

Основные термины

1. **Аутосомы** — хромосомы, не определяющие пол и одинаковые для мужских и женских особей.
2. **Половые хромосомы** — хромосомы, определяющие пол особи.
3. **Гомозигота** — AA (доминантная), aa (рецессивная).
4. **Гетерозигота** — Aa.
5. **Дигомозигота** — AABB (доминантная), aabb (рецессивная); $X^{AB}X^{AB}$ (доминантная), $X^{ab}X^{ab}$ (рецессивная).
6. **Дигетерозигота** — AaBb, $X^{AB}X^{ab}$, $X^{Ab}X^{aB}$.
7. **Моногомозигота** — AABb (доминантная), AaBB (доминантная), aaBb (рецессивная), Aabb (рецессивная); $X^{AB}X^{Ab}$ (доминантная), $X^{AB}X^{aB}$ (доминантная), $X^{aB}X^{ab}$ (рецессивная), $X^{Ab}X^{ab}$ (рецессивная).
8. **Первое поколение (F₁)** — потомки, родившиеся от скрещивания двух разных родительских форм.

P:	♀ AAbb	x	♂ aaBB
G:	Ab		aB
F₁:	AaBb		

9. **Второе поколение (F₂)** — потомки, родившиеся от скрещивания гибридов первого поколения (F₁).

P:	♀ AaBb	x	♂ AaBb
G:	AB, Ab, aB, ab		AB, Ab, aB, ab
F₂:	9 A_B_, 3 A_bb, 3 aaB_, aabb		

10. **Анализирующее скрещивание** — скрещивание особи с неизвестным генотипом и рецессивной (ди)гомозиготой.

P:	♀ AaBb	x	♂ aabb
G:	AB, Ab, aB, ab		ab
F₁:	AaBb, Aabb, aaBb, aabb		

11. **Кроссинговер** — обмен аллелями между гомологичными хромосомами. Характерен для сцепленного аутосомного, сцепленного с X-хромосомой и псевдоаутосомного наследований.
12. **Кроссоверные гаметы** — гаметы, в процессе образования которых произошел кроссинговер.
13. **Некроссоверные гаметы** — гаметы, в которых в процессе мейоза не произошло кроссинговера.
14. **Гетерогаметный пол** — особь содержит разные половые хромосомы (XY мужской пол у человека, коров, мух дрозофил и кошек; XY женский пол у птиц, бабочек и рептилий; XO мужской пол у тараканов, нематод и сверчков).
15. **Гомогаметный пол** — особь содержит одинаковые половые хромосомы (XX женский пол у человека, коров, мух дрозофил и кошек; XX мужской пол у птиц, бабочек и рептилий; XX женский пол у тараканов, нематод и сверчков).

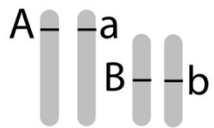


Типы наследования генов в задании №28

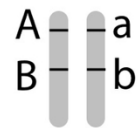
Аутосомное



Независимое



Сцепленное

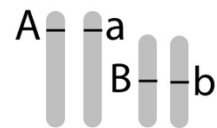


Аллельные гены



- 1) Полное доминирование
- 2) Неполное доминирование
цветки львиного зева
цветки ночной красавицы
- 3) Кодоминирование
группы крови

Неаллельные гены

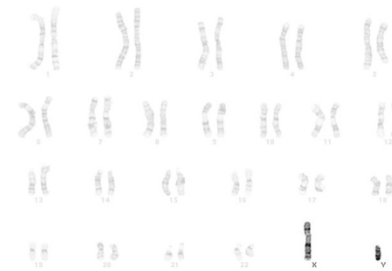


- 1) Полимерия
цвет кожи человека
- 2) Комплементарность*
форма гребня кур
- 3) Эпистаз*
окраска тыквы

* Не встречались на ЕГЭ

Типы взаимодействия генов

Сцепленное с полом



Сцепленное с X-хромосомой

- 1) Доминантный признак
рахит
- 2) Рецессивный признак
гемофилия, дальтонизм



Сцепленное с Y-хромосомой (голандрическое)

- гипертрихоз*
перепончатые пальцы



Сцепленное с X и Y-хромосомами (псевдоаутосомное)

- дисхондростеоз*
ксеродерма



Определение типа наследования генов в задании №28



Рекомендуется проверять по схеме каждый из признаков по отдельности. Например, скрещивание курицы с черными оперением, без гребня и петуха с гребнем, полосатым оперением: сначала рассматриваем признак цвета оперения, а затем признак наличия гребня.

Совместное наследование

Согласно методическим рекомендациям в задании №28 могут совместно встречаться следующие наследования:

Независимое наследование

1. Первый признак наследуется по **полному / неполному доминированию**, второй — по **кодоминированию**.
2. Первый признак наследуется по **полному / неполному доминированию**, второй — с **летальным эффектом**.
3. Первый признак **аутосомный**, второй — **сцеплен с X-хромосомой**.
4. Первый признак **аутосомный**, второй — **голандрический** (сцеплен с Y-хромосомой).

Сцепленное наследование

5. **Сцепление в аутосоме** и построение генетической карты.
6. **Сцепление в X-хромосоме**.
7. Первый признак **сцеплен с X-хромосомой**, второй определяется **геном в псевдоаутосомном участке** половых хромосом.
8. Первый признак **сцеплен с X-хромосомой**, второй — **голандрический** (сцеплен с Y-хромосомой).

Взаимодействие неаллельных генов

9. **Кумулятивная полимерия** (расщепление в F_2 1 : 4 : 6 : 4 : 1).

Алгоритм решения генетических заданий

Чаще всего на ЕГЭ встречаются обратные задачи, из условия которых известны фенотипы родителей и потомков. Необходимо определить тип наследования (если он не указан), генотипы родителей и потомков.

1. **Определить тип наследования каждого из признаков** — использовать вышеуказанную схему.

Определить элементы ответа — задание №28 оценивается в 3 балла, по одному баллу за каждую схему скрещивания или ответ на вопрос.



Таким образом, ответ на задачу может содержать следующие элементы:

- а) 2 схемы скрещивания и 1 ответ на вопрос;
- б) 3 схемы скрещивания (два заданных по условию скрещивания + альтернативный вариант одной из этих схем скрещивания);
- в) 2 альтернативных варианта заданной по условию схемы скрещивания и 1 ответ на вопрос.

2. Определить доминантный и рецессивный аллели признака

— при необходимости составить схемы скрещивания (используя фенотипы), выявить закономерности наследования в F_1 и/или F_2 для каждого признака по отдельности.

Аутосомные признаки:

а) Потомство единообразно по одному признаку → оба родителя гомозиготны по этому признаку.

P: ♀ нормальные крылья, **маленькие глаза** × ♂ нормальные крылья, **нормальные глаза**
F₁: нормальные крылья, **нормальные глаза**

P: ♀ **AAbb** нормальные крылья, **маленькие глаза** × ♂ **AABB** нормальные крылья, **нормальные глаза**
F₁: **AABb** нормальные крылья, **нормальные глаза**

б) В потомстве фенотипическое расщепление 3:1 по одному признаку → оба родителя гетерозиготны по этому признаку.

P: ♀ нормальные крылья, **нормальные глаза** × ♂ загнутые крылья, **нормальные глаза**

F₁: 3 нормальные крылья, **нормальные глаза**
 1 нормальные крылья, **маленькие глаза**

P: ♀ **AABb** нормальные крылья, **нормальные глаза** × ♂ **aaBb** загнутые крылья, **нормальные глаза**

F₁: 3 (**AaBB**, 2 **AaBb**) норм. крылья, **нормальные глаза**
 1 **Aabb** нормальные крылья, **маленькие глаза**

в) У потомков проявляется аллель, который не проявляется у родителей ИЛИ у здоровых родителей рождается «больное» потомство → проявившийся аллель (аллель болезни) рецессивен, родители гетерозиготны по этому признаку.

P: ♀ брюнет, **нет анемии** × ♂ блонд, **нет анемии**
F₁: брюнет, **анемия**

P: ♀ **AABb** брюнет, **нет анемии** × ♂ **aaBb** блонд, **нет анемии**
F₁: **Aabb** брюнет, **анемия**

г) У «больных» родителей рождается здоровое потомство → аллель болезни доминантен, родители гетерозиготны по этому признаку.

P: ♀ брюнет, **синдром Марфана** × ♂ блонд, **синдром Марфана**
F₁: брюнет, **нет синдрома Марфана**



Красные плоды томата	Жёлтые плоды томата
Устойчивость ржи к ржавчине	Нет устойчивости ржи к ржавчине
Раннеспелость ржи	Позднеспелость ржи
Серое тело дрозофилы	Чёрное тело дрозофилы
Нормальные крылья	Загнутые крылья дрозофилы
Чёрная шерсть коров	Красная шерсть коров
Комолость коров	Рогатость коров
Гребень у кур	Отсутствие гребня у кур
Оперенные ноги кур	Голые ноги кур
Черная шерсть кролика	Белая шерсть кролика
Мохнатая шерсть кролика	Гладкая шерсть кролика
Тёмные волосы	Светлые, рыжие волосы
Карие глаза	Голубые глаза
Нормальная пигментация	Альбинизм
Полидактилия	Пятипалость
Нормальный гематокрит	Анемия
Нормальная работа желез	Муковисцидоз
Нормальный метаболизм	Фенилкетонурия
Нормальный метаболизм	Галактоземия
Резус- фактор +	Резус- фактор —

Доминантный сцепленный с полом признак	Рецессивный сцепленный с полом признак
Серое тело дрозофилы	Жёлтое тело дрозофилы
Красные глаза дрозофилы	Белые глаза дрозофилы
Белые яйца шелкопряда	Черные яйца шелкопряда
Чёрная шерсть ми кошки	Рыжая (пестрая) шерсть
Нормальная коагуляция	Гемофилия
Цветное зрение	Дальтонизм
Нормальная кожа	Ихтиоз
Нормальное зрение	Атрофия зрительного нерва
Сумеречное зрение	Куриная слепота
Наличие потовых желёз	Нет потовых желёз
Нормальная мускулатура	Мышечная дистрофия
Рахит	Нормальный скелет

Неполное доминирование аутосомных признаков:

Доминантные гомозиготы	Промежуточные гетерозиготы	Рецессивные гомозиготы
Красные цветки львиного зева	Розовые цветки львиного зева	Белые цветки львиного зева
Красный плод земляники	Розовый плод земляники	Белый плод земляники



Длинноухие овцы	Короткоухие овцы	Безухие овцы
Курчавое, черное оперение кур	Слабокурчавое, голубое оперение	Гладкое, белое оперение кур
Курчавые волосы	Волнистые волосы	Прямые волосы

3. **Ввести буквенные обозначения доминантного и рецессивного аллелей каждого из признаков.**

Псевдоаутосомные признаки рекомендуется указывать совместно для X- и Y- хромосом, например, X^a и Y^a — диатез. Наследуемый голандрически признак обозначается как Y^a или Y^* ; отсутствие признака — Y .

4. **Записать известные генотипы и фенотипы родителей и/или потомков в первом/втором скрещивании** для определения неизвестных генотипов родителей и/или потомков.

5. **Определить неизвестные генотипы родителей.** Возможно использование вспомогательных «правил» из пункта №2.

6. **Составить полные схемы скрещивания.** При необходимости воспользоваться решеткой Пеннета.

7. **Определить соотношение фенотипов в поколении F_1 и /или F_2 .**

8. **Ответить на вопрос из условия,** если это необходимо.

Примеры решения генетических задач

1. Полное/неполное доминирование и кодоминирование

Группа крови (I) и резус-фактор (R) — аутосомные несцепленные признаки. Группа крови контролируется тремя аллелями одного гена: i^0 , I^A , I^B . В браке женщины с первой группой крови, положительным резус-фактором и мужчины с третьей группой крови, положительным резус-фактором родился ребенок с отрицательным резус-фактором. Составьте схему решения задачи. Определите генотипы родителей, возможные генотипы и фенотипы потомства. Какова вероятность рождения в этой семье ребенка с отрицательным резус-фактором?

Решение:

1. **Определить тип наследования:** из условия признаки аутосомные несцепленные с полом; кодоминирование (группы крови) и полное доминирование (резус-фактор).

Определить пункты ответа: в условии 1 скрещивание и 1 вопрос, следовательно, необходимо расписать оба альтернативных варианта скрещивания.

2. **Определить доминантные и рецессивные аллели признаков:** из условия положительный резус-фактор — доминантный аллель.

3. **Ввести буквенные обозначения и сокращения:**

R — положительный резус- фактор (резус +)

r — отрицательный резус-фактор (резус –)



4. **Записать известные генотипы и фенотипы родителей и/или потомков:**

P: ♀ $i^0i^0R_$ x ♂ $I^B_R_$
 I группа, резус + III группа, резус +
G: $i^0R, i^0_$ $I^BR, I^B_ \dots$
F₁: $_rr$ — резус –

5. **Определить неизвестные генотипы родителей:** у родителей с положительным резус-фактором рождается ребёнок с отрицательным резус-фактором → родители гетерозиготны по признаку резус-фактора.

Исходя из пункта №1 необходимо расписать два альтернативных варианта данного брака:

- а) генотип мужчины с III группой крови — I^BI^B ;
- б) генотип мужчины с III группой крови — I^Bi^0 .

6. **Составить схемы браков (скрещиваний):**

Вариант а)

P: ♀ i^0i^0Rr x ♂ I^BI^BRr
 I группа, резус + III группа, резус +
G: i^0R, i^0r I^BR, I^Br
F₁: I^Bi^0RR — III группа, резус +
 2 I^Bi^0Rr — III группа, резус +
 I^Bi^0rr — III группа, резус –

Вариант б)

P: ♀ i^0i^0Rr x ♂ I^Bi^0Rr

G: I группа, резус + i^0R, i^0r III группа, резус + $I^BR, I^Br, i^0R, i^0r,$
F₁: I^Bi^0RR — III группа, резус +
 2 I^Bi^0Rr — III группа, резус +
 I^Bi^0rr — III группа, резус –
 i^0i^0RR — I группа, резус +
 2 i^0i^0Rr — I группа, резус +
 i^0i^0rr — I группа, резус –

7. **Ответить на вопрос:**

Вероятность рождения в этой семье ребёнка с отрицательным резус-фактором составляет 1/4, или 25 %, если генотип отца — I^BI^BRr , и столько же в случае, если генотип отца — I^Bi^0Rr .



2. Полное/неполное доминирование и летальный эффект

У уток признаки хохлатости и качества оперения аутосомные несцепленные. В гомозиготном доминантном состоянии ген хохлатости вызывает гибель эмбрионов. В скрещивании хохлатых с нормальным оперением уток и хохлатых с нормальным оперением селезней часть потомства получилась без хохолка и с шелковистым оперением. При скрещивании полученных в первом поколении хохлатых уток с нормальным оперением (гомозиготных) и селезней с таким же генотипом получились две фенотипические группы потомков. Составьте схему решения задачи. Определите генотипы родительских особей, генотипы и фенотипы полученного потомства в первом и во втором скрещиваниях. Определите и поясните фенотипическое расщепление в первом и во втором скрещиваниях.

Решение:

1. **Определить тип наследования:** из условия аутосомные несцепленные с полом признаки; летальность (хохлатость) и полное доминирование (качество оперения).

Определить пункты ответа: в условии 2 скрещивания и 1 вопрос.

2. **Определить доминантные и рецессивные аллели признаков:** из условия хохлатость — доминантный аллель (кроме того, у хохлатых родителей есть потомство без хохолка → хохлатость это доминантный признак и родители гетерозиготны по признаку хохлатости).

У родителей с нормальным оперением есть потомки с шелковистым оперением → нормальное оперение это

доминантный аллель (родители гетерозиготны по признаку качества оперения).

3. **Ввести буквенные обозначения и сокращения:**

A — хохлатость

a — нет хохолка

AA — гибель в эмбриональном состоянии

B — нормальное оперение (нормальные)

b — шелковистое оперение (шелковистые)

4. **Записать известные генотипы и фенотипы родителей и/или потомков первого скрещивания:**

P₁:	♀ AaBb	x	♂ AaBb
	Хохлатые,		Хохлатые,
	нормальные		нормальные
G:	AB, Ab, aB, ab		AB, Ab, aB, ab
F₁:	AABB, 2 AABb, AABb — гибель (нет фенотипа)		
	6 (2 AaBB, 4 AaBb) — хохлатые, нормальные		
	2 Aabb — хохлатые, шелковистые		
	3 (1 aaBB, 2 aaBb) — нет хохолка, нормальные		
	1 aabb — нет хохолка, шелковистые		

5. **Записать известные генотипы и фенотипы родителей и/или потомков второго скрещивания:**

В первом скрещивании родились хохлатые нормально оперенные утки с генотипами AaBB и AaBb. AaBB гомозигота (точнее, моногомозигота) → AaBB генотип родителей второго скрещивания.



P₂:	♀ AaBB	x	♂ AaBB
	Хохлатые, нормальные		Хохлатые, нормальные
G:	AB, aB		AB, aB
F₂:	AABB — гибель (нет фенотипа) 2 AaBB — хохлатые, нормальные aaBB — нет хохолка, нормальные		

6. Ответить на вопрос:

В первом скрещивании фенотипическое расщепление – 1 : 6 : 2 : 3, так как особи с генотипами AABB, AABb, AAbb погибают; во втором скрещивании фенотипическое расщепление – 2 : 1, так как особи с генотипом AABB погибают на эмбриональной стадии.

3. Аутомный и сцепленный с X-хромосомой признаки

У дрозофилы гетерогаметным полом является мужской пол. При скрещивании самок дрозофилы с нормальными крыльями, красными глазами и самцов с редуцированными крыльями, белыми глазами все потомство получилось единообразным по признакам формы крыльев и окраски глаз. Во втором скрещивании самок дрозофилы с редуцированными крыльями, белыми глазами и самцов с нормальными крыльями, красными глазами получились самки с нормальными крыльями, красными глазами и самцы с нормальными крыльями, белыми глазами. Составьте схемы скрещивания, определите генотипы и фенотипы родительских особей, потомства в двух скрещиваниях и пол потомства в первом скрещивании. Объясните фенотипическое расщепление во втором скрещивании.

Решение:

- 1. Определить тип наследования:** в условии упоминается определение пола → хотя бы один из признаков сцеплен с полом (для более точного определения необходимо расписать схемы скрещивания).

У разнополых потомков F₂ наблюдаются различия в цвете глаз → признак цвета глаз сцеплен с полом (X-хромосомой).

Определить пункты ответа: в условии 2 скрещивания и 1 вопрос.

- 2. Определить доминантные и рецессивные аллели:**

Потомство F₂ единообразно по форме крыльев (нормальные крылья) → нормальные крылья это доминантный аллель, родители гомозиготны по признаку формы крыльев.



У самцов с красными глазами родились дочери с красными глазами (F_2) → красные глаза это доминантный аллель.

3. **Ввести буквенные обозначения и сокращения:**

A — нормальные крылья

a — редуцированные крылья

X^B — красные глаза

X^b — белые глаза

4. **Записать известные генотипы и фенотипы родителей и/или потомков в первом скрещивании:**

Потомки F_1 единообразны по обоим признакам → родители гомозиготны по каждому из признаков (дигомозиготы).

P₁:	♀ AAX^BX^B	x	♂ aaX^bY
	Нормальные, красные глаза		Редуцированные, белые глаза
G:	AX^B		aX^b, aY
F₁:	♀ AaX^BX^b , ♂ AaX^BY — нормальные, красные глаза		

5. **Записать известные генотипы и фенотипы родителей и/или потомков во втором скрещивании:**

P₂:	♀ aaX^bX^b	x	♂ AAX^BY
	Редуцированные, белые глаза		Нормальные, красные глаза
G:	aX^b		AX^B
F₂:	♀ AaX^BX^b — нормальные, красные глаза ♂ AaX^bY — нормальные, белые глаза.		

6. **Ответить на вопрос:**

Во втором скрещивании фенотипическое расщепление по признаку окраски глаз у самцов и самок связано со сцеплением гена этого признака с X-хромосомой (гетерогаметный пол наследует X-хромосому только от одного родителя, а гомогаметный – от двух).

4. Аутосомный и сцепленный с Y-хромосомой (голандрический) признаки

У человека арахнодактилия (аномально удлиненные пальцы) — аутосомно-доминантная патология. Аллель гена гипертрихоза (оволосение края ушной раковины) наследуется голандрически (наследование по гетерогаметному полу). Женщина с арахнодактилией вышла замуж за мужчину с арахнодактилией и гипертрихозом, в этом браке родилась дочь без указанных патологий и дочь с арахнодактилией. Родившаяся в этом браке гетерозиготная дочь вышла замуж за мужчину с нормальными пальцами и гипертрихозом. Определите генотипы родителей, генотипы, фенотипы и пол возможного потомства в двух браках. Возможно ли рождение во втором браке сыновей без названных патологий?

Решение:

1. **Определить тип наследования:** из условия арахнодактилия аутосомный несцепленный с полом признак (полное доминирование), гипертрихоз сцепленный с Y-хромосомой (голандрический) признак.

Определить пункты ответа: в условии 2 скрещивания и 1 вопрос.

2. **Определить доминантные и рецессивные аллели признаков:** из условия арахнодактилия это доминантный аллель (кроме того, у больных арахнодактилией родителей есть здоровые дети → арахнодактилия это доминантный аллель, родители гетерозиготны по этому признаку).

3. **Ввести буквенные обозначения и сокращения:**

A — арахнодактилия

a — нет арахнодактилии

Y^b — гипертрихоз

Y — нет гипертрихоза

4. **Записать известные генотипы и фенотипы родителей и/или потомков в первом скрещивании:**

У больных родителей есть здоровые потомки $F_1 \rightarrow$ родители гетерозиготны по признаку арахнодактилии.

P₁:	♀ AaXX	x	♂ AaXY ^b
	Арахнодактилия, нет гипертрихоза		Арахнодактилия, гипертрихоз
G:	AX, aX		AX, aX, AY ^b , aY ^b
F₁:	♀ AAXX — арахнодактилия, нет гипертрихоза		
	♀ 2 AaXX — арахнодактилия, нет гипертрихоза		
	♀ aaXX — нет арахнодактилии, нет гипертрихоза		
	♂ AAXY ^b — арахнодактилия, гипертрихоз		
	♂ 2 AaXY ^b — арахнодактилия, гипертрихоз		
	♂ aaXY ^b — нет арахнодактилии, гипертрихоз		

5. **Записать известные генотипы и фенотипы родителей и/или потомков во втором скрещивании:**

Гетерозиготная дочь F_1 имеет генотип AaXX.

P₁:	♀ AaXX	x	♂ aaXY ^b
	Арахнодактилия, нет гипертрихоза		Нет арахнодактилии, гипертрихоз
G:	AX, aX		aX, aY ^b
F₁:	♀ AaXX — арахнодактилия, нет гипертрихоза		
	♀ aaXX — нет арахнодактилии, нет гипертрихоза		



@bio4you



@biocourse



@bio4you

♂ AaXY^b — арахнодактилия, гипертрихоз

♂ aaXY^b — нет арахнодактилии, гипертрихоз

6. Ответить на вопрос:

Рождение во втором браке сыновей без названных патологий невозможно, т.к. гипертрихоз имеет голандрический тип наследования и передается в каждом поколении от отца к сыновьям.

5. Сцепление в аутосоме

При скрещивании высокого растения томата с шероховатым эндоспермом и низкого растения с гладким эндоспермом все потомство получилось высокое с гладким эндоспермом. В анализирующем скрещивании гибридного потомства получилось четыре разные фенотипические группы: 123, 124, 26, 27. Составьте схемы скрещиваний. Определите генотипы родительских особей, генотипы и фенотипы потомства каждой группы в двух скрещиваниях, численность каждой группы во втором скрещивании. Объясните формирование четырех фенотипических групп в анализирующем скрещивании.

Решение:

1. **Определить тип наследования:** по условию в F₂ парное число потомков (123 и 124, 26 и 27) → аутосомные сцепленные признаки.

Определить пункты ответа: 2 скрещивания и 1 вопрос.

2. **Определить доминантные и рецессивные аллели признаков:** в F₁ единообразие по типу эндосперма (гладкие) → гладкий эндосперм это доминантный аллель (родители гомозиготны по признаку типа эндосперма).

В F₁ единообразие по высоте растений (высокие) → высокие растения это доминантный аллель (родители гомозиготны по признаку высоты растения).

3. **Ввести буквенные обозначения и сокращения:**

A — высокое растение

a — низкое растение

B — гладкий эндосперм



@bio4you



@biocourse



@bio4you

b — шероховатый эндосперм

4. **Записать известные генотипы и фенотипы родителей и/или потомков первого скрещивания:**

P₁:	♀ AAbb	x	♂ aaBB
	Высокое, шероховатое		Низкое, гладкое
G:	Ab		aB
F₁:	AaBb — высокое, гладкое		

5. **Определить группу сцепления:** в первом скрещивании родители образуют гаметы Ab и aB → аллели A и b, а также аллели a и B сцеплены.

6. **Записать известные генотипы и фенотипы родителей и/или потомков второго скрещивания:**

В анализирующем скрещивании образуется 4 фенотипические группы → скрещивание дигетерозиготы и рецессивной дигомозиготы.

P₂:	♀ AaBb	x	♂ aabb
	Высокое, гладкое		Низкое, шероховатое
G:	aB, Ab – некрссоверные AB, ab – крссоверные		ab
F₂:	Aabb — высокое, шероховатое (некрссоверные) aaBb — низкое, гладкое (некрссоверные) AaBb — высокое, гладкое (крссоверные) aabb — низкое, шероховатое (крссоверные)		

7. **Определить число потомков:** вероятность образования некрссоверных гамет более 50% число некрссоверных потомков больше, чем некрссоверных.

Aabb — 123 или 124; aaBb — 124 или 123

AaBb — 26 или 27, aabb — 27 или 26

8. **Ответить на вопрос:**

Присутствие в потомстве двух многочисленных фенотипических групп особей (123 и 124) примерно в равных долях — это результат сцепленного наследования аллелей A и b, а и B между собой. Две малочисленные фенотипические группы (26 и 27) образуются в результате крссовера.

6. Сцепление в X-хромосоме

У человека аллели генов красно-зеленого дальтонизма и гемофилии типа А находятся в одной хромосоме. Женщина без указанных заболеваний, у дигомозиготной матери которой был дальтонизм, а у отца не было указанных заболеваний, вышла замуж за мужчину без дальтонизма, больного гемофилией. Родившаяся в этом браке здоровая дочь вышла замуж за мужчину, не имеющего этих заболеваний. В этой семье родился ребенок, больной дальтонизмом и гемофилией. Составьте схемы решения задачи. Укажите генотипы родителей и генотипы, фенотипы, пол возможного потомства в двух браках. Объясните рождение страдающего этими двумя заболеваниями ребенка у здоровых родителей во втором браке.

Решение:

1. **Определить тип наследования:** необходимо помнить, что дальтонизм и гемофилия сцеплены с X-хромосомой.

Определить пункты ответа: в условии 2 скрещивания и 1 вопрос.

2. **Определить доминантные и рецессивные аллели признаков:** необходимо помнить, что дальтонизм и гемофилия — рецессивные, сцепленные с X-хромосомой признаки.

3. **Ввести буквенные обозначения и сокращения:**

X^D — нет дальтонизма

X^d — дальтонизм

X^H — нет гемофилии

X^h — гемофилия

4. **Определить неизвестные генотипы родителей:**

Генотип бабушки (дигомозигота с дальтонизмом) — $X^{dH}X^{dH}$

Генотип дедушки без заболеваний — $X^{DH}Y$

Генотип здоровой женщины, родившейся в браке бабушки и дедушки — $X^{DH}X^{dH}$

5. **Записать известные генотипы и фенотипы родителей и/или потомков в первом скрещивании:**

P₁:	♀ $X^{DH}X^{dH}$	×	♂ $X^{Dh}Y$
	Нет дальтонизма, нет гемофилии		Нет дальтонизма, гемофилия
G:	X^{DH}, X^{dH}		X^{Dh}, Y
F₁:	♀ $X^{DH}X^{Dh}$ — нет дальтонизма, нет гемофилии		
	♀ $X^{dH}X^{Dh}$ — нет дальтонизма, нет гемофилии		
	♂ $X^{DH}Y$ — нет дальтонизма, нет гемофилии		
	♂ $X^{dH}Y$ — дальтонизм, нет гемофилии		

7. **Записать известные генотипы и фенотипы родителей и/или потомков во втором скрещивании:**

У здоровых родителей есть больной обоими заболеваниями ребенок → мать является носительницей обоих заболеваний.

P₂:	♀ $X^{Dh}X^{dH}$	×	♂ $X^{Dh}Y$
	Нет дальтонизма, нет гемофилии		Нет дальтонизма, нет гемофилии
G:	X^{Dh}, X^{dH} — некрассоверные		X^{DH}, Y
	X^{DH}, X^{dh} — кроссоверные		



F₂:

- ♀ $X^{dh}X^{DH}$ – нет дальтонизма, нет гемофилии
- ♀ $X^{Dh}X^{DH}$ – нет дальтонизма, нет гемофилии
- ♀ $X^{dh}X^{DH}$ – нет дальтонизма, нет гемофилии
- ♀ $X^{DH}X^{DH}$ – нет дальтонизма, нет гемофилии
- ♂ $X^{dh}Y$ – дальтонизм, нет гемофилии
- ♂ $X^{Dh}Y$ – нет дальтонизма, гемофилия
- ♂ $X^{dh}Y$ – дальтонизм, гемофилия
- ♂ $X^{DH}Y$ – нет дальтонизма, нет гемофилии

8. Ответить на вопрос:

Во втором браке возможно рождение сына-дальтоника с гемофилией ($X^{dh}Y$). В генотипе этого ребенка находятся материнская, образовавшаяся в результате кроссинговера, X-хромосома с двумя рецессивным аллелями и отцовская Y-хромосома, не содержащая аллелей этих двух генов.

7. Сцепление с X-хромосомой и псевдоаутосомными участками

На X- и Y-хромосомах человека существуют псевдоаутосомные участки, содержащие аллели одного гена, между которыми может происходить кроссинговер. Один из таких генов вызывает пигментную ксеродерму (повышенную чувствительность к ультрафиолетовому облучению). Рецессивный аллель гена отсутствия потовых желез наследуется сцепленно с полом. Женщина с пигментной ксеродермой и отсутствием потовых желез вышла замуж за гетерозиготного мужчину без этих заболеваний. Его мать, гомозиготная по гену пигментной ксеродермы, страдала названным заболеванием. Родившаяся в этом браке дочь без указанных заболеваний вышла замуж за мужчину с пигментной ксеродермой и наличием потовых желез. Определите генотипы родителей и генотипы, фенотипы, пол возможного потомства. Возможно ли рождение в первом браке ребенка, страдающего двумя названными заболеваниями? Ответ поясните.

Решение:

1. **Определить тип наследования:** из условия сцепленный с полом (X-хромосомой) признак и признак в псевдоаутосомной области половых хромосом.

Определить пункты ответа: в условии 2 скрещивания и 1 вопрос.

2. **Определить доминантные и рецессивные аллели признаков:** из условия отсутствие потовых желез — рецессивный аллель.

У болеющей пигментной ксеродермой гомозиготной бабушки есть здоровый



@bio4you



@biocourse



@bio4you

гетерозиготный сын → пигментная ксеродерма это рецессивный аллель.

3. **Ввести буквенные обозначения и сокращения:**

X^A, Y^A — нет пигментной ксеродермы

X^a, Y^a — пигментная ксеродерма

X^B — потовые железы

X^b — нет потовых желез

4. **Определить неизвестные генотипы родителей:**

Генотип бабушки (гомозигота с ксеродермой) — X^aX^a .

Генотип здорового гетерозиготного мужчины, родившегося в браке бабушки и дедушки — $X^{aB}Y^A$.

5. **Записать известные генотипы и фенотипы родителей и/или потомков в первом скрещивании:**

P₁:	♀ $X^{ab}X^{ab}$ Ксеродерма, нет потовых желёз	×	♂ $X^{aB}Y^A$ Нет ксеродермы, потовые железы
G:	X^{ab}		X^{aB}, Y^A — некрассоверные X^{AB}, Y^a — крассоверные
F₁:	♀ $X^{ab}X^{aB}$ — ксеродерма, потовые железы ♀ $X^{ab}X^{AB}$ — нет ксеродермы, потовые железы ♂ $X^{ab}Y^A$ — нет ксеродермы, нет потовых желез ♂ $X^{ab}Y^a$ — ксеродерма, нет потовых желез		

6. **Записать известные генотипы и фенотипы родителей и/или потомков во втором скрещивании:**

Генотип дочери F₁ без заболеваний $X^{ab}X^{AB}$.

P₂:	♀ $X^{ab}X^{AB}$ Нет ксеродермы, потовые железы	×	♂ $X^{aB}Y^a$ Ксеродерма, потовые железы
G:	X^{ab}, X^{AB} — некрассоверные X^{aB}, X^{Ab} — крассоверные		X^{aB}, Y^a
F₂:	♀ $X^{ab}X^{aB}$ — ксеродерма, потовые железы ♀ $X^{AB}X^{aB}$ — нет ксеродермы, потовые железы ♀ $X^{ab}X^{aB}$ — ксеродерма, потовые железы ♀ $X^{Ab}X^{aB}$ — нет ксеродермы, потовые железы ♂ $X^{ab}Y^a$ — ксеродерма, нет потовых желез ♂ $X^{AB}Y^a$ — нет ксеродермы, потовые железы ♂ $X^{aB}Y^a$ — ксеродерма, потовые железы ♂ $X^{Ab}Y^a$ — нет ксеродермы, нет потовых желез		

7. **Ответить на вопрос:**

В первом браке возможно рождение сына с пигментной ксеродермой и отсутствием потовых желез ($X^{ab}Y^a$). В генотипе этого ребенка находится материнская X-хромосома с двумя рецессивными аллелями и отцовская Y^a-хромосома, образовавшаяся в результате кроссинговера.

8. Сцепление с X-хромосомой и Y-хромосомой

На X- и Y-хромосомах человека существуют псевдоаутосомные участки, которые содержат аллели одного гена, и между ними может происходить кроссинговер. Один из таких генов вызывает аномалии в развитии кисти. Аллель гена образования перепонки между пальцами (перепончатые пальцы) наследуется голандрически (наследование по гетерогаметному полу). Женщина с нормальным развитием кисти и нормальными пальцами вышла замуж за мужчину с аномалией развития кисти и перепончатыми пальцами, гомозиготная мать которого не имела аномалии в развитии кисти. Родившаяся в этом браке дочь с аномалией развития кисти вышла замуж за мужчину без названных аномалий. Определите генотипы родителей и генотипы, фенотипы, пол возможного потомства. Возможно ли рождение в первом браке ребенка с нормальным развитием кисти и перепонками между пальцами? Ответ поясните.

Решение:

- 1. Определить тип наследования:** из условия голандрический (сцепленный с Y-хромосомой) признак и признак в псевдоаутосомном участке половых хромосом.

Определить пункты ответа: в условии 2 скрещивания и 1 вопрос.

Определить доминантные и рецессивные аллели

признаков: у здоровой (без аномалии развития кисти) гомозиготной бабушки родился больной сын → аномалия развития кисти это псевдоаутосомный доминантный аллель.

- 2. Ввести буквенные обозначения и сокращения:**

X^A , Y^A — аномалия развития кисти (аномальная кисть)

X^a , Y^a — нормальное развитие кисти (норм. кисть)

Y^b (или Y^*) — перепончатые пальцы

Y — нормальные пальцы без перепонки

- 8. Определить неизвестные генотипы родителей:**

Генотип бабушки (гомозигота с нормально развитой кистью) — X^aX^a .

Генотип гетерозиготного мужчины с перепончатыми пальцами и аномальным развитием кисти, родившегося в браке бабушки и дедушки — X^aY^{Ab} .

Генотип здоровой женщины с нормальными пальцами и нормальным развитием кисти — X^aX^a .

- 9. Записать известные генотипы и фенотипы родителей и/или потомков в первом скрещивании:**

P₁:	♀ X^aX^a Норм. кисть, норм. пальцы	×	♂ X^aY^{Ab} Аномальная кисть, перепонч. пальцы
G:	X^a		X^a , Y^{Ab} — некриссоверные X^A , Y^{ab} — криссоверные
F₁:	♀ X^aX^a — нормальная кисть, нормальные пальцы ♀ X^AX^a — аномальная кисть, нормальные пальцы ♂ X^aY^{Ab} — аномальная кисть, перепонч. пальцы ♂ X^aY^{ab} — нормальная кисть, перепонч. пальцы		

- 10. Записать известные генотипы и фенотипы родителей и/или потомков во втором скрещивании:**



@bio4you



@biocourse



@bio4you

Генотип дочери из F_1 с аномалией развития кисти — $X^A X^a$.

P₂:	♀ $X^A X^a$ Аномальн. кисть, норм. пальцы	×	♂ $X^a Y^a$ Норм. кисть, норм. пальцы
G:	X^a, X^A		X^a, Y^a
F₂:	♀ $X^a X^a$ — нормальная кисть, нормальные пальцы ♀ $X^A X^a$ — аномальная кисть, нормальные пальцы ♂ $X^a Y^a$ — нормальная кисть, нормальные пальцы ♂ $X^A Y^a$ — аномальная кисть, нормальные пальцы		

11. Ответить на вопрос:

В первом браке возможно рождение сына с нормальным развитием кисти и перепончатыми пальцами ($X^a Y^{ab}$). В генотипе этого ребенка находится материнская X^a -хромосома и отцовская Y^{ab} -хромосома, образовавшаяся в результате кроссинговера.

9. Кумулятивная полимерия

Высота растения определяется четырьмя аллелями двух неаллельных несцепленных генов по типу полимерии. Максимальная высота взрослого растения составляет 180 мм. Минимальная высота гомозиготного по рецессивным аллелям взрослого растения составляет 160 мм. Скрещивали растение высотой 180 мм с растением с высотой 160 мм, все полученное гибридное потомство было единообразным. При самоопылении гибридов первого поколения получилось фенотипическое расщепление классов потомков в количественном соотношении 1 : 4 : 6 : 4 : 1. Составьте схемы двух скрещиваний. Определите генотипы родительских особей и генотипы, фенотипы (высоту гибридов) возможного потомства в двух скрещиваниях. Объясните изменение высоты растений у возможных потомков во втором скрещивании.

Решение:

- Определить тип наследования:** из условия аутосомные несцепленные с полом признаки; полимерия.

Определить пункты ответа: в условии 2 скрещивания и 1 вопрос.

Определить доминантные и рецессивные аллели признаков: потомство F_1 единообразно по фенотипу → родители гомозиготны по признаку высоты дерева (дигомозиготы).

Из условия максимальная высота дерева составляет 180 мм; минимальная высота гомозиготного дерева — 160 мм. Поскольку на основе вышесказанного 180 мм и 160 мм деревья дигомозиготы, то их генотипы $A_1 A_1 A_2 A_2$ и $a_1 a_1 a_2 a_2$ соответственно.



@bio4you



@biocourse



@bio4you

2. Ввести буквенные обозначения и сокращения:

Необходимо помнить свойство кумулятивной полимерии — чем больше число доминантных аллелей в генотипе, тем более выражен признак.

Рост растения с 4 доминантными аллелями составляет 180 мм, рост растения без доминантных аллелей составляет 160 мм → $(180 - 160) / 4 = 5$ мм, с каждым доминантным аллелем рост растения увеличивается на 5 мм.

$a_1a_1a_2a_2$ — 160 мм

$A_1a_1a_2a_2, a_1a_1A_2a_2$ — 165 мм

$A_1a_1A_2a_2, A_1A_1a_2a_2, a_1a_1A_2A_2$ — 170 мм

$A_1A_1A_2a_2, A_1a_1A_2A_2$ — 175 мм

$A_1A_1A_2A_2$ — 180 мм

3. Записать известные генотипы и фенотипы родителей и/или потомков первого скрещивания:

P₁:	♀ $A_1A_1A_2A_2$	×	♂ $a_1a_1a_2a_2$
	180 мм		160 мм
G:	A_1A_2		a_1a_2
F₁:	$A_1a_1A_2a_2$ — 170 мм		

4. Записать известные генотипы и фенотипы родителей и/или потомков второго скрещивания:

P₂:	♀ $A_1a_1A_2a_2$	×	♂ $A_1a_1A_2a_2$
	170 мм		170 мм
G:	$A_1A_2, a_1A_2, A_1a_2,$		$A_1A_2, a_1A_2, A_1a_2, a_1a_2$
	a_1a_2		

F₂:

- 1 $A_1A_1A_2A_2$ — 180 мм
- 4 (2 $A_1A_1A_2a_2, 2 A_1a_1A_2A_2$) — 175 мм
- 6 (4 $A_1a_1A_2a_2, A_1A_1a_2a_2, a_1a_1A_2A_2$) — 170 мм
- 4 (2 $A_1A_1A_2a_2, 2 A_1a_1A_2A_2$) — 165 мм
- 1 $a_1a_1a_2a_2$ — 160 мм

5. Ответить на вопрос:

С увеличением в генотипе количества рецессивных аллелей указанных генов высота растения уменьшается (на 5 мм).

ИЛИ

С увеличением в генотипе количества доминантных аллелей указанных генов высота растения увеличивается (на 5 мм).



Шаблонные ответы

Независимое наследование

1. Полное/неполное доминирование и кодоминирование

Какова вероятность рождения в этой семье ребёнка с ____ признаком? Вероятность рождения в этой семье ребёнка с ____ признаком; например, отрицательным резус-фактором составит ____, например, 25 % если генотип отца ____, например, $I^B I^B Rr$ и ____, например, 25% если генотип отца ____, например, $I^B I^O Rr$.

2. Полное/неполное доминирование и летальный эффект

Определите и объясните фенотипическое расщепление в первом и во втором скрещиваниях? В первом скрещивании фенотипическое расщепление ____, например, 6:2:3:1, так как особи с генотипами ____, например, $AABV$, $AABb$, $AAbb$ погибают на эмбриональной стадии. Во втором скрещивании фенотипическое расщепление ____, например, 2:1, так как особи с генотипом ____, например, $AABV$ погибают на эмбриональной стадии.

3. Аутомный и сцепленный с X-хромосомой признаки

Объясните расщепление в первом/втором скрещивании?

В первом скрещивании расщепление по ____ признаку, например, окраске оперения у самцов и самок связано со сцеплением гена этого признака с X-хромосомой. Гетерогаметный пол наследует X-хромосому от одного родителя, а гомогаметный от двух.

4. Аутомный и сцепленный с Y-хромосомой (голандрический) признаки

Возможно ли в первом/втором браке рождение детей

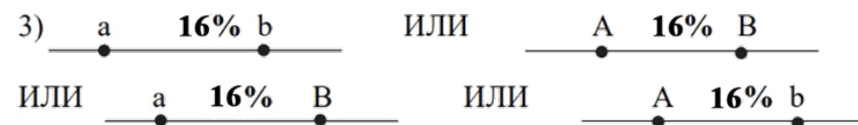
с ____ признаками? Рождение во втором браке детей ____ с признаками, например сыновей без названных патологий невозможно, так как признак ____, например, гипертрихоз имеет голандрический тип наследования и передаётся в каждом поколении от отца к сыновьям.

Сцепленное наследование

5. Сцепление в аутосоме

Объясните формирование четырёх фенотипических групп в первом/втором скрещивании? Это результат сцепленного наследования аллелей ____ и ____, ____ и ____; например, A и b, a и B. Две малочисленные фенотипические группы (____ и ____; например, 5 и 7) образуются в результате кроссинговера. Две многочисленные фенотипические группы особей (____ и ____; например, 40 и 38) образуются без кроссинговера.

Постройте генетическую карту для указанных выше генов, укажите на ней местоположение каждого гена и расстояние (в %) между ними, определите тип наследования генов указанных выше признаков?



Тип наследования генов – сцепленное наследование.



6. Сцепление в X-хромосоме

Возможно ли рождение ребёнка, страдающего заболеваниями в первом/втором браке? В первом/втором браке возможно рождение ребёнка с двумя признаками ____ и ____; например, дальтонизм и гемофилия (генотип ____; например, $X^{dh}Y$). В генотипе этого ребёнка находятся материнская, образовавшаяся в результате кроссинговера X-хромосома с ____ аллелями, например, двумя рецессивными аллелями и отцовская Y-хромосома с ____ аллелями, например, не содержащая аллелей этих двух генов.

7. Сцепление с X-хромосомой и псевдоаутосомными участками

Возможно ли рождение ребёнка, страдающего заболеваниями в первом/втором браке? В первом/втором браке возможно рождение ребёнка с признаками ____, например, сына-дальтоника с нарушениями в развитии скелета (генотип ____, например, $X^{ad}Y^a$). В генотипе этого ребёнка находятся материнская X-хромосома с ____ аллелями, например, двумя рецессивными аллелями и кроссоверная отцовская Y-хромосома с ____ аллелем, например, аллелем нарушения развития скелета.

8. Сцепление с X-хромосомой и Y-хромосомой (голандрическое)

Возможно ли рождение ребёнка, страдающего заболеваниями в первом/втором браке? В первом/втором браке возможно рождение ребёнка с признаками ____ и ____, например, нормальное развитие кисти и перепончатые пальцы (генотип ____, например, X^aY^{ab}). В генотипе этого ребёнка находятся материнская X-хромосома с ____ аллелями, например, с аллелем нормального развития кисти,

и кроссоверная отцовская Y-хромосома с ____ аллелями, например, содержащая аллели нормального развития кисти и перепончатых пальцев.

Взаимодействие неаллельных генов

9. Кумулятивная полимерия

Объясните изменение признака ____ у возможных потомков в скрещивании? С увеличением в генотипе количества рецессивных аллелей указанных генов признак ____, например, высота деревьев уменьшается (на ____ мм, например, 5 мм).

ИЛИ

С увеличением в генотипе количества доминантных аллелей указанных генов признак ____, например, высота деревьев увеличивается (на ____ мм, например, 5 мм).

