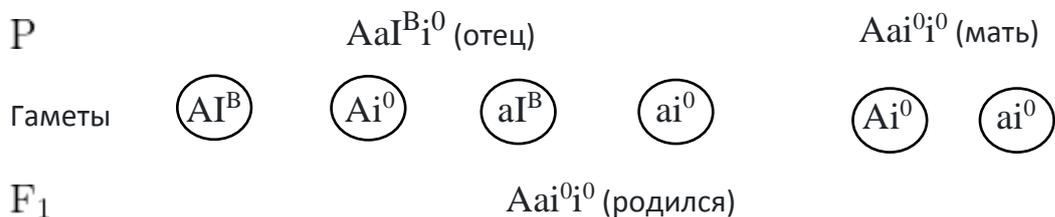
## Решение задач смешанного типа

### Задача:

Мужчина с карими глазами и 3 группой крови женился на женщине с карими глазами и 1 группой крови. У них родился голубоглазый ребенок с 1 группой крови. Определите генотипы всех лиц, указанных в задаче.

### Решение:

Карий цвет глаз доминирует над голубым, поэтому  $A$  — карие глаза,  $a$  — голубые глаза. У ребенка голубые глаза, поэтому его отец и мать гетерозиготны по этому признаку. Третья группа крови может иметь генотип  $I^B I^B$  или  $I^B i^0$ , первая — только  $i^0 i^0$ . Поскольку у ребенка первая группа крови, следовательно, он получил ген  $i^0$  и от отца, и от матери, поэтому у его отца генотип  $I^B i^0$ .



### Задача:

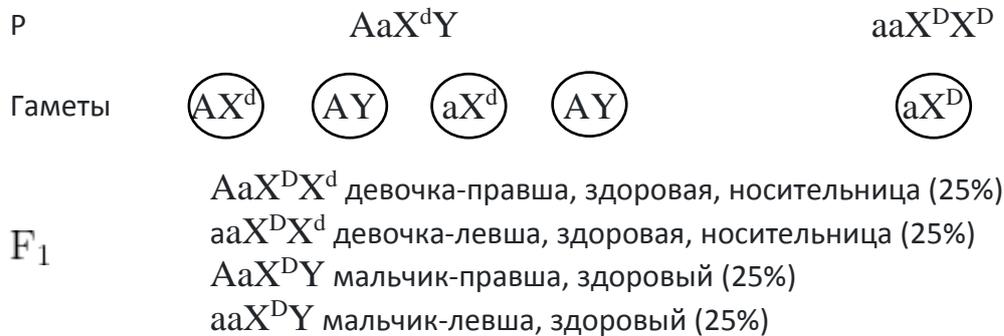
Мужчина дальтоник, правша (его мать была левшой) женат на женщине с нормальным зрением (ее отец и мать были полностью здоровы), левше. Какие могут родиться дети у этой пары?

### Решение:

У человека лучшее владение правой рукой доминирует над леворукостью, поэтому  $A$  —

правша, а — левша. Генотип мужчины  $Aa$  (т.к. он получил ген  $a$  от матери-левши), а женщины —  $aa$ .

Мужчина-дальтоник имеет генотип  $X^dY$ , а его жена —  $X^DX^D$ , т.к. ее родители были полностью здоровы.



### Задачи для самостоятельного решения

1. Определите число типов гамет у организма с генотипом  $AaBBcc$ .
2. Определите число типов гамет у организма с генотипом  $AaBbX^dY$ .
3. Определите число типов гамет у организма с генотипом  $aaBBi^{B_i^0}$ .
4. Скрестили высокие растения с низкими растениями. В  $F_1$  — все растения среднего размера. Какое будет  $F_2$ ?
5. Скрестили белого кролика с черным кроликом. В  $F_1$  все кролики черные. Какое будет  $F_2$ ?
6. Скрестили двух кроликов с серой шерстью. В  $F_1$  - 25% с черной шерстью, 50% — с серой и 25% с белой. Определите генотипы и объясните такое расщепление.
7. Скрестили черного безрогого быка с белой рогатой коровой.  
В  $F_1$  получили 25% черных безрогих, 25% черных рогатых, 25% белых рогатых и 25% белых безрогих. Объясните это расщепление, если черный цвет и отсутствие рогов — доминантные признаки.
8. Скрестили дрозофил с красными глазами и нормальными крыльями с дрозофилами с белыми глазами и дефектными крыльями. В потомстве все мухи с красными глазами и дефектными крыльями. Какое будет потомство от скрещивания этих мух с обоими родителями?
9. Голубоглазый брюнет женился на кареглазой блондинке. Какие могут родиться дети, если оба родителя гетерозиготны?
10. Мужчина правша с положительным резус-фактором женился на женщине левше с отрицательным резусом. Какие могут родиться дети, если мужчина гетерозиготен только по второму признаку?
11. У матери и у отца 3 группа крови (оба родителя гетерозиготны). Какая группа крови возможна у детей?
12. У матери 1 группа крови, у ребенка — 3 группа. Какая группа крови невозможна для отца?
13. У отца первая группа крови, у матери — вторая. Какова вероятность рождения ребенка с первой группой крови?

14. Голубоглазая женщина с 3 группой крови (ее родители имели третью группу крови) вышла замуж за кареглазого мужчину со 2 группой крови (его отец имел голубые глаза и первую группу крови). Какие могут родиться дети?
15. Мужчина-гемофилик, правша (его мать была левшой) женился на женщине левше с нормальной кровью (ее отец и мать были здоровы). Какие могут родиться дети от этого брака?
16. Скрестили растения земляники с красными плодами и длинночерешковыми листьями с растениями земляники с белыми плодами и короткочерешковыми листьями. Какое может быть потомство, если красная окраска и короткочерешковые листья доминируют, при этом оба родительских растения гетерозиготны?
17. Мужчина с карими глазами и 3 группой крови женился на женщине с карими глазами и 3 группой крови. У них родился голубоглазый ребенок с 1 группой крови. Определите генотипы всех лиц, указанных в задаче.
18. Скрестили дыни с белыми овальными плодами с растениями, имевшими белые шаровидные плоды. В потомстве получены следующие растения: 3/8 с белыми овальными, 3/8 с белыми шаровидными, 1/8 с желтыми овальными и 1/8 с желтыми шаровидными плодами. Определите генотипы исходных растений и потомков, если у дыни белая окраска доминирует над желтой, овальная форма плода — над шаровидной.

#### Ответы

1. 4 типа гамет.
2. 8 типов гамет.
3. 2 типа гамет.
4. 1/4 высоких, 2/4 средних и 1/4 низких (неполное доминирование).
5. 3/4 черных и 1/4 белых.
6. **AA** — черные, **aa** — белые, **Aa** — серые. Неполное доминирование.
7. Бык: **AaBb**, корова — **aabb**.  
Потомство:  
**AaBb** (черные безрогие),  
**Aabb** (черные рогатые),  
**aaBb** (белые рогатые),  
**aabb** (белые безрогие).
8. **A** — красные глаза, **a** — белые глаза; **B** — дефектные крылья, **b** — нормальные.  
Исходные формы — **AAbb** и **aaBB**,  
потомство **AaBb**.  
Результаты скрещивания:

а) **AaBb** × **AAbb**

**F<sub>2</sub>** **AABb** красные глаза, дефектные крылья  
**AaBb** красные глаза, дефектные крылья  
**AAbb** красные глаза, нормальные крылья  
**Aabb** красные глаза, нормальные крылья

б)  $AaBb \times aaBB$

$F_2$   $AaBB$  красные глаза, дефектные крылья

$AaBb$  красные глаза, дефектные крылья

$aaBb$  белые глаза, дефектные крылья

$aaBB$  белые глаза, дефектные крылья

9.  $A$  — карие глаза,  $a$  — голубые;  $B$  — темные волосы,  $b$  — светлые.

Отец  $aaBb$ , мать —  $Aabb$ .

P	$aaBb$	x	$Aabb$
Гаметы	$aB$	$ab$	$Ab$ $ab$
$F_1$	$AaBb$ — карие глаза, темные волосы		
	$Aabb$ — карие глаза, светлые волосы		
	$aaBb$ — голубые глаза, темные волосы		
	$aabb$ — голубые глаза, светлые волосы		

10.  $A$  — правша,  $a$  — левша;  $B$  — положительный резус,  $b$  — отрицательный.

Отец  $AABb$ , мать —  $aabb$ .

Дети:

50%  $AaBb$  (правша, положительный резус) и

50%  $Aabb$  (правша, отрицательный резус).

11. Отец и мать —  $I^B i^0$ .

У детей возможна третья группа крови (вероятность рождения — 75%) или первая группа крови (вероятность рождения — 25%).

12. Мать  $i^0 i^0$ , ребенок  $I^B i^0$ ; от матери он получил ген  $i^0$ , а от отца —  $I^B$ .

Для отца невозможны следующие группы крови: первая ( $i^0 i^0$ ), вторая ( $I^A I^A$ ,  $I^A i^0$ ).

13. Ребенок с первой группой крови может родиться только в том случае, если его мать гетерозиготна. В этом случае вероятность рождения составляет 50%.

14.  $A$  — карие глаза,  $a$  — голубые. Женщина  $aaI^B I^B$ , мужчина  $AaI^A i^0$ .

Дети:

$AaI^A I^B$  (карие глаза, четвертая группа),

$AaI^B i^0$  (карие глаза, третья группа),

$aaI^A I^B$  (голубые глаза, четвертая группа),

$aaI^B i^0$  (голубые глаза, третья группа).

15.  $A$  — правша,  $a$  — левша. Мужчина  $AaX^H Y$ , женщина  $aaX^H X^H$ .

Дети

$AaX^H Y$  (здоровый мальчик, правша),

$AaX^H X^h$  (здоровая девочка, носительница, правша),

$aaX^H Y$  (здоровый мальчик, левша),

$aaX^H X^h$  (здоровая девочка, носительница, левша).

16. **A** — красные плоды, **a** — белые; **B** — короткочерешковые, **b** — длинночерешковые.

Родители: **Aabb** и **aaBb**.

Потомство:

**AaBb** (красные плоды, короткочерешковые),

**Aabb** (красные плоды, длинночерешковые),

**aaBb** (белые плоды, короткочерешковые),

**aabb** (белые плоды, длинночерешковые).

17. **A** — карие глаза, **a** — голубые.

Женщина  $AaI^{B_i^0}$ , мужчина  $AaI^{B_i^0}$ .

Ребенок:  $aaI^{0_i^0}$

18. **A** — белая окраска, **a** — желтая; **B** — овальные плоды, **b** — круглые.

Исходные растения: **AaBb** и **Aabb**.

Потомство:

**A-Bb** - 3/8 с белыми овальными плодами,

**A-bb** - 3/8 с белыми шаровидными плодами,

**aaBb** - 1/8 с желтыми овальными плодами,

**aabb** - 1/8 с желтыми шаровидными плодами.