

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
Часть I. Алгоритмы решения задач по генетике	5
Часть II. Задачи для самостоятельной работы	30
Ответы	73

Часть I



АЛГОРИТМЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО ГЕНЕТИКЕ

1. Внимательно читаем условие задачи.

2. Записываем его, выделяя доминантные и рецессивные признаки и используя принятую генетическую символику и сокращения (**фенотипы записывать обязательно!**). Вначале записываем, что дано (признаки родительских форм), а затем то, что требуется определить (признаки потомков).

- Родительские организмы обозначаем латинской буквой **P**, на первом месте ставим (так принято) женский пол — ♀ (зеркало Венеры), на втором — мужской ♂ (щит и копьё Марса).

- Потомство от скрещивания (гибриды) обозначаем буквой **F**, цифрой в индексе обозначаем порядок поколения, например: F_1 , F_2 , F_3 , ..., F_n .

- Доминантный признак обозначаем произвольно (если в условии задачи не даётся определённое обозначение признака) любой прописной буквой латинского алфавита, а рецессивный признак (аллельный) — той же строчной буквой, например: $A — a$, $B — b$, $C — c$, $D — d$, $L — l$ и т. д.

3. Вносим в условие известные гены: если проявляется доминантный признак — один ген ($A_$), а если рецессивный — оба (aa). Выясняем, сколько пар генов кодируют перечисленные в задаче признаки, число фенотипических классов в потомстве и их количественное соотношение. Кроме этого, учитываем, связано ли наследование признака(-ов) с половыми хромосомами, сцепленное оно или независимое, а также какие гены взаимодействуют при наследовании — аллельные или неаллельные.

4. Уточняем генотипы родительских форм и потомков и приступаем к решению задачи, соблюдая определённую последовательность. Сначала составляем цитологическую схему скрещивания родительских форм (**обязательно указываем фенотипы!**).

5. Зная генотипы родителей, определяем, какие гаметы они дают. При записи гамет мы должны помнить, что

- каждая гамета получает гаплоидный (одинарный) набор хромосом (генов);
- все гены имеются в гаметах;
- в каждую гамету попадает только одна гомологичная хромосома из каждой пары, то есть только один ген из каждого аллеля;
- потомок получает одну гомологичную хромосому (один аллельный ген) от отца, а другой аллельный ген — от матери;
- гетерозиготные организмы при полном доминировании всегда проявляют доминантный признак, а организмы с рецессивным признаком всегда гомозиготны;
- буквенные обозначения того или иного типа гамет записываем под обозначениями генотипов, на основе которых они образуются.

6. Заполняем решётку Пеннета, находим в ней интересующие нас генотипы и фенотипы потомков и вычисляем вероятность их появления. В решётке Пеннета по горизонтали располагаем женские гаметы, а по вертикали — мужские. В ячейки решётки вписываем образующиеся сочетания гамет — зиготы. Затем записываем фенотипы потомства.

7. Даём ответы на все вопросы задачи (ответы убедительно аргументируем!).

Основные правила, помогающие в решении генетических задач

Правило	Если...	то...
1	при скрещивании двух фенотипически одинаковых особей в их потомстве наблюдается расщепление признаков в соотношении 3 : 1	эти особи гетерозиготны (моногибридное скрещивание, полное доминирование)
2	при скрещивании фенотипически одинаковых (по одной паре признаков) особей в первом поколении гибридов происходит расщепление признака на три фенотипические группы в соотношении 1 : 2 : 1	эти особи гетерозиготны (моногибридное скрещивание, неполное доминирование)

1. Записываем условие задачи (переводим его на язык генетики).

Признак, фенотип	Ген, генотип
Длинные ресницы	A
Короткие ресницы	a
Широкие густые брови	B
Нормальные брови	b
P: ♀ длинные ресницы и широкие густые брови	A_B_
♂ длинные ресницы и широкие густые брови	AABB
F ₁ : ?	?

Так как в условии задачи не даны буквы для обозначения генов, используем произвольное обозначение.

2. Составляем схему скрещивания. Обязательно записываем фенотипы родителей, строго под ними пишем генотипы, а затем — гаметы.

P: ♀ длинные ресницы и широкие густые брови $\times$ ♂ длинные ресницы и широкие густые брови

AaBb AABB

G: AB, Ab, aB, ab AB

3. Заполняем решётку Пеннета.

F ₁ :	♀	AB	Ab	aB	ab
	♂				
	AB	AABB длинные ресницы и широкие густые брови	AABb длинные ресницы и широкие густые брови	AaBB длинные ресницы и широкие густые брови	AaBb длинные ресницы и широкие густые брови

4. Объясняем решение задачи. Скрещивание дигибридное (рассматривается наследование двух пар признаков — длина ресниц и форма бровей), гены расположены в разных хромосомах (наследование признаков по законам Г. Менделя). По условию задачи и женщина, и мужчина имеют фенотипическое проявление доминантных признаков, но отец женщины имел рецессивные признаки, поэтому генотипы родителей будут следующими: у женщины (дигетерозиготная) — AaBb, а у мужчины (дигомозиготный по условию задачи) — AABB. У женщины образуется 4 типа гамет (AB, Ab, aB, ab), а у мужчины — 1 тип (AB). В этой семье могут родиться дети только с доминантными признаками, но с различными генотипами.

5. Записываем ответ. Ответ:

1) генотипы родителей: ♀ (длинные ресницы и широкие густые брови) — AaBb (гаметы AB, Ab, aB, ab), ♂ (длинные ресницы и широкие густые брови) — AABB (гаметы AB);

2) фенотипы потомков — 100 % с длинными ресницами и широкими густыми бровями;

3) генотипы потомков — AABB, AaBB, AABb, AaBb.

Пример 2. У человека ген курчавых волос ($\bar{A}$) не полностью доминирует над геном прямых волос, а оттопыренные уши (b) являются рецессивным признаком. Обе пары генов находятся в разных хромосомах. В семье, где родители имели нормальные уши и один — курчавые волосы, а другой — прямые, родился ребёнок с оттопыренными ушами и волнистыми волосами. Их второй ребёнок имел нормальные уши. Составьте схему решения задачи. Определите генотипы родителей, генотипы их родившихся детей и вероятность дальнейшего появления детей с оттопыренными ушами и волнистыми волосами.

1. Записываем условие задачи (переводим его на язык генетики).

Признак, фенотип	Ген, генотип
Курчавые волосы	$\bar{A}$
Прямые волосы	a
Волнистые волосы	$\bar{A}a$
Нормальные уши	B
Оттопыренные уши	b
P: ♀ курчавые волосы, нормальные уши	$\bar{A}\bar{A}B_{-}$
♂ прямые волосы, нормальные уши	aaB_{-}
F ₁ : волнистые волосы, оттопыренные уши	?
? волосы, нормальные уши	?

При записи условия для обозначения генов используем буквы, данные в условии задачи.

2. Составляем схему скрещивания. Обязательно записываем фенотипы родителей, строго под ними пишем генотипы, а затем — гаметы.

P:	♀ курчавые волосы, нормальные уши	×	♂ прямые волосы, нормальные уши
	$\bar{A}\bar{A}Bb$		$aaBb$
G:	$\bar{A}B, \bar{A}b$		aB, ab

3. Заполняем решётку Пеннета.

F ₁ :	♀ ♂	$\bar{A}B$	$\bar{A}b$
	aB	$\bar{A}aBB$ волнистые волосы, нормальные уши	$\bar{A}aBb$ волнистые волосы, нормальные уши
	ab	$\bar{A}aBb$ волнистые волосы, нормальные уши	$\bar{A}abb$ волнистые волосы, оттопыренные уши

4. Объясняем решение задачи. Дигибридное скрещивание (рассматривается наследование двух пар признаков — структура волос и форма ушей), гены находятся в разных хромосомах, доминирование признака «структура волос» неполное. Так как в семье появился ребёнок с оттопыренными ушами, то родители по этому аллелю гетерозиготные и их генотипы: ♀ $\bar{A}\bar{A}Bb$, ♂ $aaBb$. Признак «курчавые волосы» доминирует не полностью, поэтому у всех детей в этой семье могут быть только волнистые волосы. Вероятность появления в дальнейшем детей с волнистыми волосами и оттопыренными ушами — 25 % (1/4).

5. Записываем ответ. Ответ:

1) генотипы родителей: ♀ (курчавые волосы, нормальные уши) — $\bar{A}\bar{A}Bb$ (гаметы $\bar{A}B$, $\bar{A}b$), ♂ (прямые волосы, нормальные уши) — $aaBb$ (гаметы aB , ab);

2) генотипы и фенотипы родившихся детей — 75 % (3/4) с волнистыми волосами и нормальными ушами ($\bar{A}aB_$); 25 % (1/4) с волнистыми волосами и оттопыренными ушами ($\bar{A}abb$);

3) вероятность рождения детей с волнистыми волосами и оттопыренными ушами — 25 % (1/4).

Пример 3. У кукурузы гены коричневой окраски (A) и гладкой формы (B) семян сцеплены друг с другом и находятся в одной хромосоме, рецессивные гены белой окраски и морщинистой формы семян также сцеплены. При скрещивании двух растений с коричневыми гладкими семенами и белыми морщинистыми семенами было получено 400 растений с коричневыми гладкими семенами и 398 растений с белыми морщинистыми семенами. Составьте схему решения задачи. Определите генотипы родительских форм и потомства. Обоснуйте результаты скрещивания, укажите, какой закон наследственности действует в данном случае.

1. Записываем условие задачи (переводим его на язык генетики).

Признак, фенотип	Ген, генотип
Коричневая окраска семян	A
Белая окраска семян	a
Гладкая форма семян	B
Морщинистая форма семян	b
P: ♀ коричневые гладкие семена	A_B_
♂ белые морщинистые семена	aabb
F ₁ : коричневые гладкие семена (400 растений)	?
белые морщинистые семена (398 растений)	?

При записи условия для обозначения генов используем буквы, данные в условии задачи.

2. Составляем схему скрещивания. Обязательно записываем фенотипы родителей, строго под ними пишем генотипы, а затем — гаметы.

P: ♀ коричневые гладкие семена × ♂ белые морщинистые семена

$\begin{array}{c} AaBb \\ \underline{A \quad B} \\ \underline{a \quad b} \end{array}$	$\begin{array}{c} aabb \\ \underline{a \quad b} \\ \underline{a \quad b} \end{array}$
G: $\begin{array}{c} AB, ab \\ \underline{A \quad B} \quad \underline{a \quad b} \end{array}$	$\begin{array}{c} ab \\ \underline{a \quad b} \end{array}$

F₁: коричневые гладкие семена : белые морщинистые семена

$\begin{array}{c} AaBb \\ \underline{A \quad B} \\ \underline{a \quad b} \end{array}$	$\begin{array}{c} aabb \\ \underline{a \quad b} \\ \underline{a \quad b} \end{array}$
---	---

В данном случае решётка Пеннета не нужна.

3. Объясняем решение задачи. Дигибридное скрещивание (рассматривается наследование двух пар признаков — окраска семян и их форма), гены сцеплены (находятся в одной хромосоме). Так как по условию задачи гены находятся в одной хромосоме и сцеплены, а при скрещивании появилось потомство в соотношении 1 : 1 (400 : 398) с признаками, характерными для родительских форм, то один из родителей был дигетерозиготен, а другой — дигомозиготен по двум парам признаков. Гены сцеплены, следовательно, между ними процесс кроссинговера не происходит (поэтому у родительской формы с генотипом AaBb образуется два типа гамет, а не четыре).

4. Записываем ответ. Ответ:

1) генотипы родителей: ♀ (коричневые гладкие семена) — AaBb (гаметы AB, ab), ♂ (белые морщинистые семена) — aabb (гаметы ab);

2) фенотипы потомков — коричневые гладкие семена (400 растений), белые морщинистые семена (398 растений); генотипы потомков — AaBb (коричневые гладкие семена) : aabb (белые морщинистые семена);

3) проявляет действие закон сцепленного наследования признаков (закон Т. Моргана).

Пример 4. У кошек и котов гены чёрной окраски шерсти (A) и рыжей окраски шерсти (B) локализованы в X-хромосоме и при сочетании дают неполное доминирование — черепаховую окраску шерсти (AB). От чёрной кошки родились один черепаховый и два чёрных котёнка. Определите генотип кошки, фенотип и генотип кота, а также пол черепахового и чёрных котят. Составьте схему решения задачи. Обоснуйте результаты скрещивания.

1. Записываем условие задачи (переводим его на язык генетики).

Признак, фенотип	Ген, генотип
Чёрная окраска шерсти	X^A
Рыжая окраска шерсти	X^B
Черепаховая окраска шерсти	$X^A X^B$
P: ♀ чёрная	$X^? X^?$
♂ ?	$X^? Y$
F ₁ : 1 черепаховый	?
2 чёрных	?

При записи условия используем для обозначения генов буквы, данные в условии задачи.

2. Составляем схему скрещивания. Обязательно записываем фенотипы родителей, строго под ними пишем генотипы, а затем — гаметы.

P:	♀ чёрная	×	♂ рыжий
	$X^A X^A$		$X^B Y$
G:	X^A		X^B, Y
F ₁ :	1 черепаховый	:	2 чёрных
	♀ $X^A X^B$		♂ $X^A Y$

В данном случае решётка Пеннета не нужна.

3. Объясняем решение задачи. Признаки наследуются сцепленно с полом. У кошек пол определяется так же, как и у человека, то есть самка гомогаметная, а самец гетерогаметный. Генотип чёрной кошки — $X^A X^A$.

- 1** У человека наличие ямочек на щеках доминирует над их отсутствием, а способность сворачивать язык в трубочку — над отсутствием этой способности. Гены обоих признаков находятся в различных хромосомах. Мужчина с ямочками на щеках и способный сворачивать язык в трубочку, мать которого имела ямочки на щеках и не была способна сворачивать язык в трубочку, женился на женщине без ямочек на щеках и неспособной сворачивать язык в трубочку. Составьте схему скрещивания. Определите генотипы родителей, генотипы и фенотипы потомков. Ответ поясните. Какой закон наследственности проявляется в данном случае?

[illegible]

4

[illegible]

24

1-е скрещивание:

P:

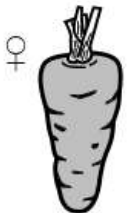


X


$$F_1:$$

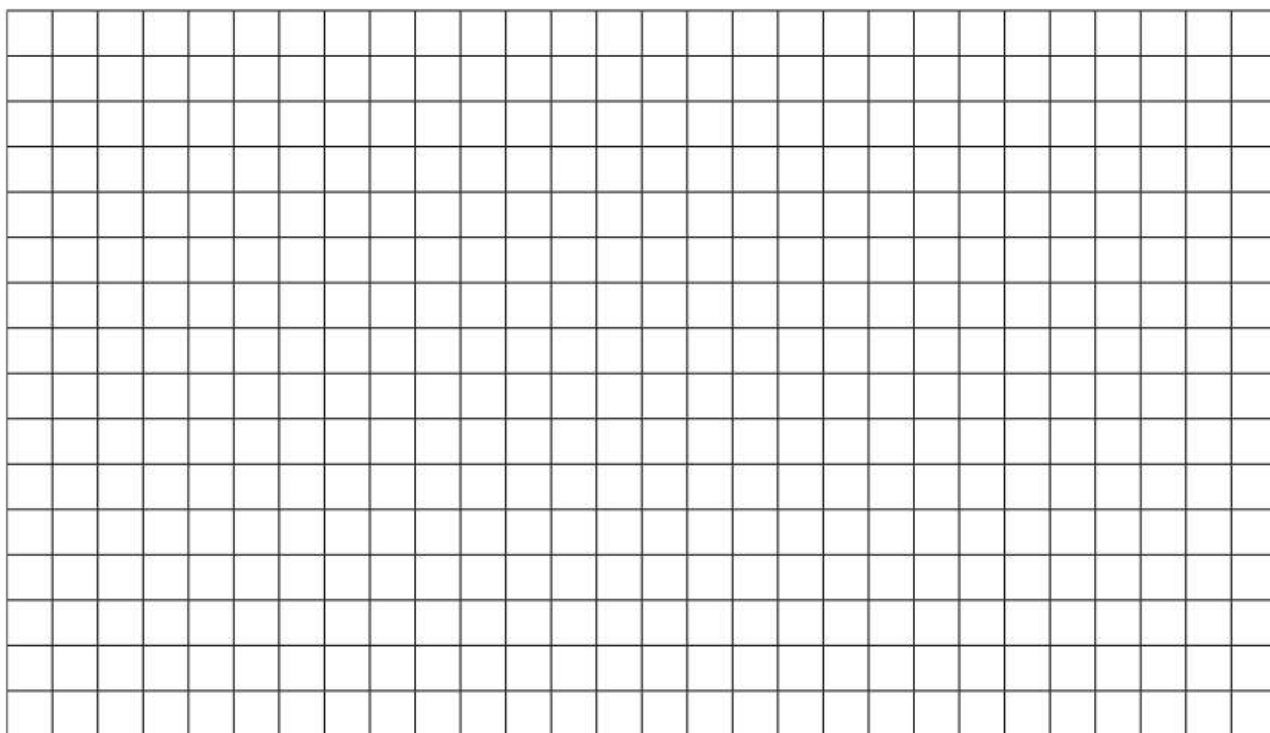

2-е скрещивание:

P:



×


$$F_2:$$
[illegible]



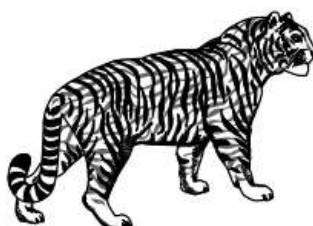
- 25** Используя рисунок, определите, как проявляется и наследуется окраска шерсти у тигров; каковы генотипы и фенотипы родителей и гибридов F_1 , F_2 и F_3 . Составьте схемы решения задачи. Ответ поясните.

1-е скрещивание:

P:



F_1 :



ОТВЕТЫ

1. 1) Генотипы родителей: ♀ — aabb (гаметы ab); ♂ — AABb (гаметы AB, Ab);
2) фенотипы и генотипы детей: 50 % — AaBb (с ямочками на щеках и способные сворачивать язык в трубочку), 50 % — Aabb (с ямочками на щеках и неспособные сворачивать язык в трубочку);
3) гены находятся в разных хромосомах и наследуются независимо друг от друга (III закон Г. Менделя), появление только двух фенотипических групп потомков можно объяснить тем, что оба родителя по признаку «наличие/отсутствие ямочек на щеках» гомозиготны.
2. 1) Генотипы родителей: ♀ AAbb (гаметы Ab), ♂ aaBB (гаметы aB);
2) фенотипы и генотипы детей: 100 % AaBb — аниридия и брахидактилия;
3) вероятность рождения в этой семье абсолютно здоровых детей — 0 %.
3. 1) Генотипы родителей: AAbb — зелёные сжатые бобы (гаметы Ab), aaBb — жёлтые вздутые бобы (гаметы aB, ab);
2) генотипы потомства: AaBb — зелёные вздутые бобы, Aabb — зелёные сжатые бобы;
3) характер наследования признаков — независимое наследование.
4. 1) Генотипы родителей: ♀ aaBb (гаметы aB, ab); ♂ AaBb (гаметы AB, Ab, aB, ab);
2) ребёнок с тонкими губами и прямым носом — aabb; второй ребёнок с толстыми губами и «римским» носом — AaBB или AaBb;
3) возможные генотипы детей: AaBB, 2 AaBb, aaBB, 2 aaBb, Aabb, aabb; вероятность рождения детей с тонкими губами и прямым носом — 12,5 % (aabb).
5. 1) Генотипы родителей: $\bar{A}abb$ — розовые цветки пилорической формы (гаметы $\bar{A}b$, ab);
2) фенотипы и генотипы потомства: 1 $\bar{A}\bar{A}bb$ (красные пилорические цветки) : 2 $\bar{A}abb$ (розовые пилорические цветки) : 1 aabb (белые пилорические цветки);
3) признаки окраски и формы цветков львиного зева наследуются независимо друг от друга, а появление цветков только пилорической формы можно объяснить тем, что пилорическая форма цветка — рецессивный признак, и расщепление не происходит.