



Кафедра биологии имени академика В.Н. Ярыгина
педиатрического факультета

Примеры оформления задач по генетике

Пример оформления задачи на аутосомное наследование (*Вариант 1*)

Задача

Редкий аллель гена **a** вызывает у человека наследственную анофтальмию (отсутствие глазных яблок). Аллель **A** обуславливает нормальное развитие глаз. У гетерозигот глазные яблоки уменьшены. Супруги гетерозиготны по указанному гену. Определите расщепление в потомстве F_1 по генотипу и фенотипу.

Дано

a - анофтальмия
A – наличие глазных яблок
Aa – глазные яблоки уменьшены
(неполное доминирование).

Расщепление в потомстве F_1 по генотипу и фенотипу?

Решение

P:

Aa

Aa

Фенотип:

глазные яблоки уменьшены

глазные яблоки уменьшены

G:

A; a

A; a

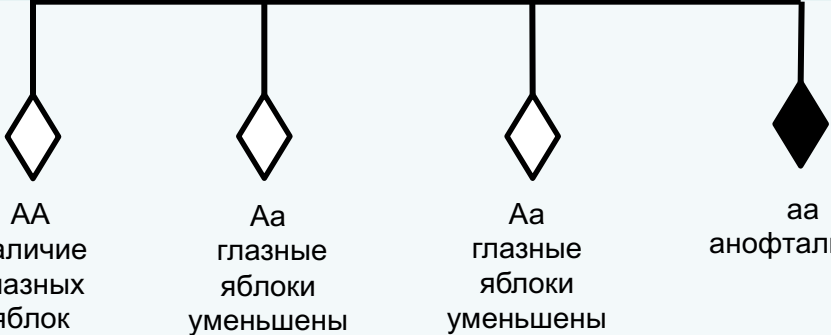
F_1 :

AA - наличие глазных яблок
2Aa - глазные яблоки уменьшены
aa - анофтальмия

Ответ: Расщепление в потомстве F_1 : по генотипу - 1(AA):2(Aa):1(aa),
по фенотипу - 1(наличие глазных яблок):2(уменьшенные глазные яблоки):1(анюфтальмия).

Пример оформления задачи на аутосомное наследование (Вариант 2)

Задача
Редкий аллель гена a вызывает у человека наследственную анофтальмию (отсутствие глазных яблок). Аллель A обуславливает нормальное развитие глаз. У гетерозигот глазные яблоки уменьшены. Супруги гетерозиготны по указанному гену. Определите расщепление в потомстве F_1 по генотипу и фенотипу.

Дано	Решение	
а – анофтальмия А – наличие глазных яблок Аа – глазные яблоки уменьшены (неполное доминирование). Расщепление в потомстве F_1 по генотипу и фенотипу?	Р:	Аа  Аа 
	Фенотип:	глазные яблоки уменьшены глазные яблоки уменьшены
	G:	А; а А; а
	F_1:	

Ответ: Расщепление в потомстве F_1 : по генотипу - 1(АА):2(Аа):1(аа), по фенотипу - 1(наличие глазных яблок):2(уменьшенные глазные яблоки):1(аноптальмия).
--

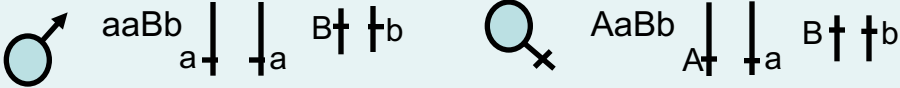
Пример оформления задачи на сцепленный с полом наследование (Вариант 1)

Задача		
Ангидрозная эктодермальная дисплазия (отсутствие потоотделения, нарушение терморегуляции) у людей передается как рецессивный, сцепленный с X-хромосомой признак. Юноша, не страдающий этим недостатком, женится на девушке, отец которой лишен потовых желез, а мать, и ее родственники здоровы. Какова вероятность того, что дети от этого брака будут страдать отсутствием потовых желез?		
Дано Х ^a – ангидрозная эктодермальная дисплазия Х ^A – нормальное потоотделение Вероятность рождения детей с отсутствием потовых желез?	P:	 Х^AY  Х^AХ^a (Х^A наследуется от здоровой матери, Х^a - от больного отца)
	Фенотип:	нормальное потоотделение нормальное потоотделение
	G:	Х^A; Y Х^A; Х^a
	F₁:	Х ^A Y - нормальное потоотделение Х ^a Y - ангидрозная эктодермальная дисплазия Х ^A Х ^a - нормальное потоотделение Х ^A Х ^A - нормальное потоотделение
Ответ: Вероятность рождения детей с ангидрозной эктодермальной дисплазией в этом браке 25%.		

Пример оформления задачи на сцепленное с полом наследование (Вариант 2)

Задача		
Ангидрозная эктодермальная дисплазия (отсутствие потоотделения, нарушение терморегуляции) у людей передается как рецессивный, сцепленный с X-хромосомой признак. Юноша, не страдающий этим недостатком, женится на девушке, отец которой лишен потовых желез, а мать, и ее родственники здоровы. Какова вероятность того, что дети от этого брака будут страдать отсутствием потовых желез?		
Дано	Решение	
X^a – ангидрозная эктодермальная дисплазия X^A – нормальное потоотделение		
Вероятность рождения детей с отсутствием потовых желез?	P:	X^AY X^AX^a нормальное потоотделение нормальное потоотделение
	Фенотип:	$X^A; Y$ $X^A; X^a$
	G:	
	F₁:	X^AY X^aY X^AX^a X^AX^A нормальное потоотделение ангидрозная эктодермальная дисплазия нормальное потоотделение нормальное потоотделение
Ответ: Вероятность рождения детей с ангидрозной эктодермальной дисплазией в этом браке 25%.		

Пример оформления задачи на независимое наследование

Задача		
У человека признаки карего цвета глаз и преимущественного владения правой рукой являются доминантными. Голубоглазый правша, гетерозиготный по гену владения рукой, женился на кареглазой правше, гетерозиготной по обоим парам генов. Определите вероятность рождения в этой семье голубоглазых левшей.		
Дано А – карие глаза а – голубые глаза В – владение правой рукой В – владение левой рукой Вероятность рождения голубоглазых левшей?	Р:	
	Фенотип:	Голубоглазый правша Кареглазая правша
	G:	aB; ab AB; Ab; aB; ab
	F₁:	AaBB – карие глаза, правша 2 AaBb – карие глаза, правша aaBB – голубые глаза, правша 2 aaBb – голубые глаза, правша Aabb – карие глаза, левша aabb – голубые глаза, левша Альтернативный вариант расчета: ½ (вероятность образования гаметы ab у отца) * ¼ (вероятность образования гаметы ab у матери) = 1/8 вероятность появления в потомстве особи aabb – голубые глаза, левша.
	Ответ: Вероятность голубоглазых левшей в этом браке 1/8 (12,5%).	

*При решении задач на независимое наследование необходимо обязательно рисовать расположение генов в хромосомах.

Пример оформления задачи на сцепленное наследование

Задача			
У человека доминантные гены двух неаллельных генов, определяющих Rh+ – D и эллиптоцитоз – E, находятся в одной аутосоме на расстоянии 3 морганид. Мужчина гетерозиготный по обоим генам, причем Rh+ он унаследовал от матери, а эллиптоцитоз – от отца. Его жена Rh– и имеет нормальные эритроциты. Определите процентные соотношения вероятности генотипов и фенотипов их детей.			
Дано	Решение		
D – резус-положительность (Rh+) d – резус-отрицательность (Rh-) E – эллиптоцитоз e – нормальная форма эритроцитов D–E= 3 Морганиды Определить процентное соотношение вероятностей генотипов и фенотипов детей?	P:	 DdEe	 ddee
	Фенотип:	Rh+, эллиптоцитоз	Rh-, нормальная форма эритроцитов
	G:	De; dE – <u>некроссоверные</u> гаметы 97% (по 48,5% каждого типа) DE; de – <u>кроссоверные</u> гаметы 3% (по 1,5% каждого типа)	
	F ₁ :	Ddee – Rh+, нормальная форма эритроцитов, 48,5% ddEe – Rh-, эллиптоцитоз, 48,5% DdEe – Rh+, эллиптоцитоз, 1,5% ddee – Rh-, нормальная форма эритроцитов, 1,5%	
Ответ: Соотношение у детей генотипов и фенотипов: 48,5%(Ddee, Rh+, нормальная форма эритроцитов):48,5%(ddEe, Rh-, эллиптоцитоз):1,5%(DdEe, Rh+, эллиптоцитоз):1,5%(ddee, Rh-, нормальная форма эритроцитов).			

*При решении задач на сцепленное наследование необходимо обязательно рисовать расположение генов в хромосомах.

Пример оформления задачи на взаимодействие неаллельных генов - полимерия

Задача

Рост человека контролируется несколькими парами несцепленных генов, которые взаимодействуют по типу полимерии. Если пренебречь факторами среды и условно ограничиться лишь тремя парами генов, то можно допустить, что в какой-то популяции самые низкорослые люди имеют все рецессивные аллели генов и рост 150 см, самые высокие – все доминантные аллели и рост 180 см. Определите рост людей, гетерозиготных по всем трем парам генов роста.

Дано

P_1, P_2, P_3 – контролируют рост по типу полимерии.

$P_1P_1P_2P_2P_3P_3$ – рост 180 см.

$p_1p_1p_2p_2p_3p_3$ – рост 150 см.

Определить рост людей, гетерозиготных по всем трем парам генов?

Решение

1) Человек с генотипом $P_1P_1P_2P_2P_3P_3$ имеет рост 180 см. Чтобы оценить вклад одного доминантного аллеля необходимо $180/6=30$ см. Получается, что наличие одного доминантного аллеля в генотипе увеличивает рост на 30 см.

2) Человек с генотипом $p_1p_1p_2p_2p_3p_3$ имеет рост 150 см. Чтобы оценить вклад одного рецессивного аллеля необходимо $150/6=25$ см. Получается, что наличие одного доминантного аллеля в генотипе увеличивает рост на 25 см.

3) Генотип человека гетерозиготного по всем трем парам генов $P_1p_1P_2p_2P_3p_3$. В этом генотипе 3 доминантных и 3 рецессивных аллеля.
 $(3 \cdot 30) + (3 \cdot 25) = 165$ см.

Ответ: Рост людей, гетерозиготных по всем трем парам генов, составляет 165 см.

Пример оформления задачи на взаимодействие неаллельных генов - комплементарность

Задача

У душистого горошка доминантный аллель гена A вызывает образование пропигмента, а доминантный аллель гена B – фермента, под влиянием которого из пропигмента образуется пигмент. Таким образом, доминантные аллели генов A и B порознь, как и их рецессивные аллели, определяют белую окраску цветков. Доминантные аллели генов A и B вместе вызывают развитие пурпурной окраски. Каково будет расщепление по окраске цветков в потомстве от скрещивания: $AaBb \times AaBb$.

Дано

A – образование пропигмента
 B – образование фермента
 $A_B_$ – пурпурная окраска цветков
 $aaB_; A_bb; aabb$ – белая окраска цветков
 Гены взаимодействуют по типу комплементарности.
 Определить расщепление по окраске в потомстве?

Решение

P:

$AaBb$

$AaBb$

Фенотип:

пурпурная окраска цветков

пурпурная окраска цветков

G:

$AB; Ab; aB; ab$

$AB; Ab; aB; ab$

F₁:

Для решения задачи целесообразно составить решетку Пеннета.

Ответ: В потомстве будет наблюдаться расщепление по окраске цветков: 9 (пурпурных): 7 (белым).

	AB	Ab	aB	ab
AB	$AABB$	$AABb$	$AaBB$	$AaBb$
Ab	$AABb$	$AAbb$	$AaBb$	$Aabb$
aB	$AaBB$	$AaBb$	$aaBB$	$aaBb$
ab	$AaBb$	$Aabb$	$aaBb$	$aabb$

Пример оформления задачи на взаимодействие неаллельных генов - эпистаз

Задача
У человека доминантный аллель гена <i>K</i> не препятствует синтезу в коже пигмента, контролирующегося группой полимерных генов <i>A</i> . Его рецессивный аллель <i>k</i> в гомозиготном состоянии эпистатичен к генам <i>A</i> . Детей с каким цветом кожи следует ожидать в браке двух мулатов, имеющих следующие генотипы: $KkA_1A_1A_2a_2$ и $KkA_1a_1a_2a_2$?

Дано	Решение	
<i>K</i> – синтез пигмента в коже <i>k</i> – отсутствие синтеза пигмента в коже <i>A</i>₁, <i>A</i>₂ – контролируют степень пигментированности кожи по типу полимерии. 1 аллель <i>A</i> в генотипе – светлый мулат, 2 аллеля <i>A</i> – средний, 3 аллеля <i>A</i> – темный мулат. Аллель <i>k</i> эпистатичен к аллелям <i>A</i>₁, <i>A</i>₂ Определить фенотипы детей в браке?	Р:	$KkA_1A_1A_2a_2$ $KkA_1a_1a_2a_2$
	Фенотип:	темный мулат светлый мулат
	G:	KA_1A_2 ; KA_1a_2 ; KA_1a_2 ; ka_1a_2 ; kA_1A_2 ; kA_1a_2 kA_1a_2 ; ka_1a_2
	F₁:	Для решения задачи целесообразно составить решетку Пеннета.

Ответ: В браке двух мулатов с заданными генотипами можно ожидать детей со светлой кожей, светлых, средних и темных мулатов.

	KA_1A_2	KA_1a_2	kA_1A_2	kA_1a_2
KA_1a_2	$KK A_1A_1 A_2a_2$	$KK A_1A_1 a_2a_2$	$Kk A_1A_1 A_2a_2$	$Kk A_1A_1 a_2a_2$
ka_1a_2	$KK A_1a_1 A_2a_2$	$KK A_1a_1 a_2a_2$	$Kk A_1a_1 A_2a_2$	$Kk A_1a_1 a_2a_2$
kA_1a_2	$Kk A_1A_1 A_2a_2$	$Kk A_1A_1 a_2a_2$	$kk A_1A_1 A_2a_2$	$kk A_1A_1 a_2a_2$
ka_1a_2	$Kk A_1a_1 A_2a_2$	$Kk A_1a_1 a_2a_2$	$kk A_1a_1 A_2a_2$	$kk A_1a_1 a_2a_2$

Пример оформления задачи с учетом пенетрантности гена

Задача

Врожденный сахарный диабет обусловлен рецессивным аутосомным геном d с пенетрантностью у женщин 90%, а у мужчин – 70%. Определите вероятность рождения больных детей в семье, где оба родителя являются гетерозиготными носителями этого гена.

Дано

d – врожденный сахарный диабет
 D – отсутствие врожденного сахарного диабета
Пенетрантность d : 90% у женщин и 70% у мужчин.

Определить вероятность рождения больного ребенка?

Решение

P:

Dd

Dd

Фенотип:

отсутствие врожденного сахарного диабета

отсутствие врожденного сахарного диабета

G:

$D; d$

$D; d$

F₁:

DD – отсутствие врожденного сахарного диабета
 $2 Dd$ – отсутствие врожденного сахарного диабета
 dd – ребенок с таким генотипом может болеть врожденным сахарным диабетом.

Рассчитаем вероятность:

1) Рождения больного мальчика: $\frac{1}{4}$ (вероятность появления генотипа dd в потомстве) * $\frac{1}{2}$ (вероятность рождения мальчика) * $\frac{9}{10}$ (пенетрантность гена d у мужчин) = 11,25%
2) Рождения больной девочки: $\frac{1}{4}$ (вероятность появления генотипа dd в потомстве) * $\frac{1}{2}$ (вероятность рождения девочки) * $\frac{7}{10}$ (пенетрантность гена d у мужчин) = 8,75%
3) Общая вероятность рождения больного ребенка:
 $8,75 + 11,25 = 20\%$

Ответ: вероятность рождения больного ребенка 20%.

Пример оформления задачи с использованием близнецового метода

Задача

Дискордантность по признаку «цвет глаз» у монозиготных близнецов 0,5%, а у дизиготных близнецов 72%. Определите, что является ведущим фактором в развитии данного признака: генотип, окружающая среда или признак формируется с наследственной предрасположенностью.

Дано

Дискордантность МБ – 0,5%
Дискордантность ДЗ – 72%

Определить, что является
ведущим фактором в развитии
признака?

Решение

1) На основе известных показателей дискордантности находим значения конкордантности:

Конкордантность МБ = $100 - 0,5 = 99,5\%$

Конкордантность ДБ = $100 - 72 = 28\%$

2) Полученные значения конкордантности используем для расчета коэффициента наследственности по формуле

$$H = \frac{K_{MB} - K_{DB}}{100 - K_{DB}}$$

$$H = \frac{99,5 - 28}{100 - 28} = 0,99$$

3) Полученное значение коэффициента наследственности 0,99 находится в границе 0,7-1,0, что говорит о ведущей роли генотипа в формировании цвета глаз.

Ответ: Ведущим фактором в формировании цвета глаз является генотип.