

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
«БИОЛОГИЯ. ЕГЭ-2010»



готовимся

к **ЕГЭ**

А.А. Кириленко

БИОЛОГИЯ

СБОРНИК ЗАДАЧ ПО ГЕНЕТИКЕ



БАЗОВЫЙ
И ПОВЫШЕННЫЙ
УРОВНИ ЕГЭ



А. А. Кириленко

БИОЛОГИЯ

СБОРНИК ЗАДАЧ ПО ГЕНЕТИКЕ

БАЗОВЫЙ И ПОВЫШЕННЫЙ УРОВНИ ЕГЭ

Учебно-методическое пособие



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЛЕГИОН»

Ростов-на-Дону

2009

ББК 28я721
УДК 373:57
К43

Рецензент:

Смирнова О. Б. — кандидат биологических наук, доцент кафедры методики преподавания биологии Естественного факультета ПИ ЮФУ

Кириленко А.А.

К43 Биология. Сборник задач по генетике. Базовый и повышенный уровни ЕГЭ : учебно-методическое пособие / А. А. Кириленко. — Ростов н/Д : Легион, 2009. — 174, [1] с. — (Готовимся к ЕГЭ).

ISBN 978-5-902806-97-4

Учебно-методическое пособие предназначено для наилучшего усвоения раздела «Генетика» — одного из самых трудных разделов курса биологии — при подготовке к сдаче ЕГЭ. Пособие включает: теоретические сведения, варианты вопросов и задач с ответами и комментариями и приложения.

Данное пособие адресовано учащимся школ, абитуриентам и учителям.

ББК 28я721
УДК 373:57

Введение

Раздел «Генетика» является одним из самых сложных в школьном курсе общей биологии. Решение задач по генетике разного уровня сложности способствует лучшему усвоению этого раздела.

Данное пособие адресовано выпускникам основной и старшей школы, абитуриентам, которые готовятся к ЕГЭ по биологии для поступления в ссузы и вузы, а также учителям-предметникам.

Пособие включает следующие части: теоретические сведения по генетике; план решения задач по генетике и пример оформления задачи; варианты вопросов, задач, ответов и комментарии к решению задач; приложения и краткий словарь терминов по генетике.

Использование данного пособия способствует развитию у выпускников и абитуриентов логического мышления, глубокому пониманию учебного материала по данному разделу, а также даёт возможность учителю-предметнику интенсифицировать процесс обучения и осуществлять эффективный контроль усвоения знаний по генетике.

В пособии представлены задания разного уровня сложности в соответствии со спецификацией экзаменационной работы ЕГЭ по биологии (предлагаются задания базового (часть А), повышенного (части А, В и С) и высокого (часть С) уровней сложности).

Некоторые задачи (№№ 40–50) отмечены значком «*» — это задания очень высокого уровня сложности, некоторые из них имеют необычное, фантастическое содержание, что способствует повышению внутренней учебной мотивации к освоению данного раздела общей биологии.

Грегор Мендель

(22.07.1822 г. — 06.01.1884 г.)



Родился Иоганн Мендель 22 июля 1822 года в семье крестьянина в небольшой деревушке Хинчицы на территории современной Чехии, а тогда — Австрийской империи.

Мальчик отличался незаурядными способностями, и оценки в школе ему выставлялись лишь превосходные. Родители мечтали вывести своего сына «в люди», дать ему хорошее образование. Помехой этому служила крайняя нужда, из которой не могла выбраться семья Менделя.

И все-таки Иоганну удалось закончить сначала гимназию, а затем двухгодичные философские курсы.

Иоганн мечтал быть учителем биологии. Он поступил в университет, который пришлось оставить, так как с отцом произошло несчастье — его придавило бревно.

В 1843 году Мендель стал послушником августинского монастыря св. Фомы в тихом богемском городке Брюнне (ему исполнилось 20 лет). Это было совсем непросто, пришлось выдержать суровый конкурс (3 человека на одно место). Приняв монашеский сан, Иоганн получил своё второе имя — Грегор, а также был избавлен от вечной нужды. Четыре года он изучает священное писание, и его производят в священники.

В 1851 году настоятель монастыря отправляет его в Вену изучать естественные науки в университете. Но здесь Менделя ожидала неудача. Грегор провалился на экзамене по биологии. Он великолепно

но разбирался в ботанике, но его знания по зоологии были явно слабыми. Млекопитающих он классифицировал на такие группы: звери с лапами и когтеногие. К когтеногим отнёс волка, собаку, кошку. По его мнению, хозяйственное значение имеет только кошка, так как она питается мышами и имеет мягкую красивую шкурку. После провала на экзамене Иоганн поступает в Брюнне в реальную школу в качестве помощника учителя физики и биологии, преподаёт там.

В 1854 году Мендель высаживает горох на крохотном участке в монастыре и делает свои открытия.

В 1865 году он публикует статью о растительных гибридах, один экземпляр своей работы исследователь лично отправляет известному биологу из Мюнхена Карлу Нэгели. Нэгели в ответном письме советует Менделю повторить свои опыты на ястребинке (любимое растение К. Нэгели). Но опыты не подтвердили «гороховые» законы (тогда было ещё неизвестно, что её семена развиваются без оплодотворения). Работать с ястребинкой было очень трудно, так как её цветки очень мелкие, а Мендель страдал близорукостью. Опыты были подтверждены на фуксии, кукурузе, колокольчике и львином зеве. Таким образом, совет К. Нэгели задержал развитие генетики на 40 лет.

В 1868 году Г. Мендель оставил свои опыты по выведению гибридов.

Умер Грегор Мендель 6 января 1884 года. Полгорода собралось на похороны, звучали речи о заслугах покойного — священника. Ни слова не было сказано о биологе Менделе. Все работы (письма, статьи, журналы наблюдений) были сожжены.

Лишь в 1900 году его законы были открыты вновь, через 16 лет после смерти Г. Менделя стали искать остатки его работ.

Аллельные гены — парные гены — различные формы одного и того же гена.

Ген — единица наследственного материала (генетической информации); участок молекулы ДНК (у высших организмов) и РНК (у вирусов и фагов), содержащий информацию о первичной структуре одного белка.

Генотип — совокупность генов, полученных от родителей.

Гетерозигота — особь, которая даёт гаметы разных сортов.

Гибриды — организмы, получающиеся в результате скрещивания.

Гомозигота — особь, которая даёт гаметы одного сорта.

Дигибридное скрещивание — скрещивание по двум парам признаков.

Доминантный признак — признак, который проявляется всегда.

Изменчивость — способность организмов приобретать в течение жизни новые признаки и свойства.

Моногибридное скрещивание — скрещивание по одной паре признаков.

Наследственность — способность организмов передавать из поколения в поколение свои признаки и свойства (особенности строения, функций, развития).

Полигибридное скрещивание — скрещивание по нескольким парам признаков.

Рецессивный признак — признак, который подавляется.

Фенотип — совокупность внешних и внутренних признаков и свойств организма.

Условные сокращения:

P (parenta) — родительские особи.

F (filie) — потомки, гибриды.

1. **Гибридологический метод** — система скрещиваний, позволяющая проследить в ряду поколений наследование признака и выявить новообразования. Это основной метод генетики.
2. **Цитогенетический метод** — изучение материальных структур наследственности — микроскопическое изучение структуры и числа хромосом.
3. **Биохимический метод** — обнаружение изменений в биохимических параметрах организма, связанных с изменением генотипа.
4. **Онтогенетический метод** — изучение проявления гена в процессе онтогенеза.
5. **Популяционный метод** — изучение генетического состава популяций, выяснение распространения отдельных генов в популяциях, вычисление частоты аллелей и генотипов.
6. **Генеалогический метод** — составление и изучение родословных, изучение характера и типа наследования признаков.
7. **Близнецовый метод** — изучение природы различных признаков (морфологических, физиологических, поведенческих), выявление роли среды и наследственности в формировании признаков.
8. **Генная инженерия** — использование природных или искусственно созданных генов.
9. **Математический анализ** — статистическая обработка полученных данных.

Законы Г. Менделя описывают закономерности наследования отдельных признаков на протяжении нескольких поколений.

Первый закон Г. Менделя —

«закон доминирования, или единообразия гибридов первого поколения», или «правило Менделя»: при моногибридном скрещивании гомозиготных особей у гибридов первого поколения проявляются только доминантные признаки — оно фенотипически единообразно.

Г. Мендель использовал для скрещивания сорта гороха, различающиеся по одной паре признаков — окраске семян (жёлтые и зелёные, гомозиготные).

Признак	Ген	P:	♀ жёлтые	×	♂ зелёные
Жёлтый	A		AA		aa
Зелёный	a	G:	A		a
		F1:	100% жёлтые	—	Aa

Второй закон Г. Менделя —

«закон расщепления»: при моногибридном скрещивании во втором поколении гибридов наблюдается расщепление признаков в соотношении 3 : 1 по фенотипу и 1 : 2 : 1 — по генотипу.

Г. Мендель взял в качестве родительских форм гибриды из первого поколения (жёлтые, гетерозиготные).

Признак	Ген	P:	♀ жёлтые	×	♂ жёлтые	
Жёлтый	A		Aa		Aa	
Зелёный	a	G:	A; a		A; a	
		F ₂ :	AA	Aa	Aa	aa
			жёлтые	жёлтые	жёлтые	зелёные
		по фенотипу:			3 жёл.	1 зел.
		по генотипу:	1 AA :	2 Aa :	1 aa	

Решётка Пеннета

	♀	A	a
♂	A	AA жёлтые	Aa жёлтые
	a	Aa жёлтые	aa зелёные

Третий закон Г. Менделя —

«закон независимого наследования признаков»: при дигибридном скрещивании у гибридов расщепление по каждой паре признаков происходит независимо от других пар по фенотипу в соотношении 9 : 3 : 3 : 1.

Г. Мендель скрещивал сорта гороха, которые между собой отличались по двум парам признаков — окраске семян (жёлтые и зелёные) и форме семян (гладкие и морщинистые).

Признак	Ген	P:	♀ жёлтые гладкие	×	♂ зелёные морщинистые
Жёлтый	A		AABB		aabb
Зелёный	a	G:	AB		ab
Гладкая	B	F ₁ :	100 % жёлтые гладкие — AaBb		
Морщинистая	b				
		P:	♀ жёлтые гладкие	×	♂ жёлтые гладкие
			AaBb		AaBb
		G:	AB; Ab; aB; ab		AB; Ab; aB; ab
		F ₂ :	9 A_B_ : 3 A_bb : 3 aaB_ : 1 aabb		

Решётка Пеннета

♀ ♂	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB жёлтые гладкие	AABb жёлтые гладкие	AaBB жёлтые гладкие	AaBb жёлтые гладкие
Ab	AABb жёлтые гладкие	AAbb жёлтые морщинистые	AaBb жёлтые гладкие	Aabb жёлтые морщинистые
aB	AaBB жёлтые гладкие	AaBb жёлтые гладкие	aaBB зелёные гладкие	aaBb зелёные гладкие
ab	AaBb жёлтые гладкие	Aabb жёлтые морщинистые	aaBb зелёные гладкие	aabb зелёные морщинистые

Расщепление по фенотипу — 9 жёлтые гладкие : 3 жёлтые морщинистые : 3 зелёные гладкие : 1 зелёные морщинистые.

Проанализируем, как наследуются признаки по отдельности.

Наследование окраски семян — соотношение жёлтых к зелёным: $12 : 4 = 3 : 1$ (по второму закону Менделя).

Наследование формы семян — соотношение гладких к морщинистым: $12 : 4 = 3 : 1$ (тоже как по второму закону Менделя). Оба признака наследуются в соотношении $(3 : 1)^2 = 9 : 3 : 3 : 1$.

Фенотипический радикал дигибридного скрещивания:

9 A_B_	3A_bb	3 aaB_	1 aabb
--------	-------	--------	--------

Гипотеза чистоты гамет

Почему же при гибридизации не возникает стойких гибридов, а наблюдается расщепление в строго определённом соотношении?

Г. Мендель предложил гипотезу чистоты гамет (в то время ещё не был открыт механизм митоза, мейоза, образования гамет).

Гаметы несут материальные наследственные факторы — гены, которые определяют развитие того или иного признака.

Гипотеза чистоты гамет утверждает, что у гетерозиготной особи половые клетки чисты, то есть имеют по одному гену из данной пары. Пары альтернативных признаков не смешиваются при образовании гамет. Это означает, что у гибрида Aa будут в равной степени возникать гаметы с геном A и с геном a .

1. $(3 : 1)^n$ — расщепление по фенотипу;
2. $(1 : 2 : 1)^n$ — расщепление по генотипу;
3. 2^n — количество типов гамет;
4. 2^n — количество фенотипических классов;
5. 3^n — количество генотипических классов;
6. 4^n — число возможных комбинаций, сочетаний гамет,

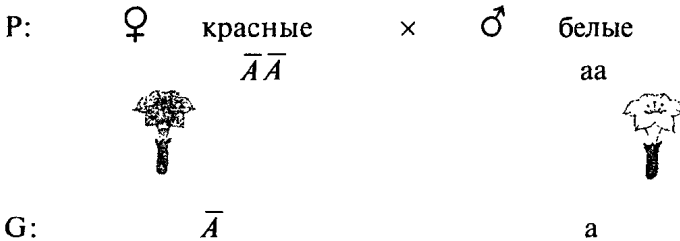
где n — число аллелей, пар признаков.

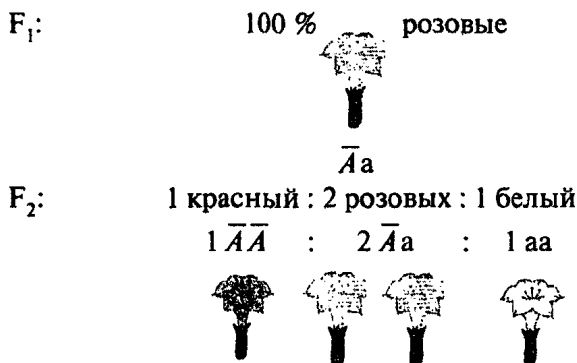
1. Полное доминирование.
2. Неполное доминирование.
3. Кодоминирование.
4. Сверхдоминирование.
5. Множественные аллели.

1. Полное доминирование — доминантная аллель полностью скрывает присутствие рецессивной аллели (см. I закон Менделя).

2. Неполное доминирование — имеет место проявление промежуточного признака.

Например, наследование окраски цветков у ночной красавицы:





3. Кодоминирование — проявление у гетерозигот признаков, детерминируемых двумя аллелями.

Например, каждая аллель кодирует определённый белок, а у гетерозигот синтезируются оба белка. Так наследуются группы крови у человека.

Фенотип	Генотип
I группа (00)	$I^0 I^0$
II группа (AA, A0)	$I^A I^A, I^A I^0$
III группа (BB, B0)	$I^B I^B, I^B I^0$
IV группа (AB)	$I^A I^B$

4. Сверхдоминирование.

Доминантный ген в гетерозиготном состоянии имеет более сильное проявление, чем в гомозиготном. Например, у дрозофилы известна рецессивная летальная мутация, гетерозиготы обладают большей жизнеспособностью, чем гомозиготы.

5. Множественные аллели.

Иногда к числу аллельных могут относиться не два, а большее число генов. Кроме основных — доминантного и рецессивного — генов, появляются промежуточные, которые по отношению к доминантному ведут себя как рецессивные, а по отношению к рецессивному — как доминантные.

У кроликов сплошная чёрная окраска обусловлена доминантным геном А, гомозиготные рецессивные животные (аа) — белые. Но существуют еще несколько состояний этого гена, имеющих собственный фенотип в гомозиготе — шиншилловой ($a^{ch} a^{ch}$) и гималайской ($a^h a^h$) окраски. Шиншилла — сплошная серая масть, а гималайский — белый, но кончики ушей, хвоста, ног и носа окрашены.

Ген a^h по отношению к гену а ведёт себя как доминантный.

Ген a^{ch} по отношению к генам а и a^h ведёт себя как доминантный.

Ген А доминирует всегда.

$$A > a^{ch} > a^h > a$$

Фенотип	Генотип
Чёрный	AA; Aa ^{ch} ; Aa ^h ; Aa
Шиншилловый	a ^{ch} a ^{ch} ; a ^{ch} a ^h ; a ^{ch} a
Гималайский	a ^h a ^h ; a ^h a
Белый	aa

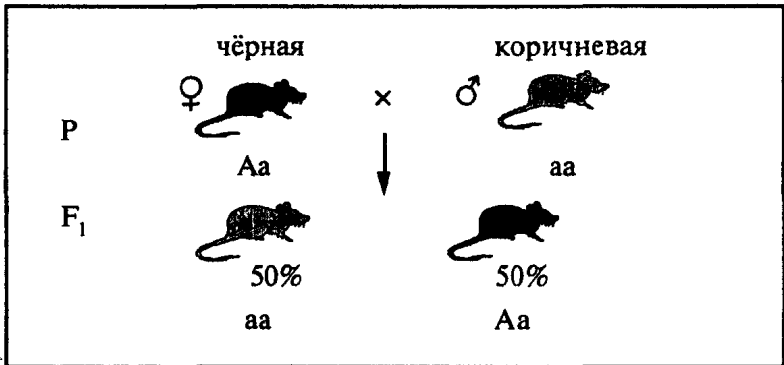
VII | Анализирующее скрещивание

Используется для определения генотипа организма, имеющего фенотипическое проявление доминантного признака. Для этого скрещивают чисто рецессивную особь с исследуемой, генотип которой необходимо установить, так как по фенотипу нельзя установить генотип у особей с доминантными признаками.

Например, при скрещивании мышей с чёрной окраской шерсти (доминантный признак) и коричневой (рецессивный признак) получено потомство: 50% мышей имеют чёрную окраску шерсти и 50% — коричневую. Требуется установить генотип мышей с чёрной окраской шерсти.

Так как в процессе скрещивания происходит расщепление, то, следовательно, мыши с чёрной окраской — гетерозиготны (Aa).

Признак	Ген	P:	♀ чёрная	×	♂ коричневая
Чёрная	A		Aa		aa
Коричневая	a	G:	A; a		a
		F1:	Aa		aa
			50% чёрные		50% коричневые
			по фенотипу	—	1 : 1
			по генотипу	—	1 : 1



1. Кооперация.
2. Комплементарное действие генов
3. Эпистаз.
4. Полимерия.
5. Плейотропия.
6. Модифицирующее действие генов

1. Кооперация — появление новообразований при совместном действии двух доминантных неаллельных генов, когда в гомозиготном или гетерозиготном состоянии развивается новый признак, отсутствующий у родительских форм. При таком взаимодействии во втором поколении (F_2) возможно следующее расщепление:

	Расщепление в F_2	Возможные генотипы F_2			
	9 : 3 : 3 : 1	9A_B_ : 3A_bb : 3aaB_ : 1aabb			

	AB	Ab	aB	ab
AB				
Ab				
aB				
ab				

Например, наследование формы гребня у кур:

P: розовидный × листовидный
 $AAbb$ $aabb$

G: Ab ab

F₁: розовидный
 $Aabb$

P: гороховидный × листовидный
 $aaBB$ $aabb$

G: aB ab

F₁: гороховидный
 $aaBb$

P: розовидный × гороховидный
 $AAbb$ $aaBB$

G: Ab aB

F₁: ореховидный
 $AaBb$



Некоторые авторы рассматривают этот пример как проявление комплементарного действия неаллельных генов.

2. Комплементарное действие генов — один доминантный ген дополняет действие другого доминантного гена, обуславливая развитие нового признака по типу взаимопомощи, взаимодополнения друг друга в развитии признака. При комплементарном действии возможны следующие генотипы в F₂:

Расщепление в F ₂	Возможные генотипы F ₂
9 : 3 : 4	9A ₋ B ₋ : 3A ₋ bb : (3aaB ₋ + 1aabb)
9 : 6 : 1	9A ₋ B ₋ : (3A ₋ bb + 3aaB ₋) : 1aabb
9 : 7	9A ₋ B ₋ : (3A ₋ bb + 3aaB ₋ + 1aabb)

	AB	Ab	aB	ab
AB	AB	Ab	aB	ab
Ab	AB	Ab	aB	ab
aB	AB	Ab	aB	ab
ab	AB	Ab	aB	ab

	AB	Ab	aB	ab
AB	AB	Ab	aB	ab
Ab	AB	Ab	aB	ab
aB	AB	Ab	aB	ab
ab	AB	Ab	aB	ab

	AB	Ab	aB	ab
AB	AB	Ab	aB	ab
Ab	AB	Ab	aB	ab
aB	AB	Ab	aB	ab
ab	AB	Ab	aB	ab

Например, наследование окраски венчика у душистого горошка:

P: белые цветки × белые цветки
 AAbb aaBB



G: Ab aB

F₁: 100% пурпурные цветки

AaBb



P: (из F₁) пурпурные цветки

AaBb × AaBb

G: AB; Ab; aB; ab AB; Ab; aB; ab

F₂: 9/16 пурпурные цветки 7/16 белые цветки

9 A₋B₋



3 A₋bb

3 aaB₋

1 aabb





Или цвет коконов тутового шелкопряда:

Фенотип	Генотип
Коконы белого цвета	AAbb или aaBB или aabb
Коконы жёлтого цвета	AABB или AaBb
В F ₂ : 9/16 — коконы жёлтого цвета и 7/16 — белого цвета	

Наследование окраски зёрен у ржи:

Фенотип	Генотип
Зерно белого цвета	aaBB или aabb
Зерно жёлтого цвета	AAbb
Зерно зелёного цвета	AABB или AaBb
В F ₂ : 9/16 — зёрна зелёного цвета; 3/16 — зёрна жёлтого цвета и 4/16 — белого цвета	

Наследование формы плодов у тыквы:

Фенотип	Генотип
Округлые плоды	AAbb или aaBB
Дисковидные плоды	aabb
Грушевидные плоды	AABB или AaBb
В F ₂ :	
9/16 — грушевидные плоды	
6/16 — округлые плоды	
1/16 — дисковидные плоды	

3. Эпистаз — один ген подавляет действие другого гена, антагонистический тип взаимодействия. Если ген А подавляет действие гена В — *доминантный эпистаз*; если ген сс подавляет действие гена D — *рецессивный эпистаз*; взаимное подавление рецессивными генами, находящимися в гомозиготном состоянии, доминантных аллелей (сс > D и dd > C) — *двойной рецессивный эпистаз*.

Ген, который подавляет действие другого гена, называется *ингибитор*, или *супрессор* (I — ингибитор).

Расщепление в F ₂	Возможные генотипы F ₂
13 : 3	(9 C_I_ + 3 ccI_ + 1 ccii) : 3 C_ii
12 : 3 : 1	(9 C_I_ + 3 C_ii) : 3 ccI_ : 1 ccii
9 : 3 : 4	9 C_I_ : 3 C_ii : (3 ccI_ + 1 ccii)

	CI	Ci	ci	ci
CI				
Ci				
ci				
ci				

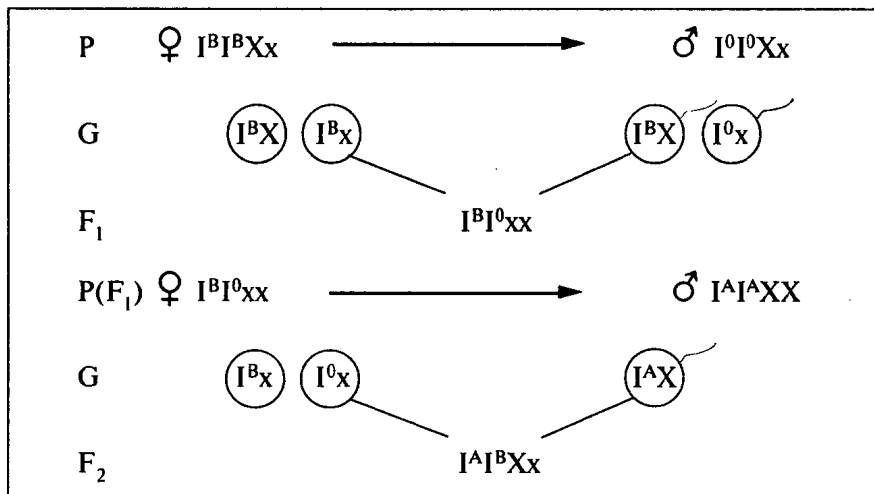
	CI	Ci	ci	ci
CI				
Ci				
ci				
ci				

	CI	Ci	ci	ci
CI				
Ci				
ci				
ci				

Например, наследование окраски оперения у кур (доминантный эпистаз):

Признак, фенотип	Ген, генотип
Окрашенные	C
Отсутствие пигмента	c
Ингибитор (супрессор)	I
Отсутствие ингибитора	i
Белый леггорн	CCII
Белый плимутрок	ccii

невозможно. Оказалось, что женщина унаследовала от своей матери ген I^B , а от своего отца ген I^0 , и у неё должна быть III группа крови. Но проявил действие только ген I^0 , так как ген I^B был подавлен рецессивным геном x , который находился в гомозиготном состоянии — xx . Этим можно объяснить то, что у женщины фенотипически проявилась I группа крови.



А у ребёнка этой женщины подавленный ген I^B проявил своё действие. Ребёнок имел IV группу крови $I^A I^B$.

4. Полимерия — несколько доминантных генов отвечают за развитие одного и того же признака, взаимодействие однозначных генов, т. е. различных генов с одинаковым действием. Присутствие хотя бы одного доминантного аллеля, любого из этих генов, в генотипе даёт развитие доминантного признака, а рецессивный развивается только тогда, когда в генотипе имеются только рецессивные аллели. Интенсивность проявления признака зависит от количества доминантных генов в генотипе. Обычно эти гены определяют количественные признаки (окраска кожи человека, интенсивность роста, скороспелость, яйценоскость, количество молока и его жирность, содержание витаминов в плодах, яровость, озимость, длина колоса, живая масса, прирост, настриг шерсти), а также морфоло-

гические, физиологические и патологические особенности человека, но бывает — и качественные. Полимерия может быть кумулятивной (или накопительной) и некумулятивной. Полимерные гены (полигены) обозначают одной буквой с нумерацией генов (A_1, A_2, A_3).

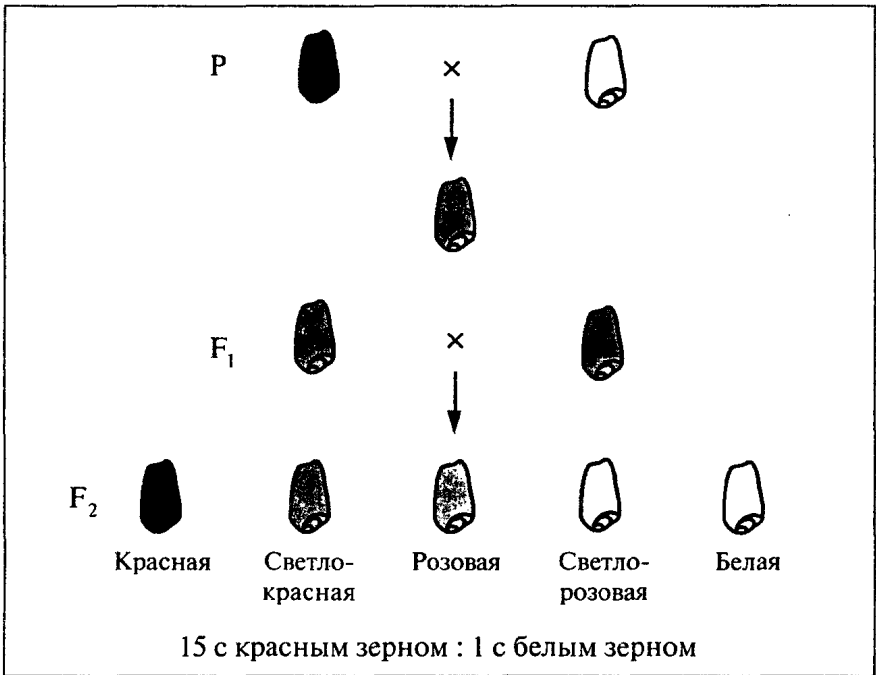
Расщепление в F_2	Возможные генотипы F_2
15 : 1	(9 $A_B_ + 3 A_bb + 3 aaB_$) : 1 aabb
1 : 4 : 6 : 4 : 1	1 AABB : (2 AABb + 2 AaBB) : (4 AaBb + 2 aaBB) : (2 Aabb + 2 aaBb) : 1 aabb

	AB	Ab	aB	ab
AB				
Ab				
aB				
ab				

	AB	Ab	aB	ab
AB				
Ab				
aB				
ab				

Шведский генетик и селекционер Герман Нильссон-Эле проводил скрещивание разных сортов пшеницы с красным и белым зерном. В F_2 он в основном обнаруживал расщепление в соотношении 3 : 1, а в некоторых случаях растений с белым зерном оказывалось значительно меньше, расщепление шло в соотношении 15 : 1 или даже 63 : 1. В первом случае сорта отличались друг от друга по одной, во втором — по двум, а в третьем — по трём парам аллелей. При расщеплении в соотношении 63 : 1 красные зёрна (63/64) отличались только интенсивностью окраски: от красной до светло-розовой, так как растения имели в генотипе разное количество доминантных генов, отвечающих за красную окраску зерна. Растения с белым зерном в генотипе имели только рецессивные гены.

$P:$ ♀ красное зерно \times ♂ белое зерно
 $A_1A_1A_2A_2A_3A_3$ $a_1a_1a_2a_2a_3a_3$
 $G:$ $A_1A_2A_3$ $a_1a_2a_3$
 $F_1:$ 100% розовое зерно
 $A_1a_1A_2a_2A_3a_3$
 $F_2:$ 63/64 красное зерно : 1/64 белое зерно



Или, например: наследование окраски кожи у человека определяется двумя парами неаллельных генов (на самом деле — большим количеством):

Фенотип	Генотип
Негры	AABB
Тёмные мулаты	AaBB или AABb
Средние мулаты	AaBb; AAbb или aaBB
Светлые мулаты	Aabb или aaBb
Белокожие	aabb

В F₂ : 1 негр : 4 тёмных мулата : 6 средних мулатов : 4 светлых мулата : 1 белокожий
 1 AABB : (2 AABb + 2 AaBB) : (4 AaBb + 2 aaBB) : (2 Aabb + 2 aaBb) : 1 aabb

Примером некумулятивной полимерии является наследование формы стручочков у пастушьей сумки (качественный признак):

P:	♀ треугольные	×	♂ овалыные
	$A_1A_1A_2A_2$		$a_1a_1a_2a_2$
G:	A_1A_2		a_1a_2
F ₁ :	100% треугольные		
	$A_1a_1A_2a_2$		
F ₂ :	15/16 треугольные : 1/16 овалыные		
	(9 $A_1a_1A_2a_2$ + 3 $A_1a_1a_2a_2$ + 3 $a_1a_1A_2a_2$): 1 $a_1a_1a_2a_2$		

5. Плейотропия — зависимость нескольких признаков от одного гена. Например, у человека известна аномалия синдром Марфана под названием «паучьи пальцы» (очень тонкие и длинные пальцы), которая обусловлена геном, одновременно вызывающим дефект хрусталика глаза, пороки сердца и нарушения деятельности сосудов. Оказывается, что этот ген контролирует развитие соединительной ткани, и его мутация отрицательно сказывается на работе многих систем организма человека. Механизм множественного действия гена заключается в том, что белок, кодируемый этим геном, может в большей или меньшей степени участвовать в различных, мало связанных между собой процессах жизнедеятельности. Синдромом Марфана страдал великий композитор и скрипач Николо Паганини.

Можно привести ещё один пример плейотропии. У дрозофилы ген белой окраски глаз одновременно оказывает действие на цвет тела и внутренних органов, длину крыльев, строение полового аппарата, снижает плодовитость, уменьшает продолжительность жизни.

6. Модифицирующее действие генов. Гены-модификаторы усиливают или ослабляют развитие признаков, кодируемых «основным» геном. Возможно, что каждый ген является одновременно геном основного действия для «своего» признака и модификатором для других признаков. Таким образом, фенотип — это результат взаимодействия генов и генотипа с внешней средой в онтогенезе.

Например, у ряда пород кур (чёрные испанские, орпингтоны, польские и другие) при действии генов-ослабителей чёрной пигментации происходит ослабление и нарушение стандартной окраски оперения.

Ген *Li* — ослабитель коричневой окраски оперения, сцепленный с полом, превращает все участки оперения коричневой окраски в бледно-жёлтые. Рecessивный аутосомный мутантный ген *lav* превращает чёрную окраску оперения в серую, а красную — в палевую.

У кроликов известен ген-модификатор *H*, усиливающий голубую масть у венской голубой породы.

У крупного рогатого скота гены-модификаторы контролируют пёструю окраску у группы чёрно-пёстрых пород.

Независимое распределение генов (III закон Г. Менделя) основано на том, что гены, относящиеся к разным аллелям, размещены в разных парах гомологичных хромосом.

А как же будет происходить распределение неаллельных генов в ряду поколений, если они находятся в одной и той же паре хромосом? Очевидно, к таким генам III закон Менделя неприменим.

Закономерность наследования при нахождении генов в одной хромосоме была изучена Т.Морганом.

Т. Морган вводит в практику эксперимента плодовую мушку-дрозофилу. Дрозофилу можно использовать при постановке опытов на организменном уровне, они скороспелые (цикл развития составляет всего 15 дней), неприхотливые, дешёвые в содержании, плодовитые. Имеют мало хромосом: в половых клетках — 4, а в соматических — 8. У этих насекомых легко определяется пол (у самки брюшко вытянутое, а у самца конец брюшка пигментирован).

Опыты Т. Моргана:

P: ♀ серое тело — нормальные крылья × ♂ тёмное тело — зачаточные крылья



AABB



aabb

G: AB

ab

F₁: 100% серое тело — нормальные крылья
(дигетерозигота)



100% AaBb

Проводят анализирующее скрещивание:

P: ♀ серое тело — нормальные крылья (из F₁) × ♂ тёмное тело — зачаточные крылья



AaBb



aabb

G: AB; Ab; aB; ab

ab

F₂: по III закону Менделя можно было бы ожидать расщепление в соотношении 1 : 1 : 1 : 1 —

25% серое тело — нормальные крылья

A_B_



25% тёмное тело — нормальные крылья

aaB_



25% серое тело — зачаточные крылья

A_bb



25% тёмное тело — зачаточные крылья

aabb



Но на самом деле мух с исходными признаками оказалось по 41,5% (серое тело — нормальные крылья и тёмное тело — зачаточные крылья), а мух с рекомбинированными признаками лишь по 8,5% (серое тело — зачаточные крылья и тёмное тело — нормальные крылья).

Эти скрещивания показывают, что гены, обусловившие признаки серое тело — нормальные крылья и тёмное тело — зачаточные крылья, находятся в одной хромосоме и наследуются преимущественно вместе, т. е. оказываются сцепленными. Поэтому при мейозе эти гены не расходятся, а наследуются вместе.

Закон Т. Моргана. Если гены находятся в одной хромосоме, они наследуются преимущественно вместе, образуя группу сцепления. Число групп сцепления равно числу пар хромосом данного вида.

Почему же этот закон не абсолютен?

Закон Т. Моргана нарушается за счёт *процесса кроссинговера*, происходящего во время конъюгации в профазе I мейоза.

Вероятность кроссинговера зависит от положения генов в хромосоме.

В зависимости от расстояния между генами сцепление может быть полным или неполным. При полном сцеплении генов они всегда передаются вместе. В этом случае любая особь при мейозе будет образовывать два сорта гамет. Например, при дигибридном скрещивании генотип особи записывают — $\frac{AB}{ab}$ (гаметы AB и ab), при

тригибридном — $\frac{ABC}{abc}$ (гаметы ABC и abc).

Причина неполного сцепления генов — процесс кроссинговера, в результате которого появляются гаметы и особи с новыми сочетаниями признаков, их называют кроссоверами, или рекомбинантами. Так при дигибридном скрещивании в результате кроссинговера образуются новые типы гамет — Ab и aB. Чем дальше гены друг от друга, тем чаще между ними идёт кроссинговер и тем меньше «сила сцепления».

Гаметы, у которых аллели генов такие же, как и в клетках родительских форм, называют некроссоверными, а гаметы, у которых в результате кроссинговера аллели изменились, — кроссоверными.

Частота кроссинговера определяется в процентах и показывает расстояние между генами.

Частота кроссинговера = $n_1/n \times 100\%$,

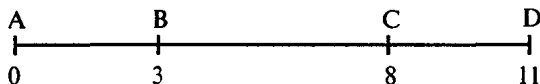
где n_1 — число кроссоверов; n — общее число потомков.

Расстояние между генами принято измерять в процентах кроссинговера между ними, или морганидах (1% кроссинговера равен 1 морганиде, или 1 сантиморе). Число кроссоверных особей никогда не превышает 50%.

Это позволяет строить генетические карты (взаимное расположение генов в хромосомах). В половых хромосомах кроссинговер возможен только у самок (гомозиготных по X-хромосоме).

Допустим, что при гибридологическом анализе получено следующее количество кроссоверных особей по одной группе сцепления из четырёх признаков: А и В — 3%, А и С — 8%, А и D — 11%.

За начало хромосомы принимают в данном случае локус с геном А, тогда хромосомная карта расположения этих генов будет выглядеть так:



В 1911 г. закономерности, открытые школой Т. Моргана, а затем подтверждённые и углублённые на многочисленных объектах, стали известны под общим названием «хромосомная теория наследственности».

Основные положения хромосомной теории наследственности:

1. Гены находятся в хромосомах. Каждая хромосома представляет собой группу сцепления генов. Число групп сцепления у каждого вида равно гаплоидному числу хромосом.
2. Каждый ген в хромосоме занимает определённое место (локус). Гены в хромосомах расположены линейно. Гены относительно стабильны.
3. Гены могут изменяться (мутировать).
4. Между гомологичными хромосомами может происходить обмен аллельными генами (кроссинговер).
5. Расстояние между генами в хромосоме пропорционально проценту кроссинговера между ними.

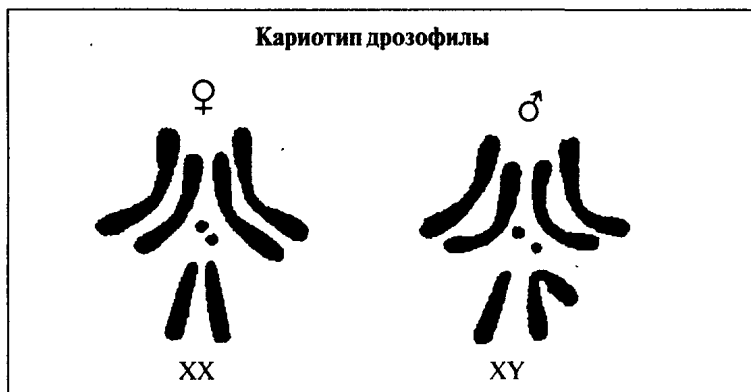
Генетика пола.

Наследование, сцепленное с полом

Людей давно интересовало, от чего зависит пол человека или животного. Например, Аристотель утверждал, что пол зависит от дуновения ветра во время зачатия. Если дует северный ветер, то на свет появится самец, а если южный — самка.

Мендель утверждал, что пол наследственно детерминирован. На это утверждение его натолкнули результаты расщепления по полу 1 : 1. Очевидно, один *гомогаметен* по полу, а другой — *гетерогаметен*.

У мужских и женских организмов все пары хромосом, кроме одной, одинаковы и называются *аутосомами*. Хромосомы, которые имеют отношение к определению пола, называются *половыми*. Они обозначаются X и Y.





Существует несколько типов определения пола.

1. **Прогамное** определение пола (перед оплодотворением). У коловраток, тлей определение пола происходит в процессе созревания яйцеклеток. У этих организмов развиваются два сорта яйцеклеток: крупные и мелкие. В дальнейшем из крупных яйцеклеток появляются самки, из мелких — самцы.

2. **Эпигамное** определение пола (после оплодотворения). У морского червя *Vonnellia viridis* самки крупные с раздвоенным хоботком, ведут сидячий образ жизни, самцы — микроскопические. Из яиц выходят личинки, которые с одинаковым успехом могут стать как самцами, так и самками. Если личинки попадают на хоботок самки, то под действием гормонов, выделяемых самкой, превращаются в самцов. А если они ведут свободный образ жизни, то превращаются в самок. У крокодилов половые хромосомы вообще не обнаружены. Пол зародыша, развивающегося в яйце, зависит от температуры окружающей среды: при высоких температурах развивается больше самок, при более низких — больше самцов. У некоторых рыб внешние факторы также оказывают заметное влияние на вторичное переопределение пола.

3. **Сингамное** определение пола (в момент оплодотворения). Это генетическое определение пола, оно зависит от баланса хромосом. У клопа рода *Protenog* самка имеет две половые хромосомы (XX), а самец — одну (X0). У человека, дрозофилы женские особи имеют две одинаковые X-хромосомы, а самцы — разные X и Y. У птиц и бабочек гетерогаметными по полу являются самки (XY), а самцы — гомогаметные (XX). У перепончатокрылых (пчёлы, осы, наездники,

муравьи) самцы развиваются из неоплодотворённых яиц (партеногенетически) и имеют гаплоидный набор хромосом (n), а самки — из оплодотворённых ($2n$).

Группы организмов	Определение пола		
	♀ Женский	♂ Мужской	Тип
Некоторые отряды насекомых	XX	X0	X0
Большинство рыб, растений, млекопитающие, дрозофила, некоторые отряды насекомых	XX	XY	XY
Бабочки, пресмыкающиеся, птицы, некоторые виды растений, рыб	XY	XX	XY
Некоторые виды насекомых (моль)	X0	XX	X0
Перепончатокрылые	$2n$	n	$n - 2n$

<p>человек</p> <p>♀ XX XY ♂</p>	<p>птицы</p> <p>♀ XY XX ♂</p>
<p>кузнечик</p> <p>♀ XX X0 ♂</p>	<p>моль</p> <p>♀ X0 XX ♂</p>

В половых хромосомах имеются гены, не только отвечающие за определение пола, но и контролирующие обычные признаки. Поскольку пара половых хромосом отличается друг от друга по величине и форме, то аллели генов могут быть только в X-хромосоме, а в Y-хромосоме отсутствовать. Признаки, определяемые этими генами, наследуются сцепленно с полом. Такой характер передачи признаков называют наследованием «крисс-кросс» («крест-накрест», *англ.*), то есть признаки от матери передаются сыновьям, а от отца — к дочерям. Например, у человека сцепленными с X-хромосомой являются гены, отвечающие за развитие гемофилии (несвёртываемость крови) и дальтонизма (цветовая слепота). Некоторые аллельные гены

могут находиться как в X-хромосоме, так и в Y-хромосоме, тогда имеет место частичное сцепление с полом (например, наследственное аллергическое заболевание человека — геморрагический диатез). Если же ген находится только в Y-хромосоме, тогда он наследуется по линии пола, имеющего Y-хромосому. У человека, например, так передаются гипертрихоз (волосатые уши) и развитие перепонки между вторым и третьим пальцами ног.

Ген, который находится в X-хромосоме гетерогаметного организма в одинарной дозе, проявляет себя полностью и называется *гемизиготным*, сам организм — *гемизиготой*. Например, у человека это гены гемофилии, дальтонизма; у дрозофилы — ген белоглазости. Самцы млекопитающих, большинства рыб, дрозофилы, а также самки птиц, рептилий, бабочек являются гемизиготными.

Цитоплазматическая наследственность — это передача наследственной информации через цитоплазму клетки. Митохондрии, пластиды и клеточный центр имеют собственную ДНК и способны к самовоспроизведению.

Пластидная наследственность обнаружена у декоративных и культурных растений (львиный зев, ночная красавица, пеларгония, кукуруза и др.). У этих растений встречаются формы с зелёными и пёстрыми листьями. Пестролистность передаётся по материнской линии, так как цитоплазма яйцеклеток богата митохондриями и пластидами. А мужские гаметы, имеющие митохондрии, при оплодотворении их не передают яйцеклетке, потому что происходит слияние только ядер половых клеток.

Цитоплазматическая наследственность обнаружена также у бактерий, моллюсков, дрожжей.

Начальные этапы эволюционных процессов протекают в популяциях на основе закономерностей наследования. Поэтому с эволюционной точки зрения представляют интерес вопросы изучения генетической структуры популяций и тех процессов, которые происходят в сменяющих друг друга поколениях особей. В популяции одновременно находятся особи как с доминантными, так и с рецессивными признаками. Почему рецессивный аллель не вытесняется доминантным?

Изучение генетической структуры популяций связано с выяснением генотипического состава, то есть с определением частот генотипов и аллелей. Частота генотипов определяется в процентах или долях единицы особей определённого генотипа по отношению ко всем изученным особям. Эта закономерность чисто математически была объяснена в 1908 году независимо друг от друга двумя исследователями — математиком Г. Харди и врачом В. Вайнбергом, и по их именам была названа *законом Харди — Вайнберга*.

Закон: «Относительные частоты генов в популяции не изменяются из поколения в поколение во времени при следующих условиях:

- популяция должна быть велика;
- отсутствует давление отбора на данные признаки;
- отсутствуют мутации этих генов;
- в популяции особи свободно скрещиваются;
- нет миграции из соседних популяций».

Предположим некую популяцию с одинаковым соотношением генотипов AA и aa. Частоту гена A обозначим p, а гена a — q. На основании скрещивания гетерозигот Aa составим решётку Пеннета:

♀ \ ♂	p (A)	q (a)
p (A)	P^2 (AA)	pq (Aa)
q (a)	pq (Aa)	q^2 (aa)

$$p^2 (AA) + 2 pq (Aa) + q^2 (aa) = 1,$$

$$(p + q)^2 = 1,$$

(при извлечении квадратного корня).

Сумма частот генов в популяции:

$$p + q = 1.$$

Уравнение:

$$p^2 + 2 pq + q^2 = 1.$$

Используя закон Харди—Вайнберга, можно вычислить насыщенность популяции определёнными генами. Особенно широко этот закон используется при медико-генетических исследованиях и для определения генетической структуры (частоты генов, генотипов и фенотипов) популяций в животноводстве и селекции.

Практическое значение закона Харди—Вайнберга

Например, альбинизм (аутосомный, рецессивный признак) встречается у людей в соотношении 1 альбинос на 10 000 человек с нормальной пигментацией кожи. Какое количество людей (в %) является носителем этого гена?

Решение:

Признак, фенотип	Ген, генотип
Нормальная пигментация кожи	A
Альбинизм	a
Человек с нормальной пигментацией	AA; Aa
Альбинос	aa

Частота встречаемости альбиносов — $q^2 = 1 : 10\,000 = 0,0001$.

Частота встречаемости гена альбинизма (a) — $q = \sqrt{q^2} = 0,01$.

По уравнению: $p + q = 1$,

$$p = 1 - q,$$

$$p = 1 - 0,01 = 0,99.$$

Количество гетерозигот (носителей гена альбинизма):

$$2pq = 2 \times 0,99 \times 0,01 = 0,0198 \approx 0,02, \text{ или } 2\%.$$

Ответ: итак, около 2% людей являются носителями гена альбинизма.

Применение гибридологического метода не всегда возможно, например, при изучении закономерностей наследования признаков у человека или при малочисленном потомстве. В этих случаях применяют другие методы генетики, в частности, *генеалогический метод* — составление и анализ родословных.

Генеалогия — это учение о родословных, представляющее собой графическое изображение родственных связей между членами одной семьи в нескольких поколениях. С давних времён применяли семейный анализ для изучения заболеваний человека. Окончательно генеалогический метод сформировался в начале XX века.

Этот метод занимает ведущее положение в генетических исследованиях человека, служит основой для проведения медико-генетического консультирования, но также используется применительно к домашним животным, иногда растениям.

Суть генеалогического анализа заключается в том, что родословные используются для изучения закономерностей наследования признаков, таких, как:

- природа признака — наследственная или ненаследственная;
- характер наследования признака — доминантный или рецессивный; аутосомный или сцепленный с полом;
- тип наследования заболеваний;
- интенсивность изменения наследственного материала;

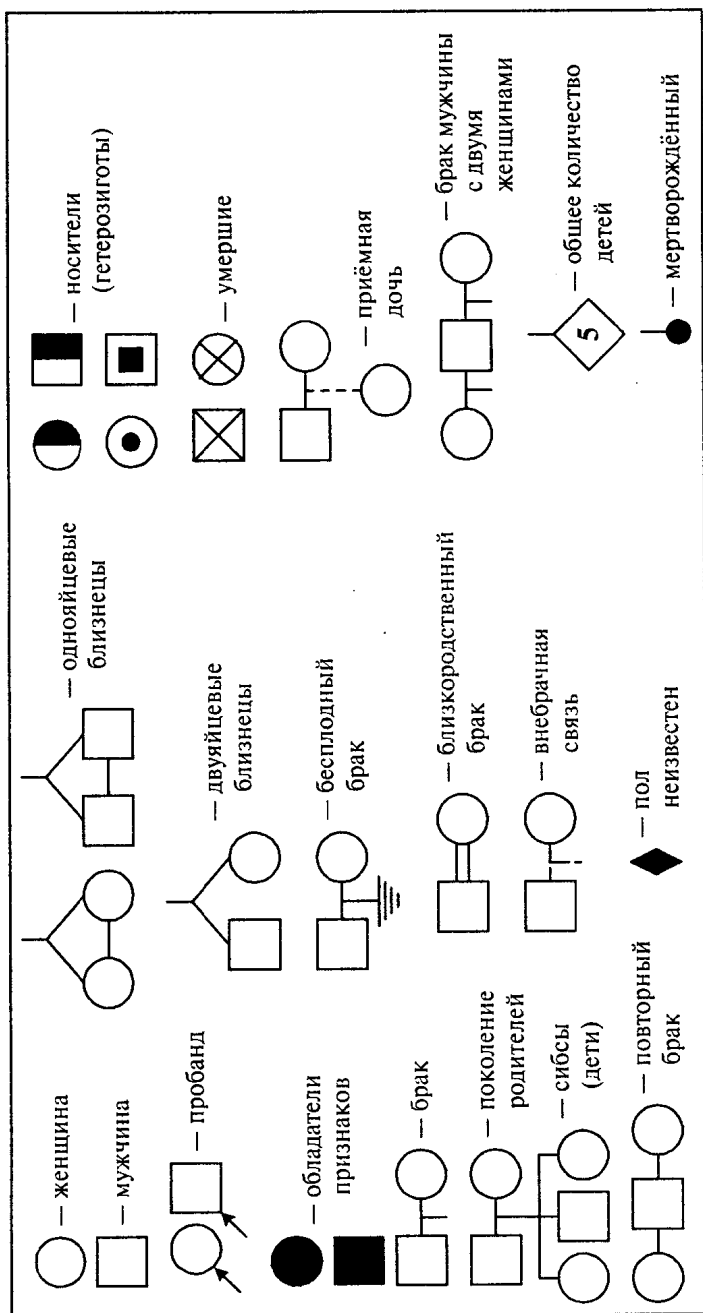



Рис. 1. Графические обозначения генеалогического древа

- расчёт риска рождения больного ребёнка;
- оценка прогноза заболевания;
- расчёт риска для потомства.

Родословную — *генеалогическое древо* — начинают строить от определённой персоны — *пробанда*. Родословная включает *предков* — известных близких и дальних родственников как по нисходящей линии (дети: *сибсы* — полные братья и сёстры, происходящие от одних и тех же родителей, *полусибсы* — полубратья и полусёстры, происходящие от одних отцов и разных матерей или от одних матерей и разных отцов; внуки, правнуки и т. д.), так и по восходящей (родители, деды, прадеды и т. д.). Для графического изображения генеалогического древа используют общепринятые обозначения (рис. 1, с. 43).

При оформлении задач необходимо уметь пользоваться символами, которые приняты в традиционной генетике.

Символ	Характеристика
♀	женский организм
♂	мужской организм
×	знак скрещивания
P	родительские организмы
F ₁ , F ₂	потомки, гибриды первого и второго поколений
A, B, C, D...	гены, которые кодируют доминантные признаки
a, b, c, d...	гены (парные, аллельные), которые кодируют рецессивные признаки
AA, BB, CC, DD...	генотипы моногомозиготных особей по доминантному признаку
aa, bb, cc, dd...	генотипы моногомозиготных особей по рецессивному признаку
Aa, Bb, Cc, Dd...	генотипы моногетерозиготных особей
AABB, AABbCC	генотипы ди- и тригомозиготных особей
AaBb, AaBbCc	генотипы ди- и тригетерозиготных особей
$\frac{A}{a} \frac{B}{b}$	генотипы дигетерозигот в хромосомном виде при независимом наследовании признаков

Символ	Характеристика
$\frac{CD}{cd}$	генотипы дигетерозигот в хромосомном виде при сцепленном наследовании признаков
A; B; C; D... AB; Ab; ABc... или 	гаметы

При решении задач на взаимодействие аллельных генов необходимо:

1. Определить доминантный и рецессивный признак(-и) по условию задачи, рисунку, схеме или по результатам скрещивания F_1 и F_2 .
2. Ввести буквенные обозначения доминантного и рецессивного признаков, если они не даны в условии задачи.
3. Записать фенотипы и генотипы родительских форм.
4. Записать фенотипы и генотипы потомков.
5. Составить схему скрещивания, обязательно указать гаметы, которые образуют родительские формы.
6. Записать ответ.

При решении задач на взаимодействие неаллельных генов необходимо:

1. Сделать краткую запись задачи.
2. Если признак не один, вести анализ каждого признака отдельно, сделав по каждому признаку соответствующую запись.
3. Применить формулы моногибридного скрещивания, если ни одна из них не подходит, то...
4. Сложить все числовые показатели в потомстве, разделить сумму на 16, найти одну часть и выразить все числовые показатели в частях.
5. Исходя из того, что расщепление в F_2 дигибридного скрещивания идёт по формуле $9A_B_ : 3A_bb : 3aaB_ : 1aabb$, найти генотипы F_2 .
6. По F_2 найти генотипы F_1 .
7. По F_1 найти генотипы родителей.

Решение генетических задач позволяет понять сущность процессов наследования различных признаков. Генетические задачи имеют единый принцип решения. Большинство ошибок, которые учащиеся допускают при решении задач, связано с невыполнением простых правил.

1. Запись условия генетической задачи. Условие задачи необходимо записать в виде символов. Вначале записывают, что дано (признаки родительских форм) и что требуется определить (признаки потомков):

- Родительские организмы обозначают латинской буквой Р (regenta), на первом месте принято ставить женский пол — ♀ (зеркало Венеры), на втором — мужской ♂ (щит и копье Марса).
- Потомство от скрещивания (гибриды) обозначают буквой F (filie), цифрой в индексе обозначают порядок поколения, например: $F_1, F_2, F_3, \dots, F_n$.
- Доминантный признак обозначают произвольно (если не даётся определённое обозначение признака в условии задачи) любой заглавной буквой латинского алфавита, а рецессивный признак (аллельный) — той же — строчной буквой, например: А — а, В — в, С — с, D — d, L — l и т. д.

2. Определение типа задачи. Необходимо выяснить, сколько пар генов кодирует эти признаки, число фенотипических классов в по-

томстве и их количественное соотношение. Кроме этого, следует учитывать, связано ли наследование признака(-ов) с половыми хромосомами, сцепленное оно или независимое, а также какие гены взаимодействуют при наследовании — аллельные или неаллельные.

3. Решение задачи. Решать генетическую задачу необходимо в определённой последовательности. Сначала составляют цитологическую схему скрещивания родительских форм (указывают фенотипы), их гаметы, а затем решётку Пеннета для расчёта возможных типов зигот (потомков) и их фенотипы.

При записи гамет учащиеся 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 каждой аллели;
- 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.

В решётке Пеннета по горизонтали располагают женские гаметы, а по вертикали — мужские. В ячейки решётки вписывают образующиеся сочетания гамет — зиготы. Затем записывают фенотипы потомства.

4. Объяснение решения задачи. Необходимо указать, по каким законам и принципам происходит наследование признаков.

5. Ответ. В ответе необходимо ответить на все вопросы, поставленные в задаче.

Пример оформления генетической задачи (задание С6 по спецификации)

Задача. Существуют два вида наследственной слепоты, каждый из которых определяется своим рецессивным геном (а или b). Оба аллеля находятся в различных парах хромосом и не взаимодействуют друг с другом. Определите генотипы родителей, страдающих различными видами слепоты (дигомозиготных), возможные генотипы и фенотипы потомства, вероятность рождения слепых детей от такого брака. Составьте схему решения задачи. Объясните полученные результаты.

1. *Условие задачи:*

Признак, фенотип	Ген, генотип
Нормальное зрение	A
Слепота	a
Нормальное зрение	B
Слепота	b
P: страдают различными видами слепоты	♀ — ? ♂ — ?
F ₁ : ?	?
Вероятность рождения слепых детей	?

2. *Решение задачи:*

Пример записи решения задачи

в буквенной форме			в хромосомной форме		
P	♀ слепая	× ♂ слепой	P	♀ слепая	× ♂ слепой
	AAbb	aaBB		<u>A</u> <u>b</u>	<u>a</u> <u>B</u>
G	Ab	aB	G	Ab	aB
F ₁	100%	AaBb	F ₁	100%	AaBb
нормальное зрение			нормальное зрение		

3. *Объяснение решения задачи:* так как родители по условию задачи страдают слепотой, обусловленной различными видами рецессивных генов, которые не взаимодействуют между собой, их генотипы можно представить таким образом:

♀ (мать) — AAbb, ♂ (отец) — aaBB.

От такого брака могут родиться только дети с нормальным зрением (генотип детей — AaBb). Рождение слепых детей в таком браке невозможно.

4. *Ответ:*

- 1) генотипы родителей, страдающих разными видами слепоты: ♀ (мать) — AAbb (гаметы Ab), ♂ (отец) — aaBB (гаметы aB);
- 2) фенотипы и генотипы потомков — все имеют нормальное зрение, AaBb;
- 3) вероятность рождения в этой семье слепых детей — 0%, так как рецессивные гены двух видов слепоты перешли в гетерозиготное состояние и не проявляются в фенотипе детей.

1. Часть А — базовый уровень
(задание А7 по спецификации)
(выберите один правильный ответ из четырёх предложенных)

Основные генетические понятия

Генетика, её задачи. Наследственность и изменчивость — свойства организмов. Основные генетические понятия. Хромосомная теория наследственности. Генотип как целостная система. Развитие знаний о генотипе. Геном человека.

- 1** Особь с генотипом $aaBB$ образует гаметы
- 1) aaB 2) $aaBB$ 3) aBB 4) aB
- 2** Организм, имеющий генотип AA , называется
- 1) гомозигота по доминантному признаку
2) гомозигота по рецессивному признаку
3) гетерозигота
4) гемизигота
- 3** Организм, имеющий генотип Aa , называется
- 1) гомозигота по доминантному признаку
2) гомозигота по рецессивному признаку

- 3) гетерозигота
- 4) гемизигота

4 Организм, имеющий генотип aa , называется

- 1) гомозигота по доминантному признаку
- 2) гомозигота по рецессивному признаку
- 3) гетерозигота
- 4) гемизигота

5 Скрещивание, при котором родители различаются только по одной паре признаков, называется

- 1) моногибридным
- 2) дигибридным
- 3) тригибридным
- 4) полигибридным

6 Укажите количество аллельных генов в сперматозоиде человека.

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 23
- 4) 46

7 Особь, имеющая генотип AA , образует ... гаметы (укажите количество типов).

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 4
- 4) 8

8 Особь, имеющая генотип Aa , образует ... гаметы (укажите количество типов).

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 4
- 4) 8

9 Аллельными называются

- 1) разные взаимодействующие гены
- 2) сцепленные гены
- 3) различные состояния одного и того же гена, расположенные в одних и тех же локусах гомологичных хромосом
- 4) повторяющиеся гены

10 Скрещивание гетерозиготного организма с рецессивным гомозиготой называется

- | | |
|------------------|---------------|
| 1) моногибридным | 3) обратным |
| 2) анализирующим | 4) сцепленным |

11 Совокупность генов, содержащихся в гаплоидном наборе хромосом, — это

- | | |
|-------------|------------|
| 1) генотип | 3) геном |
| 2) генофонд | 4) фенотип |

12 Количество гамет у особи с генотипом AaBb —

- | | | | |
|------|------|------|------|
| 1) 1 | 2) 2 | 3) 3 | 4) 4 |
|------|------|------|------|

13 Диплоидный набор хромосом соматической клетки организма — это

- | | |
|-------------|-------------|
| 1) генотип | 3) геном |
| 2) генофонд | 4) кариотип |

14 Количество типов гамет у тригетерозиготной особи —

- | | | | |
|------|------|------|-------|
| 1) 2 | 2) 4 | 3) 8 | 4) 16 |
|------|------|------|-------|

15 Совокупность всех генов организма — это

- | | |
|-------------|-------------|
| 1) генотип | 3) фенотип |
| 2) генофонд | 4) кариотип |

16 Совокупность внешних и внутренних признаков организма — это

- | | |
|-------------|-------------|
| 1) генотип | 3) фенотип |
| 2) генофонд | 4) кариотип |

17 Количество возможных генотипов при следующем скрещивании — Aa × Aa —

- | | | | |
|------|------|------|------|
| 1) 1 | 2) 2 | 3) 3 | 4) 4 |
|------|------|------|------|

18 Особь с генотипом Aa образует гаметы

- | | | | |
|------|------|-------|---------|
| 1) A | 2) a | 3) Aa | 4) A, a |
|------|------|-------|---------|

19 Гомозигота по доминантному признаку образует гаметы

- 1) A 2) a 3) b 4) Ab

20 Дигетерозигота не образует гамету

- 1) AB 2) ab 3) Ab 4) A

21 Расщепление по генотипу при анализирующем скрещивании

- 1) 1 : 1 3) 3 : 1
2) 1 : 2 4) 1 : 2 : 1

22 Явление преобладания признаков при скрещивании — это

- 1) доминирование
2) кодоминирование
3) сверхдоминирование
4) неполное доминирование

23 Особи, не дающие расщепление по данной паре признаков

- 1) гомозигота 3) гемизигота
2) гетерозигота 4) зигота

24 Скрещивание по двум парам признаков называется

- 1) моногибридным 3) гибридным
2) дигибридным 4) полигибридным

25 У особи с генотипом $\bar{A}a$ будет проявляться в фенотипе признак

- 1) доминантный
2) промежуточный
3) рецессивный
4) доминантный и рецессивный

26 У человека доминантным признаком не является

- 1) карий цвет глаз
2) нормальный слух

- 3) голубой или серый цвет глаз
- 4) резус-положительный фактор крови

27 Метод, который не используют в генетике человека, называется

- 1) гибридологическим
- 2) близнецовым
- 3) биохимическим
- 4) генеалогическим

28 Основной метод, который используют в медицинской генетике для изучения наследования какого-либо признака в ряду поколений, называется

- 1) гибридологическим
- 2) близнецовым
- 3) биохимическим
- 4) генеалогическим

29 Анализирующее скрещивание проводят для того, чтобы

- 1) определить доминантный признак
- 2) определить рецессивный признак
- 3) вывести чистую линию
- 4) определить гетерозиготность исследуемого организма по данному признаку

30 Наука, изучающая закономерности наследственности и изменчивости организмов, называется

- 1) экология
- 2) биотехнология
- 3) генетика
- 4) селекция

31 Свойство организмов, противоположное наследственности, но неразрывно с ней связанное, — это

- 1) раздражимость
- 2) рост
- 3) развитие
- 4) изменчивость

32 У гибридов преобладающий признак называют

- 1) мутацией
- 2) промежуточным
- 3) доминантным
- 4) рецессивным

33 В гибридном поколении **не** проявляется признак, который называют

- | | |
|------------------|----------------|
| 1) мутацией | 3) доминантным |
| 2) промежуточным | 4) рецессивным |

34 Промежуточный характер наследования признака проявляется при

- 1) полном доминировании
- 2) неполном доминировании
- 3) сцепленном наследовании
- 4) кодоминировании

35 У особи с генотипом Aabb образуются гаметы

- | | |
|-----------|-----------|
| 1) Ab, ab | 3) Aa, Bb |
| 2) Ab, bb | 4) AA, bb |

36 Значение генетики для медицины заключается в том, что она

- 1) ведёт борьбу с эпидемиями
- 2) защищает окружающую среду от загрязнений мутагенами
- 3) создаёт лекарства для лечения больных с наследственными заболеваниями
- 4) устанавливает причины наследственных заболеваний

37 Парные гены, расположенные в гомологичных хромосомах и контролирующие развитие одного и того же признака, называются

- | | |
|-----------------|-----------------|
| 1) сцепленными | 3) рецессивными |
| 2) доминантными | 4) аллельными |

38 Под влиянием условий окружающей среды и генотипа формируется

- | | |
|---------------------|------------|
| 1) генетический код | 3) генотип |
| 2) геном | 4) фенотип |

39 Генотип — это

- 1) генетический код

- 2) совокупность всех внешних и внутренних признаков организма
- 3) совокупность всех генов одного организма
- 4) совокупность всех хромосом организма

40 Метод, с помощью которого изучают микроскопическую структуру и число хромосом в клетке, называется

- | | |
|----------------------|---------------------|
| 1) гибридологическим | 3) онтогенетическим |
| 2) биохимическим | 4) цитогенетическим |

2. Часть А – базовый уровень

(задание А8 по спецификации)

(выберите один правильный ответ из четырёх предложенных)

Закономерности наследственности. Генетика человека

Закономерности наследственности, их цитологические основы. Моно- и дигибридное скрещивание. Закономерности наследования, установленные Г. Менделем. Сцепленное наследование признаков, нарушение сцепления генов. Закон Т. Моргана. Генетика пола. Наследование признаков, сцепленных с полом. Взаимодействие генов. Решение генетических задач. Составление схем скрещивания.

1 Согласно второму закону Менделя расщепление по генотипу происходит в соотношении

- | | |
|--------------|------------------|
| 1) 1 : 1 | 3) 3 : 1 |
| 2) 1 : 2 : 1 | 4) 9 : 3 : 3 : 1 |

2 Согласно второму закону Менделя расщепление по фенотипу происходит в соотношении

- | | |
|--------------|------------------|
| 1) 1 : 1 | 3) 3 : 1 |
| 2) 1 : 2 : 1 | 4) 9 : 3 : 3 : 1 |

3 Согласно закону независимого наследования признаков расщепление по фенотипу происходит в соотношении

- | | |
|--------------|------------------|
| 1) 1 : 1 | 3) 3 : 1 |
| 2) 1 : 2 : 1 | 4) 9 : 3 : 3 : 1 |

4 Определите генотипы родительских растений гороха, если при их скрещивании образовалось 50% растений с жёлтыми и 50% — с зелёными семенами (рецессивный признак).

- | | |
|------------|------------|
| 1) AA × aa | 3) AA × Aa |
| 2) Aa × Aa | 4) Aa × aa |

5 Расщепление по фенотипу при моногибридном скрещивании гомозигот происходит в соотношении

- | | |
|----------|---------------------------|
| 1) 1 : 1 | 3) 1 : 2 : 1 |
| 2) 3 : 1 | 4) нет правильного ответа |

6 Определите генотипы родительских растений гороха, если при их скрещивании образовалось 75% растений с жёлтыми и 25% — с зелёными семенами (рецессивный признак).

- | | |
|------------|------------|
| 1) AA × aa | 3) AA × Aa |
| 2) Aa × Aa | 4) Aa × aa |

7 При скрещивании особей, имеющих генотип Aa, между собой в потомстве происходит расщепление по генотипу в соотношении

- | | |
|----------|------------------|
| 1) 1 : 1 | 3) 9 : 3 : 3 : 1 |
| 2) 3 : 1 | 4) 1 : 2 : 1 |

8 Закон независимого наследования признаков — это

- 1) первый закон Менделя
- 2) второй закон Менделя
- 3) закон Т. Моргана
- 4) третий закон Менделя

9 Сцепление генов, локализованных в одной хромосоме, нарушается в процессе

- | | |
|---------------|------------------|
| 1) репарации | 3) митоза |
| 2) репликации | 4) кроссинговера |

10 Нормальный рост (А) у овса доминирует над гигантизмом (а), а раннеспелость (В) — над позднеспелостью (b). Выберите генотип дигетерозиготного растения.

- | | |
|---------|---------|
| 1) ААВВ | 3) ААВb |
| 2) АаВВ | 4) АаВb |

11 Катаракта (а) и глухонмота (b) у человека передаются как аутосомно-рецессивные, не сцепленные с полом признаки. Выберите генотип человека, страдающего глухонмотой.

- | | |
|---------|---------|
| 1) aaBB | 3) AaBb |
| 2) AAbb | 4) aaBb |

12 Хромосомный тип определения пола у рептилий и бабочек:

- 1) XX — женский организм, XY — мужской организм
- 2) XY — женский организм, XX — мужской организм
- 3) X0 — женский организм, XX — мужской организм
- 4) XX — женский организм, X0 — мужской организм

13 Хромосомный тип определения пола у человека и дрозофилы:

- 1) XX — женский организм, XY — мужской организм
- 2) XY — женский организм, XX — мужской организм
- 3) X0 — женский организм, XX — мужской организм
- 4) XX — женский организм, X0 — мужской организм

14 Хромосомный тип определения пола у пчёл, муравьёв, наездников:

- 1) XX — женский организм, XY — мужской организм
- 2) XY — женский организм, XX — мужской организм
- 3) 2n — женский организм, n — мужской организм
- 4) XX — женский организм, X0 — мужской организм

15 Подавление одним доминантным геном активности другого неаллельного доминантного гена называется

- 1) полимерией
- 2) плейотропией
- 3) эпистазом
- 4) кооперацией

16 Определите генотипы родительских растений гороха с жёлтыми гладкими и зелёными морщинистыми семенами, если при скрещивании образовалось 100% растений с жёлтыми гладкими семенами.

- 1) $AaBb \times aabb$
- 2) $AABB \times aabb$
- 3) $AaBb \times AaBb$
- 4) $AAbb \times aabb$

17 При скрещивании дигетерозиготных растений томата с рецессивными по обоим признакам особями появится потомство с генотипами $AaBb$, $aaBb$, $Aabb$, $aabb$ в соотношении

- 1) 3 : 1
- 2) 9 : 3 : 3 : 1
- 3) 1 : 1 : 1 : 1
- 4) 1 : 2 : 1

18 Определите генотипы родителей, если они имеют нормальный слух (доминантный признак), а у них родился глухой ребёнок.

- 1) $AA \times aa$
- 2) $Aa \times aa$
- 3) $Aa \times Aa$
- 4) $AA \times BB$

19 Определите генотипы родительских форм кур, если при скрещивании кур с оперёнными и голыми ногами в F_1 у всех цыплят были оперённые ноги.

- 1) $Aa \times aa$
- 2) $AA \times BB$
- 3) $AA \times Aa$
- 4) $Aa \times Aa$

20 Дальтонизм у человека наследуется как

- 1) аутосомный, доминантный признак
- 2) рецессивный, сцепленный с X-хромосомой признак
- 3) аутосомный, рецессивный признак
- 4) доминантный, сцепленный с X-хромосомой признак

21 Определите генотипы родительских растений душистого горошка, если при скрещивании растений с белыми цветками образовалось 100% растений с пурпурными цветками.

- | | |
|----------------|----------------|
| 1) AABV × aabb | 3) AAbb × aaBV |
| 2) AaBb × AaBb | 4) aaBV × aabb |

22 Определите генотипы родительских растений гороха с жёлтыми гладкими и зелёными морщинистыми семенами, если при их скрещивании образовалось 25% растений с жёлтыми гладкими семенами, 25% растений с жёлтыми морщинистыми, 25% — с зелёными гладкими, 25% — с зелёными морщинистыми семенами.

- | | |
|----------------|----------------|
| 1) AaBb × aabb | 3) AAbb × aaBV |
| 2) AaBb × AaBb | 4) aaBV × aabb |

23 Гомогаметными по полу у птиц и рептилий являются

- | | |
|------------------|---------------------------|
| 1) самки | 3) самцы |
| 2) самцы и самки | 4) нет правильного ответа |

24 При неполном доминировании в F₂ наблюдается расщепление признаков по фенотипу в соотношении

- | | |
|--------------|------------------|
| 1) 1 : 2 : 1 | 3) 9 : 3 : 3 : 1 |
| 2) 3 : 1 | 4) 1 : 1 |

25 Мужской пол у человека определяет

- | | |
|--------------------|----------------------|
| 1) X-хромосома | 3) X или Y хромосома |
| 2) X и Y хромосомы | 4) Y-хромосома |

26 Определите генотипы родительских растений ночной красавицы, если при скрещивании растений с красными и белыми цветками образовалось 100% растений с розовыми цветками.

- | | |
|------------------------------|------------|
| 1) $\overline{AA} \times aa$ | 3) AA × BV |
| 2) AA × aa | 4) AA × bb |

27 Т. Морган сформулировал закон

- 1) сцепленного наследования
- 2) доминирования
- 3) расщепления
- 4) независимого наследования признаков

28 При моногибридном скрещивании во втором поколении у гибридов наблюдается расщепление по генотипу в соотношении

- | | |
|--------------|------------------|
| 1) 1 : 2 : 1 | 3) 9 : 3 : 3 : 1 |
| 2) 3 : 1 | 4) 1 : 1 |

29 При моногибридном скрещивании во втором поколении у гибридов наблюдается расщепление по фенотипу в соотношении

- | | |
|--------------|------------------|
| 1) 1 : 2 : 1 | 3) 9 : 3 : 3 : 1 |
| 2) 3 : 1 | 4) 1 : 1 |

30 При неполном доминировании во втором поколении гибридов по фенотипу наблюдается расщепление признаков в соотношении

- | | |
|--------------|------------------|
| 1) 1 : 2 : 1 | 3) 9 : 3 : 3 : 1 |
| 2) 3 : 1 | 4) 1 : 1 |

31 Человек с I группой крови и положительным резус-фактором имеет генотип

- | | |
|----------------------|-----------------------|
| 1) $I^0I^0 Rh^+Rh^+$ | 3) $I^A I^0 Rh^+Rh^+$ |
| 2) $I^0I^0 rh^-rh^-$ | 4) $I^A I^0 rh^-rh^-$ |

32 При дигибридном скрещивании двух дигетерозиготных особей в F_2 у гибридов происходит расщепление по фенотипу в соотношении

- | | |
|--------------|------------------|
| 1) 3 : 1 | 3) 1 : 1 |
| 2) 1 : 2 : 1 | 4) 9 : 3 : 3 : 1 |

33 Расщепление признаков по фенотипу в соотношении 3 : 1 иллюстрирует

- 1) правило Менделя
- 2) закон расщепления
- 3) сцепленное наследование признаков
- 4) закон независимого наследования признаков

34 Определите генотип потомства (F_1) при скрещивании растений кукурузы $AAbb \times aaBB$.

- 1) $aaBB$
- 2) $AAbb$
- 3) $Aabb$
- 4) $AaBb$

35 Определите фенотип кролика с генотипом $AaBb$, если чёрная окраска шерсти (A) доминирует над белой, а мохнатая шерсть (B) — над гладкой.

- 1) чёрная и мохнатая шерсть
- 2) белая и гладкая шерсть
- 3) чёрная и гладкая шерсть
- 4) белая и мохнатая шерсть

36 Определите генотип потомства (F_1) от скрещивания двух гомозиготных растений тыквы с белыми овальными плодами и жёлтыми круглыми плодами (белый цвет плодов (A) доминирует над жёлтым, а круглая форма плодов (B) — над овальными).

- 1) $AABb$
- 2) $AaBb$
- 3) $aaBB$
- 4) $AAbb$

37 При дигибридном анализирующем скрещивании генотипы родителей соответствуют

- 1) $AABB \times BbBb$
- 2) $AaBb \times aabb$
- 3) $AABB \times AAbb$
- 4) $Aa \times Bb$

38 Моногибридное гетерозиготное скрещивание записывается так:

- 1) $Aa \times bb$
- 2) $Aa \times aa$
- 3) $AA \times bb$
- 4) $Aa \times Aa$

39 Процесс, нарушающий сцепление генов, — это

- 1) редупликация ДНК
- 2) оплодотворение
- 3) митоз
- 4) кроссинговер

40 Гемофилия, дальтонизм и отсутствие потовых желез у человека наследуются

- 1) сцепленно с X-хромосомой
- 2) сцепленно с Y-хромосомой
- 3) независимо от пола
- 4) частично сцепленно с полом

3. Часть А — повышенный уровень
(задание А30 по спецификации)
(выберите один правильный ответ из четырёх предложенных)

Организм как биологическая система. Генетические закономерности.

1 Число групп сцепления равно

- 1) частоте перекрёста
- 2) количеству аллельных генов
- 3) гаплоидному числу хромосом
- 4) диплоидному числу хромосом

2 Расстояние между генами в хромосоме свидетельствует о

- 1) количестве неаллельных генов
- 2) количестве аллельных генов
- 3) частоте кроссинговера
- 4) характере расщепления признаков у потомков

3 У арбузов круглая форма плода доминирует над удлинённой, а зелёная окраска — над полосатой, признаки наследуются независимо. Скрестили сорт с круглыми полосатыми

плодами (гомозигота) и сорт с удлинёнными зелёными плодами (гомозигота) и получили 28 гибридов F_1 . Укажите количество генотипических классов, которые получают при самоопылении гибридов F_1 .

- 1) 9 2) 16 3) 4 4) 12

4 Расщепление по фенотипу у гибридов в F_2 в соотношении 9 : 3 : 4 происходит при

- 1) кооперации
2) доминантном эпистазе
3) рецессивном эпистазе
4) кумулятивной полимерии

5 При доминантном эпистазе в F_2 расщепление по фенотипу происходит в соотношении

- 1) 3 : 1 2) 9 : 3 : 4 3) 13 : 3 4) 9 : 7

6 При скрещивании двух тригетерозигот возможно ... комбинаций (укажите количество).

- 1) 64 2) 16 3) 4 4) 256

7 Человек с генотипом $I^A I^0 Rh^+ gh^-$ имеет фенотип

- 1) первая группа крови, отрицательный резус-фактор
2) вторая группа крови, положительный резус-фактор
3) первая группа крови, положительный резус-фактор
4) вторая группа крови, отрицательный резус-фактор

8 Признак, который наследуется у человека не сцепленно с полом, —

- 1) дальтонизм 3) альбинизм
2) гипертрихоз 4) гемофилия

9 В опытах Т. Моргана при скрещивании дрозофил с генотипами $AaBb$ и $aabb$ гибридные особи с признаками родительских форм (кроссинговер происходит) составили по

- 1) 50% 2) 8,5% 3) 41,5% 4) 25%

10 Дигетерозигота $AaBb$ образует гаметы при условии, что гены полностью сцеплены. Укажите их количество.

- 1) 2 2) 8 3) 16 4) 4

11 При некумулятивной полимерии расщепление по фенотипу во втором поколении гибридов происходит в соотношении

- 1) 9 : 3 : 3 : 1 3) 1 : 4 : 6 : 4 : 1
2) 3 : 1 4) 15 : 1

12 Наследование цвета кожи у человека происходит по типу

- 1) плейотропии 3) кооперации
2) кодоминирования 4) полимерии

13 Укажите генотип организма с гомогаметным полом.

- 1) aaX^BX^b 3) AaX^BY
2) $AaBb$ 4) aaX^BY

14 Способность образовывать самоукореняющиеся побеги («усы») характерна для многих растений, в том числе и земляники. Проявление этой способности зависит от совместного действия двух неаллельных доминантных генов — R и C . Укажите генотип растения, которое способно образовывать «усы».

- 1) $RRCC$ 3) $Rrcc$
2) $rrCC$ 4) $RRcc$

15 При дигибридном скрещивании дигетерозиготной особи с дигомозиготной рецессивной особью в их потомстве происходит расщепление признаков по генотипу в соотношении

- 1) 9 : 3 : 3 : 1 3) 1 : 1
2) 1 : 2 : 1 4) 1 : 1 : 1 : 1

16 Один доминантный ген дополняет действие другого доминантного гена, что приводит к появлению нового признака — это

- | | |
|---------------|----------------|
| 1) эпистаз | 3) полимерия |
| 2) кооперация | 4) плейотропия |

17 Укажите генотип женщины, которая передаст ген дальтонизма (d) своим сыновьям.

- | | | | |
|-------|--------------|--------------|-------|
| 1) dd | 2) $X^D X^D$ | 3) $X^D X^d$ | 4) Dd |
|-------|--------------|--------------|-------|

18 Гипертрихоз наследуется как

- 1) рецессивный, сцепленный с X-хромосомой признак
- 2) доминантный, сцепленный с X-хромосомой признак
- 3) рецессивный, сцепленный с Y-хромосомой признак
- 4) доминантный, сцепленный с Y-хромосомой признак

19 Количественные признаки наследуются по принципу

- | | |
|--------------|--------------------|
| 1) эпистаза | 3) кооперации |
| 2) полимерии | 4) кодоминирования |

20 У человека синдром Марфана («паучьи пальцы») наследуется по принципу

- | | |
|--------------|----------------|
| 1) эпистаза | 3) кооперации |
| 2) полимерии | 4) плейотропии |

21 Группы крови у человека наследуются по принципу

- | | |
|--------------------------|--------------------|
| 1) полного доминирования | 3) кодоминирования |
| 2) сверхдоминирования | 4) кооперации |

22 При доминантном эпистазе скрещивание дигетерозигот даёт расщепление по фенотипу в соотношении

- | | |
|------------------|----------------------|
| 1) 13 : 3 | 3) 15 : 1 |
| 2) 9 : 3 : 3 : 1 | 4) 1 : 4 : 6 : 4 : 1 |

23 Тетрагетерозигота даёт гаметы в количестве

- | | | | |
|------|------|------|-------|
| 1) 2 | 2) 4 | 3) 8 | 4) 16 |
|------|------|------|-------|

24 При скрещивании дигетерозиготных растений львиного зева с розовыми цветками получили потомство: 50% растений с розовыми цветками и 50% — с красными и белыми цветками. Это пример

- 1) полного доминирования
- 2) комплементарного действия генов
- 3) неполного доминирования
- 4) анализирующего скрещивания

25 При анализирующем дигибридном скрещивании наблюдается расщепление признаков по фенотипу в соотношении

- | | |
|------------------|------------------|
| 1) 1 : 1 | 3) 1 : 1 : 1 : 1 |
| 2) 9 : 3 : 3 : 1 | 4) 1 : 2 : 1 |

26 При скрещивании кур с розовидным и гороховидным гребнем в потомстве появляются птицы с ореховидным гребнем, так как наследование признаков происходит по принципу

- 1) комплементарного действия генов
- 2) кооперации
- 3) полимерии
- 4) плейотропии

27 При доминантном эпистазе скрещивание дигетерозигот даёт расщепление по фенотипу в соотношении

- | | |
|------------------|--------------|
| 1) 9 : 3 : 3 : 1 | 3) 9 : 3 : 4 |
| 2) 12 : 3 : 1 | 4) 15 : 1 |

28 При скрещивании тутовых шелкопрядов, гусеницы которых образуют жёлтые коконы, в F_2 появились гусеницы, дающие жёлтые и белые коконы в соотношении 9 (жёлтых) : 7 (белых). Это пример

- 1) комплементарного действия генов
- 2) кооперации
- 3) полимерии
- 4) сверхдоминирования

29 От брака двух средних мулатов родились дети с чёрным и белым цветом кожи, так как этот признак наследуется по принципу

- 1) комплементарного действия генов
- 2) кооперации
- 3) полимерии
- 4) сверхдоминирования

30 По принципу полимерии наследуется

- 1) резус-фактор крови человека
- 2) группа крови у человека
- 3) гипертрихоз (волосатые уши)
- 4) интенсивность окраски зёрен у пшеницы

31 Укажите вероятные генотипы детей от брака нормальной женщины и шестипалого гетерозиготного мужчины, если ген полидактилии (шестипалости) доминирует (N).

- 1) 25% Nn : 50% nn : 25% NN
- 2) 50% Nn : 50% nn
- 3) 100% Nn
- 4) 50% Nn : 50% NN

32 Дигетерозигота при полном сцеплении генов A + B не образует гаметы

- 1) AB, ab 2) Ab, aB 3) AB 4) ab

33 Мужчина и женщина имеют вьющиеся (A) тёмные (B) волосы. У них родился сын с вьющимися светлыми волосами. Укажите возможные генотипы родителей.

- 1) ♀ AAbb, ♂ aabb 3) ♀ aaBB, ♂ AaBb
- 2) ♀ AaBb, ♂ AaBb 4) ♀ aabb, ♂ AAbb

34 Родители имеют III и IV группы крови, а их дочь — II. Укажите генотипы родителей.

1) ♀ I^BI^B, ♂ I^AI^B

3) ♀ I^BI⁰, ♂ I^AI^B

2) ♀ I^BI^B, ♂ I^BI⁰

4) ♀ I^AI⁰, ♂ I^AI^B

35 У кошек ген чёрной (В) и рыжей (А) окраски сцеплены с полом и находятся в X-хромосоме. От черепаховой кошки и чёрного кота родись котята рыжей и черепаховой окраски. Укажите генотип и пол рыжего котёнка.

1) ♂ X^BY

3) ♂ X^AY

2) ♀ X^AX^B

4) ♀ X^AX^A

36 Гены А, В и С сцеплены. Частота кроссинговера между генами А и В — 9%, между генами В и С — 13%, между генами А и С — 22%. Укажите вероятный порядок расположения генов в хромосоме.

1) А — С — В

3) С — А — В

2) В — С — А

4) А — В — С

37 У собак 78 хромосом в соматических клетках. За наследование пола у собак отвечает

1) 36 пар хромосом

3) 1 пара хромосом

2) 18 пар хромосом

4) 2 пары хромосом

38 Гипертрихоз наследуется как рецессивный признак, сцепленный с Y-хромосомой. Отец страдает гипертрихозом. Вероятность рождения ребёнка с этой аномалией составляет

1) 25%

2) 100%

3) 75%

4) 50%

39 У человека лопухость (В) — доминантный признак, а рыжие (р) волосы — рецессивный. Отец — лопухий и рыжий, а все дети в семье имеют нормально прижатые уши и нерыжие волосы. Укажите возможный генотип их матери.

1) BBPP

2) bbpp

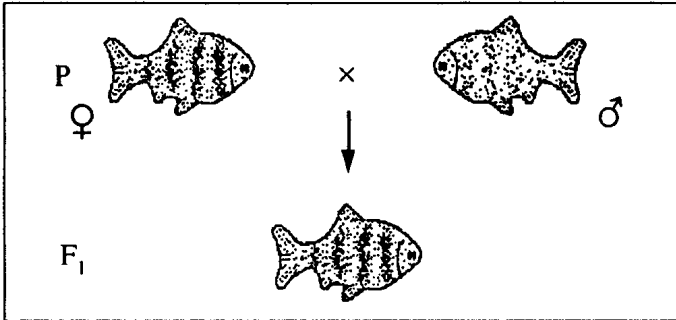
3) bbPP

4) Bbpp

40 Диплоидный набор хромосом у сазана составляет 104 хромосомы. Укажите число групп сцепления у сазана.

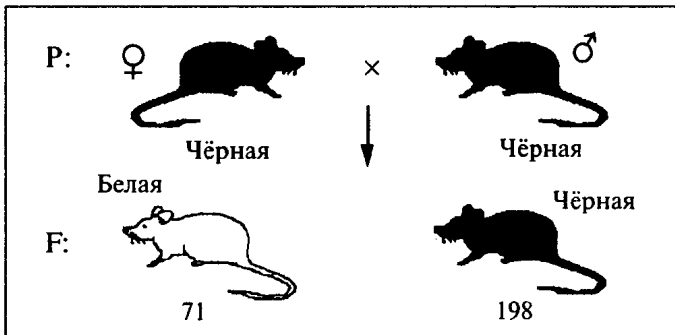
- 1) 104 2) 52 3) 26 4) 2

41 На схеме показаны результаты скрещивания барбусов с простой (♀) и золотистой (♂) окраской. Золотистая окраска у барбусов наследуется как



- 1) аутосомный рецессивный признак
- 2) аутосомный доминантный признак
- 3) рецессивный, сцепленный с полом признак
- 4) доминантный, сцепленный с полом признак

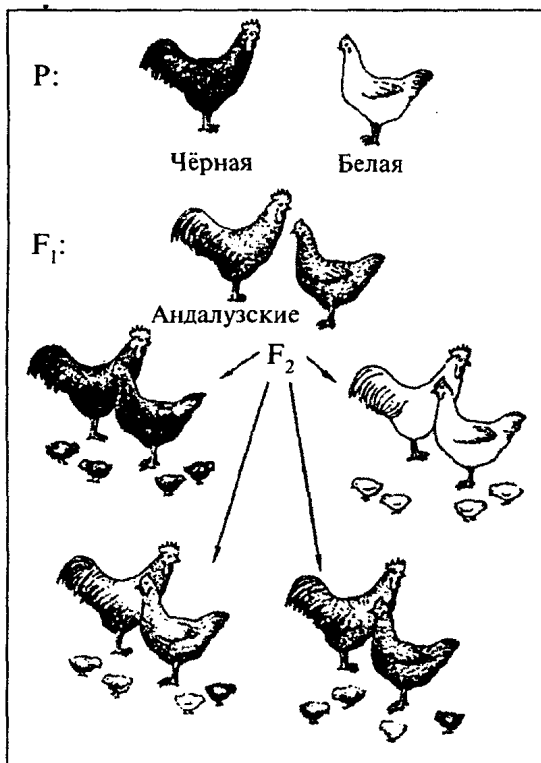
42 На схеме показаны результаты скрещивания крыс. Определите генотипы родительских форм.



- 1) родительские формы гетерозиготны по двум парам генов
- 2) родительские формы гетерозиготны по одной паре генов
- 3) родительские формы гомозиготны по двум парам генов
- 4) родительские формы гомозиготны по одной паре генов

43

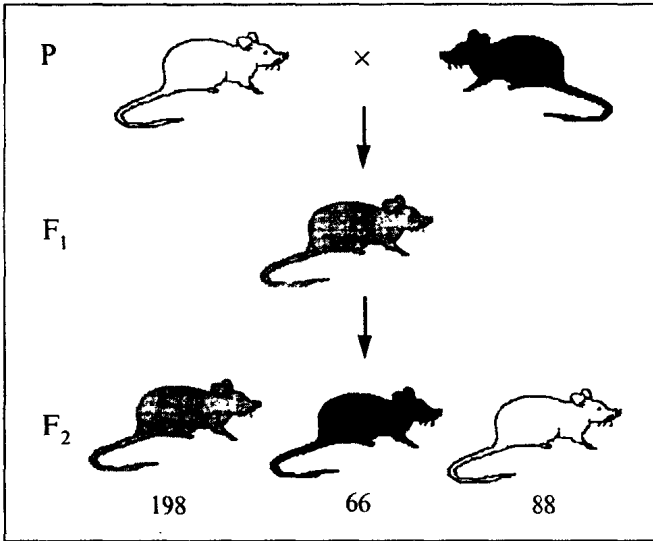
На схеме показаны результаты скрещивания кур с чёрной и белой окраской оперения, в F_1 все птицы имеют голубую окраску, в F_2 появляются птицы как с чёрной, белой, так и с голубой окраской оперения. Укажите характер наследования окраски оперения у кур.



- 1) полное доминирование
- 2) сверхдоминирование

- 3) неполное доминирование
- 4) кодоминирование

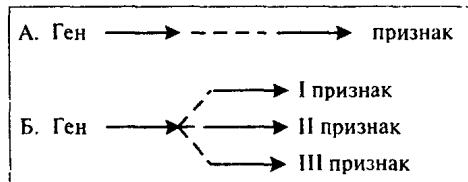
44 На схеме показаны результаты скрещивания мышей с чёрной и белой окраской шерсти, в F_1 все потомки имеют серую (агути) окраску, в F_2 появляются мыши как с чёрной, белой, так и с серой (агути) окраской шерсти. Укажите характер наследования окраски шерсти у мышей.



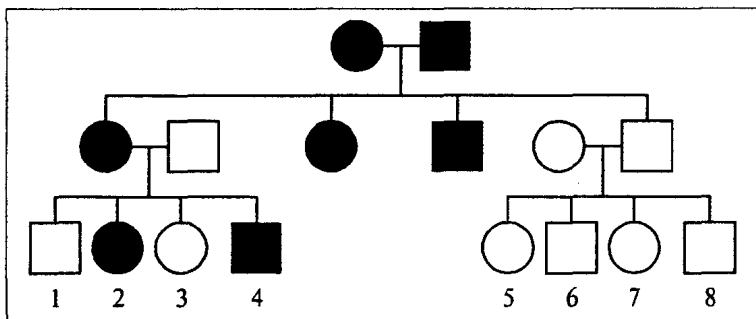
- 1) доминантный эпистаз
- 2) рецессивный эпистаз
- 3) полимерия
- 4) плейотропия

45 На схеме буквой Б обозначена схема действия гена при

- 1) доминантном эпистазе
- 2) рецессивном эпистазе
- 3) полимерии
- 4) плейотропии



46 Схема, изображённая на рисунке, используется при



- 1) цитогенетическом методе исследования
- 2) близнецовом методе исследования
- 3) составлении генетических карт
- 4) генеалогическом методе исследования

4. Часть В — повышенный уровень
(задание В1 по спецификации)
(выберите три верных ответа из шести предложенных)

Обведённые цифры запишите в бланк ответов в порядке возрастания (не более трёх цифр).

Обобщение и применение знаний о клеточно-организменном уровне организации жизни

1 В генетике человека используют

- 1) гибридологический метод
- 2) метод анализирующих скрещиваний
- 3) генеалогический метод
- 4) цитогенетический метод
- 5) методы геной инженерии
- 6) биохимический метод

2 Законы Г. Менделя:

- 1) сцепленного наследования
- 2) единообразия гибридов первого поколения
- 3) гомологических рядов
- 4) расщепления признаков
- 5) независимого наследования признаков
- 6) биогенетический закон

3 Гибридологический метод исследования

- 1) используют для определения биохимического состава тканей потомков
- 2) лежит в основе определения химического состава хромосом
- 3) используют генетики
- 4) использовал Г. Мендель
- 5) позволяет определить характер и тип наследования признаков
- 6) используют в практике медико-генетического консультирования

4 Г. Мендель —

- 1) чешский монах
- 2) американский генетик
- 3) основоположник генетики
- 4) ввёл в практику генетических исследований плодовую мушку-дрозофилу
- 5) автор гипотезы чистоты гамет
- 6) вывел закон сцепленного наследования признаков

5 Т. Морган —

- 1) чешский монах
- 2) американский генетик
- 3) основоположник генетики
- 4) ввёл в практику генетических исследований плодовую мушку-дрозофилу

- 5) автор гипотезы чистоты гамет
- 6) вывел закон сцепленного наследования признаков

6 I закон Г. Менделя — это

- 1) закон расщепления
- 2) закон единообразия гибридов первого поколения
- 3) $Aa \times Aa$
- 4) $AA \times aa$
- 5) расщепление по фенотипу в соотношении 1 : 0
- 6) расщепление по фенотипу в соотношении 3 : 1

7 II закон Г. Менделя — это

- 1) закон расщепления
- 2) закон единообразия гибридов первого поколения
- 3) $Aa \times Aa$
- 4) $AA \times aa$
- 5) расщепление по фенотипу в соотношении 1 : 0
- 6) расщепление по фенотипу в соотношении 3 : 1

8 III закон Г. Менделя — это

- 1) закон расщепления
- 2) закон независимого наследования признаков
- 3) $Aa \times Aa$
- 4) $AaBb \times AaBb$
- 5) дигибридное скрещивание
- 6) расщепление по фенотипу в соотношении 3 : 1

9 Закон Т. Моргана:

- 1) закон независимого наследования признаков
- 2) закон сцепленного наследования
- 3) в F_2 расщепление по фенотипу происходит в соотношении 9 : 3 : 3 : 1
- 4) потомки с фенотипическими признаками родителей в F_2 появляются чаще, чем с рекомбинированными

- 5) гены, находящиеся в одной хромосоме, наследуются преимущественно вместе
- 6) моногибридное скрещивание

10 У человека сцепленно с полом наследуются

- 1) дальтонизм
- 2) гемофилия
- 3) альбинизм
- 4) гипертрихоз
- 5) фенилкетонурия
- 6) галактоземия

11 У человека полностью доминируют

- 1) отрицательный резус-фактор крови
- 2) нормальный слух
- 3) карий цвет глаз
- 4) врождённая глухота
- 5) маленькие глаза
- 6) тёмные волосы

12 Не полностью доминируют следующие признаки:

- 1) красный цвет венчика у ночной красавицы
- 2) красный цвет глаз у дрозофилы
- 3) чёрная окраска шерсти у кошек
- 4) нормальный гемоглобин у человека
- 5) курчавые волосы у человека
- 6) нормальное развитие потовых желез у человека

13 По принципу полимерии наследуются

- 1) цвет кожи у человека
- 2) форма гребня у кур
- 3) окраска венчика у душистого горошка
- 4) форма зёрен у пшеницы
- 5) количество молока и его жирность у коров
- 6) яровость и озимость у зерновых культур

14 Генеалогический метод исследования

- 1) использовал Г. Мендель
- 2) используют в практике медико-генетического консультирования
- 3) используют для определения биохимического состава тканей потомков
- 4) позволяет определить характер и тип наследования признаков
- 5) лежит в основе определения химического состава хромосом
- 6) позволяет рассчитать риск рождения больного ребёнка

15 В F_2 при комплементарном взаимодействии неаллельных генов происходит расщепление по фенотипу в соотношении

- 1) 15 : 1
- 2) 1 : 4 : 6 : 4 : 1
- 3) 9 : 3 : 4
- 4) 9 : 6 : 1
- 5) 9 : 7
- 6) 13 : 3

16 В F_2 при эпистазе происходит расщепление по фенотипу в соотношении

- 1) 15 : 1
- 2) 12 : 3 : 1
- 3) 9 : 3 : 4
- 4) 9 : 6 : 1
- 5) 9 : 7
- 6) 13 : 3

17 По принципу комплементарного взаимодействия неаллельных генов наследуются

- 1) форма плодов у тыквы
- 2) окраска зёрен у ржи
- 3) цвет коконов у тутового шелкопряда
- 4) цвет кожи у человека

- 5) форма гребня у кур
- 6) окраска оперенья у кур

18 Множественный аллелизм — это

- 1) тип взаимодействия аллельных генов
- 2) зависимость нескольких признаков от одного гена
- 3) тип взаимодействия неаллельных генов
- 4) появление промежуточных аллелей, которые ведут себя по отношению к доминантному гену как рецессивные
- 5) подавление одним геном действия другого гена
- 6) появление промежуточных аллелей, которые ведут себя по отношению к рецессивному гену как доминантные

5. Часть В — повышенный уровень (задание В6 по спецификации)

**(установите соответствие между содержанием
первого и второго столбцов)**

Впишите в таблицу цифры выбранных ответов, а затем полученную последовательность цифр перенесите в бланк ответов без пробелов и других символов.

Сопоставление биологических объектов, процессов, явлений, проявляющихся на всех уровнях организации жизни

1 Установите соответствие между законами Г. Менделя и их характеристиками.

ХАРАКТЕРИСТИКА

- А) скрещивание гомозигот
- Б) скрещивание гетерозигот
- В) родительские формы — чистые линии
- Г) родительские формы взяты из F_1
- Д) в F_1 100% гетерозигот
- Е) расщепление по фенотипу 3 : 1

ЗАКОНЫ Г. МЕНДЕЛЯ

- 1) I закон Г. Менделя
- 2) II закон Г. Менделя

А	Б	В	Г	Д	Е

- 2 Установите соответствие между законами Г. Менделя и их характеристиками.

ХАРАКТЕРИСТИКА

- А) моногибридное скрещивание
- Б) дигибридное скрещивание
- В) закон расщепления
- Г) закон независимого распределения
- Д) расщепление по фенотипу 9 : 3 : 3 : 1
- Е) расщепление по фенотипу 3 : 1

ЗАКОНЫ Г. МЕНДЕЛЯ

- 1) II закон Г. Менделя
- 2) III закон Г. Менделя

А	Б	В	Г	Д	Е

- 3 Установите соответствие между законами Г. Менделя и Т. Моргана и их характеристиками.

ХАРАКТЕРИСТИКА

- А) закон сцепленного наследования
- Б) закон расщепления
- В) закон единообразия гибридов
- Г) использование плодовой мушки-дрозофилы
- Д) абсолютность закона нарушает процесс кроссинговера
- Е) использование растительных объектов

ЗАКОНЫ

- 1) Г. Менделя
- 2) Т. Моргана

А	Б	В	Г	Д	Е

- 4 Установите соответствие между типом взаимодействия генов и его характеристикой.

ХАРАКТЕРИСТИКА

- А) проявляется промежуточный признак

ТИП ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГЕНОВ

- 1) кодоминирование
- 2) кооперация

- Б) отсутствуют отношения доминантности и рецессивности, в фенотипе проявляются оба аллеля
- В) один доминантный ген дополняет действие другого доминантного гена, обуславливая развитие нового признака
- Г) так наследуются группы крови у человека
- Д) так наследуется форма гребня у кур
- Е) так наследуется окраска венчика у ночной красавицы

3) неполное доминирование

А	Б	В	Г	Д	Е

5 Установите соответствие между типом взаимодействия генов и его характеристикой.

ХАРАКТЕРИСТИКА

- А) проявляется преобладающий признак
- Б) за формирование признака отвечают несколько неаллельных доминантных генов
- В) один ген подавляет действие другого гена
- Г) при скрещивании растений гороха с жёлтыми и зелёными семенами в F_1 — все потомки жёлтые
- Д) так наследуется форма плодов у тыквы

ТИП ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГЕНОВ

- 1) полное доминирование
- 2) комплементарное действие
- 3) эпистаз

Е) так наследуется окраска (масть)
у лошадей

А	Б	В	Г	Д	Е

6 Установите соответствие между видом генотипа и его характеристикой.

ХАРАКТЕРИСТИКА

- А) образуется два типа гамет
- Б) наличие двух доминантных аллелей гена
- В) наличие доминантного и рецессивного аллеля гена
- Г) образуется один тип гамет
- Д) даёт расщепление признаков у потомков
- Е) зигота содержит два рецессивных аллеля гена

ВИД ГЕНОТИПА

- 1) гетерозиготный
- 2) гомозиготный

А	Б	В	Г	Д	Е

7 Установите соответствие между видом генотипа и его характеристикой.

ХАРАКТЕРИСТИКА

- А) образуется два типа половых гамет
- Б) определяет женский пол у бабочек
- В) определяет женский пол у дрозофилы
- Г) образуется один тип половых клеток
- Д) ♀ XX (класс Млекопитающие)
- Е) ♂ XY (класс Млекопитающие)

ВИД ГЕНОТИПА

- 1) гетерогаметный
- 2) гомогаметный

А	Б	В	Г	Д	Е

- 8 Установите соответствие между генетическим заболеванием и его характеристикой.

ХАРАКТЕРИСТИКА

- А) ген локализован в Y-хромосоме
- Б) женщины являются носительницами гена
- В) ген локализован в X-хромосоме
- Г) несвёртываемость крови
- Д) по краю ушной раковины вырастают волосы
- Е) голландрический признак

ЗАБОЛЕВАНИЕ

- 1) гемофилия
- 2) гипертрихоз

А	Б	В	Г	Д	Е

6. Часть В — повышенный уровень
(задание В7 по спецификации)
(установите правильную последовательность биологических процессов, явлений, практических действий)

Запишите в таблицу буквы выбранных ответов, а затем получившуюся последовательность букв перенесите в бланк ответов без пробелов и других символов.

- 1 Установите последовательность открытия законов и закономерностей генетики.

- А) закон сцепленного наследования
- Б) закон единообразия гибридов первого поколения
- В) закон независимого наследования признаков
- Г) закон расщепления
- Д) закон гомологических рядов
- Е) закон Харди — Вайнберга

--	--	--	--	--	--

2

Установите правильную последовательность этапов проведения дигибридного скрещивания.

- А) получение чистых линий
- Б) перекрёстное опыление растений
- В) статистический анализ гибридов второго поколения
- Г) самоопыление гибридов F_1
- Д) получение гибридов F_2
- Е) получение единообразных гибридов F_1

--	--	--	--	--	--

3

Установите правильную последовательность этапов проведения моногибридного скрещивания.

- А) математическая обработка данных
- Б) отбор чистых линий растений, дающих жёлтые и зелёные семена
- В) скрещивание растений гороха первого поколения с жёлтыми семенами
- Г) скрещивание разных сортов
- Д) выведение чистых линий растений гороха с разной окраской семян
- Е) формулирование правил наследования признаков

--	--	--	--	--	--

4

Установите правильную последовательность действий при решении задачи на взаимодействие аллельных генов.

- А) записать ответ
- Б) определить доминантный и рецессивный признаки по условию задачи, рисунку, схеме или по результатам скрещивания F_1 и F_2
- В) записать фенотипы и генотипы родительских форм
- Г) ввести буквенные обозначения доминантного и рецессивного признаков, если они не даны в условии задачи

- Д) составить схему скрещивания, обязательно указать гаметы, которые образуют родительские формы
- Е) записать фенотипы и генотипы потомков

--	--	--	--	--	--

5 Установите правильную последовательность действий при решении задачи на взаимодействие неаллельных генов.

- А) применить формулы моногибридного скрещивания, если ни одна из них не подходит, то ...
- Б) по F_1 найти генотипы родителей
- В) сделать краткую запись условия задачи
- Г) исходя из того, что расщепление в F_2 дигибридного скрещивания идёт по формуле $9 A_B_ : 3 A_bb : 3 aaB_ : 1 aabb$, найти генотипы F_2
- Д) если признак не один, вести анализ каждого признака отдельно, сделав по каждому признаку соответствующую запись
- Е) сложить все числовые показатели в потомстве, разделить сумму на 16, найти одну часть и выразить все числовые показатели в частях
- Ж) по F_2 найти генотипы F_1

--	--	--	--	--	--	--	--

6 Установите правильную последовательность этапов проведения дигибридного скрещивания при независимом наследовании признаков.

- А) математическая обработка данных
- Б) отбор чистых линий растений, дающих жёлтые гладкие и зелёные морщинистые семена
- В) скрещивание растений гороха первого поколения, дающих жёлтые гладкие семена
- Г) скрещивание разных сортов
- Д) выведение чистых линий растений гороха с разной окраской и формой семян

- Е) формулирование правил наследования признаков при дигибридном скрещивании

--	--	--	--	--	--

7. Часть С — повышенный уровень
(задание С1 по спецификации)
(применение биологических знаний
в практических ситуациях)

Запишите сначала номер задания (С1), затем ответ к нему. На задание С1 дайте краткий свободный ответ.

- 1 Для чего применяют анализирующее скрещивание?
- 2 В каких структурах клетки находятся гены, отвечающие за признаки, сцепленные с полом?
- 3 Сцепление генов иногда может нарушаться. Объясните, за счёт каких процессов это может происходить.

8. Часть С — повышенный уровень
(задание С2 по спецификации)
(умение работать с текстом или рисунком)

Запишите сначала номер задания (С2), затем ответ к нему. Найдите ошибки в приведённом тексте. Укажите номера предложений, в которых они сделаны, объясните их.

Применение знаний в изменённой ситуации

- 1 1. Гены находятся в хромосомах; каждая хромосома представляет собой группу сцепления; число групп сцепления у каждого вида одинаково. 2. Гены относительно стабильны, располагаются хаотично в хромосомах. 3. Гены могут мутировать. 4. Между гомологичными хромосомами может про-

исходить кроссинговер. 5. Расстояние между генами в хромосоме обратно пропорционально проценту кроссинговера между ними.

9. Часть С — повышенный уровень (задание С6 по спецификации) (решение задач по генетике на применение знаний в новой ситуации)

Запишите сначала номер задания (С6), затем ответ к нему. На задание С6 дайте развёрнутый свободный ответ.

- 1 У кукурузы гены коричневой окраски (А) и гладкой формы (В) семян сцеплены друг с другом и находятся в одной хромосоме, а 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. Обсудите результаты скрещивания.
- 2 Отсутствие потовых желез у человека наследуется как рецессивный признак (с), сцепленный с X-хромосомой. В семье родители здоровы, но мать жены имела этот дефект. Составьте схему решения задачи. Определите генотипы родителей, генотипы и фенотипы возможного потомства, пол и вероятность рождения здоровых детей в этой семье.
- 3 Известно, что при дигибридном анализирующем скрещивании у потомков происходит расщепление по фенотипу в соотношении 1 : 1 : 1 : 1. Объясните, почему же в опытах, которые проводил Т. Морган, при скрещивании самки дрозофилы, имеющей серое тело и нормальные крылья (диге-

терозиготная), с самцом, у которого чёрное тело и зачаточные крылья (рецессивные признаки), произошло расщепление по фенотипу в следующем соотношении: 41,5% дрозофил с серым телом и нормальными крыльями, 41,5% мух имели чёрное тело и зачаточные крылья, 8,5% — с серым телом, зачаточными крыльями и 8,5% — с чёрным телом и нормальными крыльями. Составьте схему решения задачи. Определите генотипы родительских форм и потомства. Обозначьте результаты скрещивания.

4

У человека ген дальновзоркости (А) доминантен по отношению к гену нормального зрения, а ген дальтонизма рецессивный (d) и сцеплен с X-хромосомой. Дальновзоркая женщина, не страдающая дальтонизмом, отец которой был дальтоником, но хорошо видел вблизи, выходит замуж за мужчину с нормальным зрением и не страдающим цветовой слепотой. Составьте схему решения задачи. Определите генотипы родителей и возможного потомства, вероятность рождения в этой семье дальновзорких детей-дальтоников и их пол.

5

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, их родившихся детей и вероятность дальнейшего появления детей с оттопыренными ушами и волнистыми волосами.

6

Родители имеют II (гетерозигота) и IV группы крови. Определите генотипы родителей по группе крови. Укажите возможные генотипы и фенотипы детей по группе крови. Составьте схему решения задачи. Определите вероятность наследования у детей I группы крови.

7

У человека наследование серповидноклеточной анемии не сцеплено с полом (А — нормальный гемоглобин, а — серповидноклеточная анемия), а гипертрихоза (волосатые уши) — сцеплено с Y-хромосомой. Определите генотипы родителей, а также возможные генотипы, пол и фенотипы детей от брака дигомозиготной нормальной по обеим аллелям женщины и мужчины с серповидноклеточной анемией и гипертрихозом. Составьте схему решения задачи.

8

У человека гемералопия (куриная слепота) наследуется как рецессивный признак (а), сцепленный с X-хромосомой. Родители здоровы, но отец матери был болен. Составьте схему решения задачи. Определите генотипы родительских форм, генотипы и фенотипы детей. Какова вероятность рождения здоровых детей в этой семье?

9

У человека ген длинных ресниц доминирует над геном коротких, а широкие пушистые брови — над нормальными. Женщина с длинными ресницами и широкими пушистыми бровями, у отца которой были короткие ресницы и нормальные брови, вышла замуж за мужчину с доминантными признаками, гомозиготного по обеим аллелям. Составьте схему решения задачи. Определите генотипы родителей, фенотипы и генотипы возможного потомства.

10

От родителей, имевших по фенотипу нормальное цветовое зрение, родилось несколько детей с нормальным зрением и один мальчик-дальтоник. Чем это объяснить? Каковы генотипы родителей и детей? Составьте схему решения задачи. Обоснуйте результаты.

11

При скрещивании шиншилловых кроликов (серая масть) в потомстве наблюдается расщепление 3 : 1 (3 шиншиллы и 1 белый). Определите генотипы родителей и потомства, тип взаимодействия генов. Составьте схему решения задачи. Обоснуйте результаты скрещивания.

- 12** При скрещивании двух серых мышей получено 86 серых, 54 чёрных и 9 белых мышей. Укажите генотипы родителей и потомков, определите тип взаимодействия генов. Составьте схему решения задачи. Обоснуйте результаты скрещивания.
- 13** При скрещивании одного из сортов белоцветкового душистого горошка с другим сортом белоцветкового душистого горошка оказывается, что все гибриды растения F_1 — красноцветковые. Определите генотипы родительских форм и потомства. Укажите тип взаимодействия генов. Составьте схему решения задачи. Обоснуйте результаты скрещивания.
- 14** У кошек и котов ген чёрной окраски шерсти (А) и рыжей окраски (В) локализованы в X-хромосоме и при сочетании дают неполное доминирование — черепаховую окраску (АВ). От чёрной кошки родились черепаховый и два чёрных котенка. Определите генотип кошки, фенотип и генотип кота, а также пол черепахового и чёрных котят. Составьте схему решения задачи. Обоснуйте результаты скрещивания.
- 15** От черепаховой кошки родилось несколько котят, один из которых оказался рыжей кошкой. Каковы генотипы родителей и котёнка? Определите тип взаимодействия генов. Составьте схему решения задачи. Обоснуйте результаты скрещивания.
- 16** От черепаховой кошки и чёрного кота родились два чёрных котёнка. Составьте схему решения задачи. Определите генотипы родителей и потомства, а также пол чёрных котят.
- 17** У человека карий цвет глаз доминирует над голубым, а способность владеть правой рукой — над способностью владеть левой рукой. Гены обоих признаков находятся в различных хромосомах. Кареглазый правша, мать которого была голубоглазой правшой, а отец — кареглазым правшой, женился на голубоглазой левше. Определите генотипы родителей, генотипы и фенотипы потомков. Составьте схему решения задачи. Ответ поясните.

18 У львиного зева красная окраска цветка не полностью доминирует над белой. Нормальная форма цветка полностью доминирует над пилорической. Какое потомство получится от скрещивания двух дигетерозиготных растений? Определите генотипы родителей, генотипы и фенотипы потомков. Составьте схему решения задачи. Обоснуйте результаты скрещивания.

19 Может ли от брака голубоглазой (рецессивный признак) женщины с I группой крови и кареглазого мужчины с IV группой крови, мать которого имела голубые глаза, родиться ребёнок с голубыми глазами и I группой крови? Ответ поясните. Определите генотипы родителей и детей. Составьте схему решения задачи.

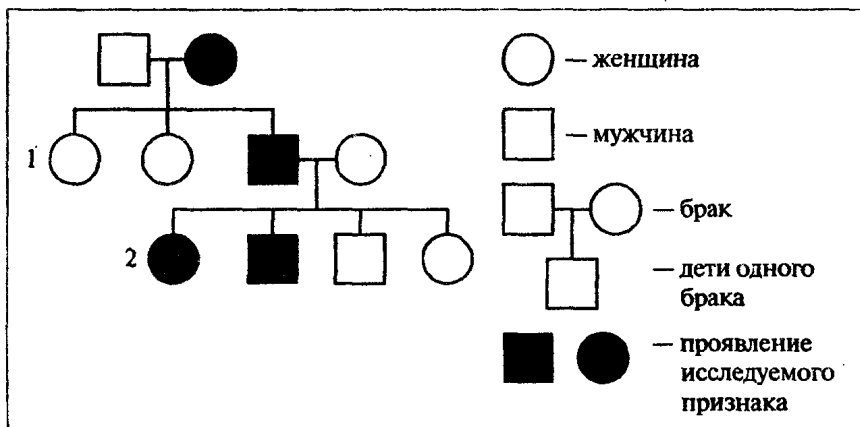
20 У человека нормальный обмен углеводов определяется доминантным геном, а рецессивный аллель несёт ответственность за развитие сахарного диабета. Дочь здоровых родителей больна сахарным диабетом. Определите, может ли в этой семье родиться здоровый ребёнок и какова вероятность этого события. Составьте схему решения задачи. Обоснуйте результаты.

21 У дурмана пурпурная окраска цветков (А) доминирует над белой (а), колючие семенные коробочки (В) — над гладкими (b). От скрещивания дурмана с пурпурными цветками и гладкими коробочками с растением, имеющим белые цветки и колючие коробочки, получено 394 растения с пурпурными цветками и колючими коробочками и 402 — с пурпурными цветками и гладкими коробочками. Каковы генотипы родителей и потомков? Каков характер наследования признаков?

22 В популяции озёрной лягушки появилось потомство — 420 лягушат с тёмными пятнами (доминантный признак) и 80 лягушат со светлыми пятнами. Определите частоту встре-

чаемости рецессивного гена и число гетерозигот среди лягушат с тёмными пятнами.

- 23** На основании родословной установите характер наследования признака (доминантный или рецессивный, сцеплен или не сцеплен с полом), генотипы детей в первом и во втором поколениях.



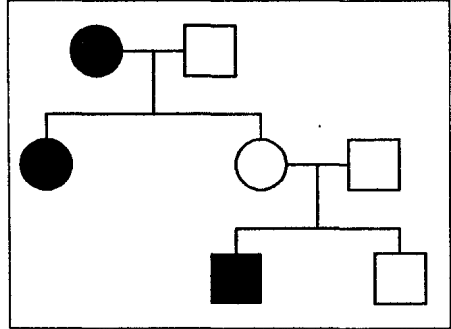
Составьте схему решения задачи. Ответ поясните.

- 24** Женщина-дальтоник вышла замуж за мужчину с волосатыми ушами и нестрадающего дальтонизмом. Какие дети могут родиться в этой семье, если рецессивный ген дальтонизма локализован в X-хромосоме, а ген волосатых ушей в Y-хромосоме? Определите генотипы родителей, генотипы и фенотипы потомства. Составьте схему решения задачи.

- 25** Единственный ребёнок близоруких кареглазых родителей имеет голубые глаза и нормальное зрение (карий цвет глаз и близорукость — доминантные, аутосомные признаки). Определите генотипы родителей, генотип ребенка и фенотипы возможных потомков. Составьте схему решения задачи. Обоснуйте результаты скрещивания.

26 У женщины, носительницы гена дальтонизма, родился сын от здорового отца. Определите генотипы родителей и сына. Какова вероятность, что сын унаследует дальтонизм? Составьте схему решения задачи. Обоснуйте результаты.

27 Женщина с оттопыренными ушами вышла замуж за мужчину с нормальными ушами. От этого брака родились две дочери, у одной из которых были оттопыренные уши. Младшая дочь с нормальными ушами вышла замуж за человека с такими же



ушами. У них было два сына, один из которых имел оттопыренные уши. Определите характер наследования признака (доминантный или рецессивный, сцепленный или не сцепленный с полом), генотипы родителей и детей первого и второго поколений.

Составьте схему решения задачи.

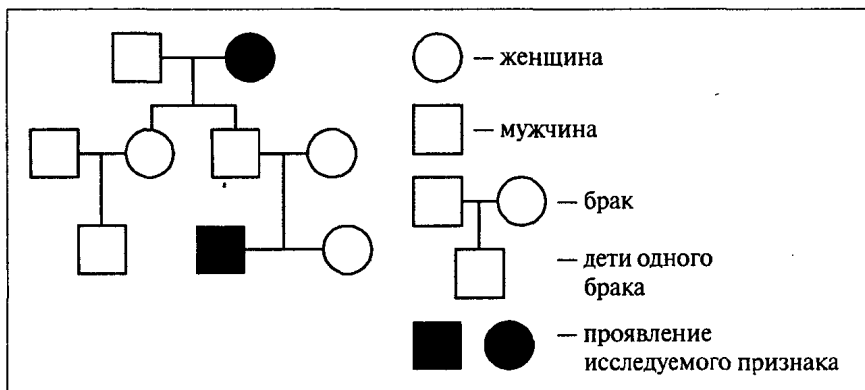
28 У здоровой матери, родители которой тоже были здоровы, и больного дальтонизмом отца родились две дочери и два сына. Определите генотипы родителей, генотипы и фенотипы детей. Составьте схему решения задачи. Обоснуйте результаты.

29 Скрестили дигетерозиготного самца дрозофилы с серым телом (A) и нормальными крыльями (B) с самкой с чёрным телом (a) и зачаточными крыльями (b). Определите генотипы родителей, возможные генотипы и фенотипы потомства F_1 , если гены данных признаков попарно сцеплены (A + B; a + b), а кроссинговер при образовании половых клеток не происходит. Составьте схему решения задачи. Обоснуйте результаты скрещивания.

30 Растение дурман с пурпурными цветками (К) и гладкими коробочками (г) скрестили с растением, имеющим пурпурные цветки и колючие коробочки. В потомстве оказались растения: с пурпурными цветками и гладкими коробочками, с пурпурными цветками и колючими коробочками, с белыми цветками и колючими коробочками, с белыми цветками и гладкими коробочками. Определите генотипы родителей и потомков, а также характер наследования признаков и тип скрещивания. Составьте схему решения задачи.

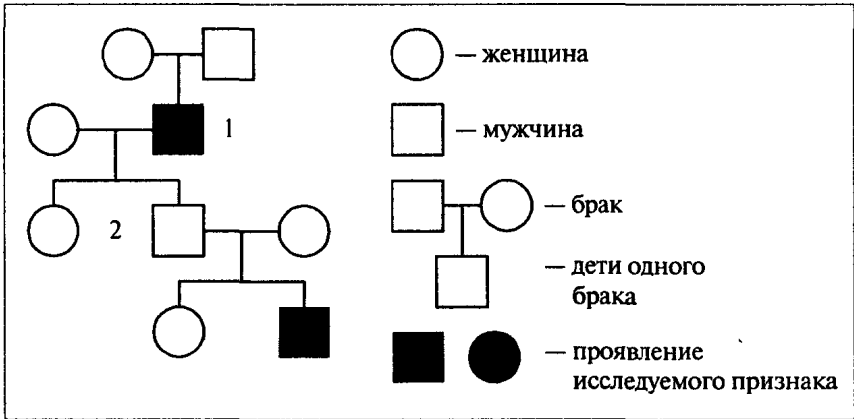
31 От родителей, имевших по фенотипу нормальное цветовое зрение, родилось несколько детей с нормальным зрением и один мальчик-дальтоник. Каковы генотипы родителей и детей? Составьте схему решения задачи. Каков характер наследования гена дальтонизма?

32 По изображённой на рисунке родословной установите характер проявления признака (доминантный или рецессивный), обозначенного чёрным цветом. Определите генотипы родителей и детей в первом поколении. Составьте схему решения задачи.



33 По изображённой на рисунке родословной установите характер проявления признака (доминантный или рецессив-

ный, сцеплен или не сцеплен с полом), обозначенного чёрным цветом. Определите генотипы родителей и детей первого и второго поколений. Составьте схему решения задачи.



34

Скрестили гомозиготного петуха, имеющего гребень (С) и голые ноги (d), с дигетерозиготной курицей с гребнем и оперёнными ногами. Определите генотипы родителей, генотипы и фенотипы гибридов первого поколения, вероятность появления потомков с признаками родителей. Составьте схему решения задачи.

35

У кур чёрный цвет оперения (R) доминирует над красным, наличие гребня (S) — над его отсутствием. Гены не сцеплены. Красного петуха с гребнем скрещивают с чёрной курицей без гребня. Всё потомство имеет гребень, половина с чёрным оперением, половина — с красным. Составьте схему решения задачи. Определите генотипы родителей и потомства. Какова вероятность появления во втором поколении чёрных птиц с гребнем?

36

Женщина с карими глазами (А) и длинными ресницами (В) (дигетерозиготная) вышла замуж за голубоглазого мужчину (а) с короткими ресницами (b). Определите генотипы роди-

телей, генотипы и фенотипы возможных потомков. Какова вероятность появления в этой семье голубоглазого ребёнка с длинными ресницами? Составьте схему решения задачи.

37

У свиней чёрная окраска щетины доминирует над рыжей, длинная щетина — над короткой. Определите генотипы родителей, генотипы и фенотипы потомства, полученного от скрещивания дигетерозиготного самца с дигомозиготной самкой. Какова вероятность появления потомков с признаками самки? Составьте схему решения задачи.

38

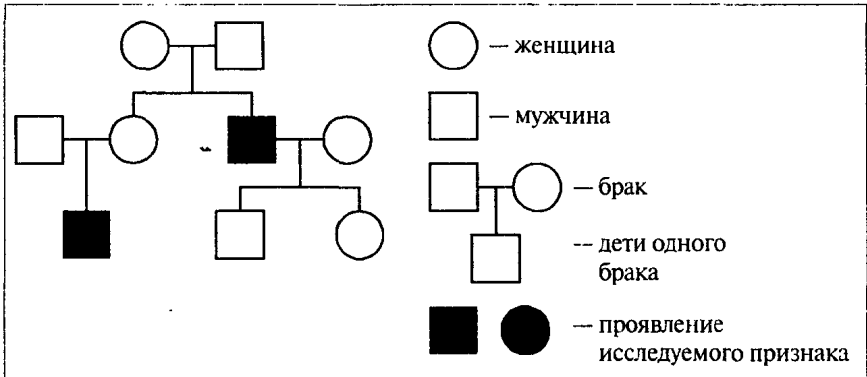
Тёмный цвет волос у человека доминирует над светлым цветом, а карий цвет глаз — над голубым. Определите генотипы родителей, генотипы и фенотипы детей, родившихся от брака гетерозиготного тёмноволосого голубоглазого мужчины и гетерозиготной кареглазой светловолосой женщины. Составьте схему решения задачи. Какова вероятность рождения в этой семье голубоглазого светловолосого ребёнка?

39

Отсутствие малых коренных зубов у человека наследуется как доминантный аутосомный признак, гипертрихоз (волосатые уши) сцеплен с Y-хромосомой. Определите генотипы родителей, генотипы и фенотипы возможных потомков, родившихся от брака, в котором один из супругов (гомозиготен) не имеет малых коренных зубов и с волосатыми ушами, а другой — не страдает гипертрихозом и имеет малые коренные зубы. Составьте схему решения задачи. Какова вероятность рождения здорового мальчика по двум признакам?

40*

На основании родословной установите характер наследования признака (доминантный или рецессивный, сцеплен или не сцеплен с полом). Определите генотипы родителей и детей в первом и во втором поколениях.



Составьте схему решения задачи. Обоснуйте результаты скрещивания.

41*

У мохнокрылки наличие сумки на брюхе наследуется как доминантный аутосомный признак, а мохнатые крылья — как рецессивный признак, локализованный в X-хромосоме. Гетерогаметными по полу являются самки мохнокрылки. Определите генотипы родителей, генотипы и фенотипы потомков, появившихся от скрещивания гетерозиготной самки с сумкой на брюхе и мохматыми крыльями и дигомозиготного самца с голыми крыльями и без сумки на брюхе. Составьте схему решения задачи.

42*

Рыжий цвет шерсти у лис доминирует над серебристым. В маленьком государстве Лисляндия разводятся серебристых лис (они очень ценятся). Их провозить через границу запрещено по законам государства. Как контрабандисту обмануть таможеню и провезти через границу пару лис, не нарушив законов Лисляндии? Составьте схему решения задачи. Определите генотипы родительских форм и потомства. Обоснуйте результаты скрещивания.

43*

У шершуй длинный яйцеклад наследуется как рецессивный аутосомный признак, а наличие двух ноздрей на хвосте — как рецессивный, сцепленный с X-хромосомой признак (одна

ноздря на хвосте — доминантный признак). Самцы шершулы гетерогаметны. Определите генотипы родителей, генотипы и фенотипы потомков от скрещивания гетерозиготного с коротким яйцекладом и двумя ноздрями на хвосте самца с дигетерозиготной самкой, имеющей короткий яйцеклад и одну ноздрию на хвосте. Составьте схему решения задачи. Какова вероятность появления самца шершулы с длинным яйцекладом и одной ноздрей на хвосте?

44*

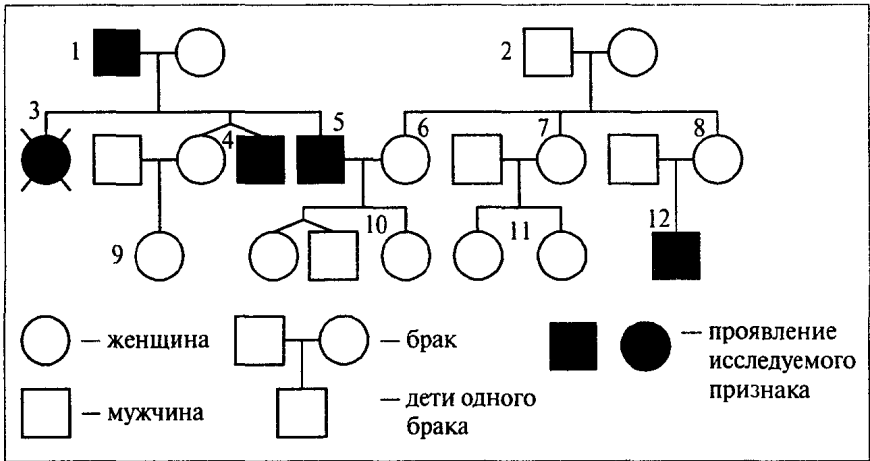
У свинохвостого лапундёра пугливость наследуется как доминантный аутосомный признак, а смышлённость — как доминантный признак, локализованный в X-хромосоме. Самки гетерогаметны по полу. Составьте схему решения задачи, если известно, что самец и самка имели фенотипическое проявление этих признаков, а у двух потомков они отсутствовали. Определите генотипы родителей и потомков, а также пол потомков.

45*

При скрещивании самца священной уховёртки с двумя выростами на брюшке и чёрной окраской тела с самкой, имеющей один вырост на брюшке и белую окраску тела, появилось потомство, которое (100%) имело два выроста на брюшке и серую окраску тела. Определите генотипы родителей и потомков, характер наследования этих признаков. Составьте схему решения задачи. Обоснуйте результаты скрещивания.

46*

По изображённой на рисунке родословной установите характер проявления признака (доминантный или рецессивный, сцеплен или не сцеплен с полом), обозначенного чёрным цветом. Определите генотипы родителей (1, 2) и детей первого (3, 4, 5, 6, 7, 8) и второго (9, 10, 11, 12) поколений. Составьте схему решения задачи. Обоснуйте результаты скрещивания.



47* Составьте родословную семьи и решите задачу.

У пробанда вздорный характер. У его сестры характер мягкий. Мать пробанда имеет мягкий характер, а отец — вздорный. Пять тёток пробанда по материнской линии — с мягким характером, а двое дядек — со вздорным. Одна тётка пробанда по материнской линии замужем за мужчиной со вздорным характером. У них трое детей — дочь и сын с мягким характером и дочь со вздорным. Оба дяди пробанда по линии матери женаты на женщинах со вздорным характером. У одного из них два сына и дочь. Все они скандалисты. Мягкий характер имел дед пробанда, а бабушка по материнской линии имела вздорный характер. Два брата деда по линии матери — вздорные мужчины. Прабабушка (мать деда по линии матери) и прапрабабушка (мать этой прабабушки) были очень покладистыми, а их мужья имели вздорный характер. Определите, какие дети могут быть у пробанда, если он вступит в брак с женщиной, гетерозиготной по указанному признаку. Вздорный характер считать аномалией. Составьте схему решения задачи. Обоснуйте результаты.

48*

Амовратическая семейная идиотия (болезнь Тея-Сакса) приводит к поражению нервной системы, прогрессирующему снижению зрения в сочетании с деградацией интеллекта до идиотии и разнообразным неврологическим расстройствам. У людей встречается в соотношении 1 больной на 40 000 человек с нормальным состоянием. Определите количество (%) носителей гена болезни Тея-Сакса. Составьте схему решения задачи.

49*

У малазийского магадука жадность доминирует над щедростью и наследуется как доминантный аутосомный признак, а клептомания (склонность к воровству) — как рецессивный, сцепленный с X-хромосомой признак. Самцы малазийского магадука гетерогаметны по полу. Определите генотипы родительских форм, генотипы и фенотипы потомства, появившегося от скрещивания жадной, не склонной к клептомании самки малазийского магадука с щедрым самцом-клептоманом. Составьте схему решения задачи. Какова вероятность появления жадного самца-клептомана?

50*

От скрещивания между собой тригетерозиготных трёхголовых безмозглых огнедышащих драконов появилось многочисленное потомство. Определите фенотипы и генотипы родительских форм, фенотипы потомков и их соотношение. Составьте схему решения задачи. Какова вероятность появления драконов с одной головой, с мозгом и снегодышащих?

Ответы и решения

1. Часть А (задание А7 по спецификации)

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	4	11	3	21	1	31	4
2	1	12	4	22	1	32	3
3	3	13	4	23	1	33	4
4	2	14	3	24	2	34	2
5	1	15	1	25	2	35	1
6	1	16	3	26	3	36	4
7	1	17	3	27	1	37	4
8	2	18	4	28	4	38	4
9	3	19	1	29	4	39	3
10	2	20	4	30	3	40	4

2. Часть А (задание А8 по спецификации)

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	2	11	2	21	3	31	1
2	3	12	2	22	1	32	4
3	4	13	1	23	3	33	2
4	4	14	3	24	1	34	4
5	4	15	3	25	4	35	1
6	2	16	2	26	1	36	2
7	4	17	3	27	1	37	2
8	4	18	3	28	1	38	4
9	4	19	3	29	2	39	4
10	4	20	2	30	1	40	1

3. Часть А (задание А30 по спецификации)

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	3	13	1	25	3	37	3
2	3	14	1	26	2	38	4
3	1	15	4	27	2	39	3
4	3	16	2	28	1	40	2
5	3	17	3	29	3	41	1
6	1	18	3	30	4	42	2
7	2	19	2	31	2	43	3
8	3	20	4	32	2	44	2
9	3	21	3	33	2	45	4
10	1	22	1	34	3	46	4
11	4	23	4	35	3		
12	4	24	3	36	4		

4. Часть В (задание В1 по спецификации)

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	346	7	136	13	156
2	245	8	245	14	246
3	345	9	245	15	345
4	135	10	124	16	236
5	246	11	236	17	123
6	245	12	145	18	146

5. Часть В (задание В6 по спецификации)

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	121212	5	123123
2	121221	6	121212
3	211221	7	112221
4	312123	8	211122

6. Часть В (задание В7 по спецификации)

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	БГВЕАД	4	БГВЕДА
2	АБЕГДВ	5	ВДАЕГЖБ
3	ДБГВАЕ	6	ДБГВАЕ

7. Часть С (задание С1 по спецификации)

1. *Ответ:*

- 1) анализирующее скрещивание применяют для выяснения неизвестного генотипа;
- 2) данное скрещивание позволяет определить гомо- или гетерозиготность организма по исследуемому признаку.

2. *Ответ:*

- 1) гены, которые отвечают за признаки, сцепленные с полом, находятся в половых хромосомах;
- 2) такие гены могут находиться как в X-хромосомах, так и в Y-хромосомах.

3. *Ответ:*

- 1) нарушение сцепления генов может произойти в результате кроссинговера, так как происходит сближение хромосом и обмен участками;
- 2) в результате хромосомных мутаций (транслокации, транспозиции) также может происходить нарушение сцепления генов.

8. Часть С (задание С2 по спецификации)

1. *Ответ:*

- 1) 1 — число групп сцепления у каждого вида равно гаплоидному числу хромосом;
- 2) 2 — гены в хромосомах расположены линейно;
- 3) 5 — расстояние между генами в хромосоме прямо пропорционально проценту кроссинговера между ними.

Задача 2. Решение:

1. Условие задачи:

Признак, фенотип	Ген, генотип
Наличие потовых желез	X^C
Отсутствие потовых желез	X^c
P: ♂ здоров	?
♀ здорова	?
F: ?	?
пол и вероятность рождения здоровых детей	?

2. Схема решения задачи:

P: ♀ здорова	×	♂ здоров
$X^C X^c$		$X^C Y$
G: X^C, X^c		X^C, Y
F ₁ : ♀ $X^C X^C$: ♂ $X^C Y$:		♀ $X^C X^c$: ♂ $X^c Y$
здорова	здоров	здорова : болен
		(носитель гена отсутствия потовых желез)

3. *Объяснение решения задачи:* по условию задачи ген отсутствия потовых желез локализован в X-хромосоме, родители здоровы, но мать жены имела дефект (отсутствие потовых желез), следовательно, жена (гетерозиготна) имеет генотип $X^C X^c$, а отец (муж) — $X^C Y$. 75% детей в этой семье будут здоровы, из них 25% (одна дочь) — носитель гена отсутствия потовых желез и 25% детей (один сын) больны.

4. Ответ:

1) генотипы родителей:

♀ (здорова, но её мать имела этот дефект) — $X^C X^c$ (гаметы X^C, X^c),

♂ (здоров) — $X^C Y$ (гаметы X^C, Y);

2) фенотипы и генотипы возможных потомков:

♀ (девочки) — 25% здоровы $X^C X^C$, 25% здоровы (носители гена отсутствия потовых желез) $X^C X^c$,

♂ (мальчики) — 25% здоровы $X^C Y$, 25% больны $X^c Y$;

3) вероятность рождения здоровых детей в этой семье — 75% (25% мальчики и 50% — девочки, из них 25% — носители гена отсутствия потовых желез).

Задача 3. Решение:

1. Условие задачи:

Признак, фенотип	Ген, генотип
Серое тело	A
Чёрное тело	a
Нормальные крылья	B
Зачаточные крылья	b
P: ♀ серое тело нормальные крылья	?
♂ чёрное тело зачаточные крылья	?
F: 41,5% серое тело нормальные крылья	?
41,5% чёрное тело зачаточные крылья	?
8,5% серое тело зачаточные крылья	?
8,5% чёрное тело нормальные крылья	?

2. Схема решения задачи:

P: ♀ серое тело нормальные крылья	×	♂ чёрное тело зачаточные крылья				
AaBb		aabb				
G: AB, Ab, aB, ab		ab				
F ₁ : 41,5% серое тело нормальные крылья	:	41,5% чёрное тело зачаточные крылья	:	8,5% серое тело зачаточные крылья	:	8,5% чёрное тело нормальные крылья
41,5% A_B_		41,5% aabb		8,5% A_bb		8,5% aaB_

3. Объяснение решения задачи: в скрещивании участвуют особи: гетерозиготная по двум парам признаков (AaBb) и дигомозиготная (aabb). В процессе образования гамет в мейозе может происходить конъюгация и кроссинговер. В результате этого идёт перекombинация генов и возникают новые сочетания. Но если гены расположены в одной хромосоме и очень близко (т. е. сцеплены), то вероятность кроссинговера снижается. Этим можно объяснить то, что нарушается закономерность, установленная Г. Менделем. Эта закономерность была выявлена американским генетиком Т. Морганом и названа законом сцепленного наследования.

4. Ответ:

1) генотипы родителей:

♀ (серое тело нормальные крылья) — AaBb,

♂ (чёрное тело зачаточные крылья) — aabb;

2) у самки образуется два типа некрсоверных гамет (AB, ab), т. к. кроссинговер не происходит, и два типа кроссоверных гамет за счет процесса кроссинговера (Ab, aB); у самца образуется один тип гамет (ab);

3) случайное сочетание гамет друг с другом при оплодотворении формирует четыре вида фенотипов, но так как гены сцеплены, то исходные фенотипы образуются чаще (по 41,5%).

Задача 4. Решение:

1. Условие задачи:

Признак, фенотип	Ген, генотип
Дальнозоркость	A
Нормальное зрение	a
Нормальное цветовое зрение	X ^D
Дальтонизм	X ^d
P: ♀ дальнозоркая, не страдающая дальтонизмом	AaX ^D X ^d
♂ нормальное зрение, отсутствие цветовой слепоты	aaX ^D Y
F: ?	?
Вероятность рождения дальнозорких дальтоникиков	?

2. Схема решения задачи:

P: ♀ дальнозоркая, не страдающая дальтонизмом × ♂ нормальное зрение, отсутствие цветовой слепоты

AaX^DX^d × aaX^DY

G: AX^D, AX^d, aX^D, aX^d × aX^D, aY

F₁:

♂ \ ♀	AX ^D	AX ^d	aX ^D	aX ^d
aX ^D	AaX ^D X ^D ♀ дальнозоркие, отсутствие дальтонизма	AaX ^D X ^d ♀ дальнозоркие, носители гена дальтонизма	aaX ^D X ^D ♀ нормальное зрение, отсутствие дальтонизма	aaX ^D X ^d ♀ нормальное зрение, носители гена дальтонизма
aY	AaX ^D Y ♂ дальнозоркие, отсутствие дальтонизма	AaX ^d Y ♂ дальнозоркие, дальтоники	aaX ^D Y ♂ нормальное зрение, отсутствие дальтонизма	aaX ^d Y ♂ нормальное зрение, дальтоники

3. *Объяснение решения задачи:* так как отец женщины страдал дальтонизмом, но хорошо видел вблизи, её генотип будет дигетерозиготным ($AaX^D X^d$). А мужчина гомозиготен по аллели дальнозоркость—нормальное зрение и гемизиготен по аллели нормальное цветовое зрение—дальтонизм ($aaX^D Y$). У женщины образуется 4 типа гамет (AX^D, AX^d, aX^D, aX^d), а у мужчины — 2 типа (aX^D, aY). При оплодотворении происходит случайное сочетание гамет, что приводит к образованию различных фенотипов: ♀ (50% дальнозоркие и 50% носители гена дальтонизма), ♂ (50% дальнозоркие и 50% страдают дальтонизмом).

4. *Ответ:*

1) генотипы родителей: ♀ (дальнозоркая, не страдающая дальтонизмом) — $AaX^D X^d$ (гаметы AX^D, AX^d, aX^D, aX^d), ♂ (нормальное зрение, отсутствие цветовой слепоты) — $aaX^D Y$ (гаметы aX^D, aY);

2) фенотипы и генотипы возможных потомков:

♀: $AaX^D X^D$ (дальнозоркие, не страдающие дальтонизмом), $AaX^D X^d$ (дальнозоркие, носители гена дальтонизма), $aaX^D X^D$ (нормальное зрение, не страдают дальтонизмом), $aaX^D X^d$ (нормальное зрение, носители гена дальтонизма);

♂: $AaX^D Y$ (дальнозоркие, не страдающие дальтонизмом), $AaX^d Y$ (дальнозоркие, дальтоники), $aaX^D Y$ (нормальное зрение, не страдают дальтонизмом), $aaX^d Y$ (нормальное зрение, дальтоники);

3) вероятность рождения дальнозорких дальтоников — $1/8$ (12,5%), и только мальчики.

Задача 5. Решение:

1. *Условие задачи:*

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

2. *Схема решения задачи:*

P: ♀ курчавые волосы, нормальные уши × ♂ прямые волосы, нормальные уши

$\bar{A}\bar{A}Bb$

$aaBb$

G: $\bar{A}B, \bar{A}b$

aB, ab

$F_1:$	♂ \ ♀	$\bar{A}B$	$\bar{A}b$
	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

3. *Объяснение решения задачи:* так как в семье появился ребёнок с оттопыренными ушами, то родители по этой аллели гетерозиготны 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).

4. *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) волнистые волосы, нормальные уши ($\bar{A}aB_$), 25% (1/4) волнистые волосы, оттопыренные уши ($\bar{A}abb$);

3) вероятность рождения детей с волнистыми волосами и оттопыренными ушами — 25%.

Задача 6. Решение:

1. *Условие задачи:*

Признак, фенотип	Ген, генотип
I (0) группа крови	I^0
II (A) группа крови	I^A
III (B) группа крови	I^B
IV (AB) группа крови	I^A, I^B
P: II группа крови	$I^A I^0$
IV группа крови	$I^A I^B$

F: ? | ?
 Вероятность наследования | ?
 I группы крови

2. Схема решения задачи:

P: ♀ II группа крови × ♂ IV группа крови
 $I^A I^0$ $I^A I^B$
 G: I^A, I^0 I^A, I^B

F ₁ :	♂ \ ♀	I^A	I^0
	I^A	$I^A I^A$ II группа крови	$I^A I^0$ II группа крови
	I^B	$I^A I^B$ IV группа крови	$I^B I^0$ III группа крови

3. Объяснение решения задачи: у человека со II группой крови могут быть два варианта генотипов ($I^A I^A$, $I^A I^0$), но в условии задачи указано, что один из родителей, имеющий II группу крови, гетерозиготен, значит, его генотип — $I^A I^0$. У детей возможны II ($I^A I^A$, $I^A I^0$), III ($I^B I^0$), IV ($I^A I^B$) группы крови. Унаследовать I группу крови дети в этой семье не могут.

4. Ответ:

1) генотипы родителей:

♀ (II группа крови) — $I^A I^0$ (гаметы I^A, I^0),

♂ (IV группа крови) — $I^A I^B$ (гаметы I^A, I^B);

2) фенотипы и генотипы детей: II группа крови ($I^A I^A, I^A I^0$), III группа крови ($I^B I^0$), IV группа крови ($I^A I^B$);

3) вероятность наследования I группы крови — 0%.

Задача 7. Решение:

1. Условие задачи:

Признак, фенотип	Ген, генотип
Нормальный гемоглобин	A
Серповидноклеточная анемия	a
Норма	Y
Гипертрихоз (волосатые уши)	Y ^g
P: ♀ здорова	AAXX
♂ серповидноклеточная анемия и гипертрихоз	aaXY ^g
F: ?	?

2. Схема решения задачи:

P: ♀ здорова × ♂ серповидноклеточная анемия и гипертрихоз
 AAXX aaXY^s
 G: AX aX, aY^s
 F₁: ♀ AaXX : ♂ AaXY^s
 здорова нормальный гемоглобин и гипертрихоз

3. Объяснение решения задачи: так как женщина по обеим аллелям является дигомозиготной, то её генотип — AAXX. А так как мужчина страдает и серповидноклеточной анемией, и гипертрихозом, то его генотип — aaXY^s. У женщины образуется 1 тип гамет (AX), а у мужчины — 2 типа (aX, aY^s). При оплодотворении происходит случайное сочетание гамет, что приводит к образованию различных генотипов и фенотипов: ♀ (50%) — здоровые (AaXX), ♂ (50%) — с нормальным гемоглобином и гипертрихозом (AaXY^s).

4. Ответ:

1) генотипы родителей:

♀ (здорова) — AAXX (гаметы AX),

♂ (серповидноклеточная анемия и гипертрихоз) — aaXY^s (гаметы aX, aY^s);

2) фенотипы и пол возможных потомков: ♀ здорова, ♂ с нормальным гемоглобином и гипертрихозом;

3) генотипы детей — ♀ — AaXX, ♂ — AaXY^s.

Задача 8. Решение:

1. Условие задачи:

Признак, фенотип	Ген, генотип
Нормальное зрение	X ^A
Гемералопия (куриная слепота)	X ^a
P: ♀ здорова	X ^A X ^a
♂ здоров	X ^A Y
F: ?	?
Вероятность рождения здоровых детей	?

2. Схема решения задачи:

P: ♀ здорова × ♂ здоров
 X^AX^a X^AY
 G: X^A, X^a X^A, Y

F_1 :	$\sigma \backslash \text{♀}$	X^A	X^a
	X^A	$X^A X^A$ ♀ здорова	$X^A X^a$ ♀ здорова (носитель гена гемералопии)
	Y	$X^A Y$ ♂ здоров	$X^a Y$ ♂ болен

3. *Объяснение решения задачи:* так как отец матери страдал гемералопией (куриной слепотой), её генотип будет гетерозиготным — $X^A X^a$. А генотип её здорового мужа — $X^A Y$. У женщины образуется 2 типа гамет (X^A , X^a), у мужчины тоже 2 типа (X^A , Y). При оплодотворении происходит случайное сочетание гамет, что приводит к образованию различных фенотипов: ♀ (100% здоровые, из них 50% носители гена гемералопии), ♂ (50% здоровые и 50% страдают гемералопией).

4. *Ответ:*

1) генотипы родителей:

♀ ($X^A X^a$) — (гаметы X^A , X^a), ♂ ($X^A Y$) — (гаметы X^A , Y);

2) фенотипы и генотипы детей:

♀: здоровые ($X^A X^A$), здоровые, носители гена гемералопии ($X^A X^a$);

♂: здоровые ($X^A Y$), больные гемералопией ($X^a Y$);

3) вероятность рождения здоровых детей — 75% (50% девочки, 25% мальчики), из них 25% — носительницы гена гемералопии.

Задача 9. Решение:

1. *Условие задачи:*

Признак, фенотип	Ген, генотип
Длинные ресницы	A
Короткие ресницы	a
Широкие пушистые брови	B
Нормальные брови	b
P: ♀ длинные ресницы и широкие пушистые брови	$A_ B_$
♂ длинные ресницы и широкие пушистые брови	$AABB$
F: ?	?

2. *Схема решения задачи:*

P: ♀ длинные ресницы и широкие пушистые брови \times ♂ длинные ресницы и широкие пушистые брови
 $AaBb$ $AABB$
 G: AB, Ab, aB, ab AB

♂ \ ♀	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB длинные ресницы и широкие пушистые брови	AABb длинные ресницы и широкие пушистые брови	AaBB длинные ресницы и широкие пушистые брови	AaBb длинные ресницы и широкие пушистые брови

3. *Объяснение решения задачи:* по условию задачи и женщина, и мужчина имеют фенотипическое проявление доминантных признаков, но отец женщины имел рецессивные признаки, поэтому генотипы родителей будут: у женщины (дигетерозиготная) — $AaBb$, а у мужчины (дигомозиготный) — $AABB$. У женщины образуется 4 типа гамет (AB, Ab, aB, ab), у её мужа — 1 тип (AB). В этой семье могут родиться дети только с доминантными признаками, но с различными генотипами.

4. *Ответ:*

1) генотипы родителей:

♀ (длинные ресницы и широкие пушистые брови) — $AaBb$ (гаметы AB, Ab, aB, ab),

♂ (длинные ресницы и широкие пушистые брови) — $AABB$ (гаметы AB);

2) фенотипы потомков: 100% с длинными ресницами и широкими пушистыми бровями;

3) генотипы потомков: $AABB$, $AaBB$, $AABb$, $AaBb$.

Задача 10. *Решение:*

1. *Условие задачи:*

Признак, фенотип	Ген, генотип
Нормальное цветовое зрение	X^D
Дальтонизм (цветовая слепота)	X^d
P: ♀ здорова	$X^D X^-$
♂ здоров	$X^D Y$
F: ?	?

2. *Схема решения задачи:*

P: ♀ здорова $X^D X^d$ × ♂ здоров $X^D Y$
 G: X^D, X^d X^D, Y

F_1 :	♂ \ ♀	X^D	X^d
	X^D	$X^D X^D$ ♀ здоровы	$X^D X^d$ ♀ здоровы (носители гена дальтонизма)
	Y	$X^D Y$ ♂ здоровы	$X^d Y$ ♂ дальтоники

3. *Объяснение решения задачи:* ген дальтонизма рецессивен и локализован в X-хромосоме. Так как в этой семье родились дети с нормальным зрением и один сын, страдающий дальтонизмом, то передача гена цветовой слепоты произошла только по материнской линии. Следовательно, генотип матери — $X^D X^d$ (она здорова, но является носителем гена дальтонизма), генотип здорового отца — $X^D Y$.

4. *Ответ:*

1) генотипы родителей:

♀ ($X^D X^d$) — (гаметы X^D, X^d), ♂ ($X^D Y$) — (гаметы X^D, Y);

2) фенотипы детей — ♀: здоровые; здоровые, носители гена дальтонизма; ♂: здоровые; страдающие дальтонизмом;

3) генотипы детей — ♀: $X^D X^D, X^D X^d$; ♂: $X^D Y, X^d Y$.

Задача 11. Решение:

1. *Условие задачи:*

Признак, фенотип	Ген, генотип
Шиншилла (серая масть)	a^{ch}
Белая окраска	a
P: ♀ шиншилла	$a^{ch} _$
♂ шиншилла	$a^{ch} _$
F: 3 шиншиллы : 1 белый	?

2. *Схема решения задачи:*

P: ♀ шиншилла $a^{ch} a$ × ♂ шиншилла $a^{ch} a$
 G: a^{ch}, a a^{ch}, a

F₁:

♂ \ ♀	a ^{ch}	a
a ^{ch}	a ^{ch} a ^{ch} шиншилла	a ^{ch} a шиншилла
a	a ^{ch} a шиншилла	aa белый

3 шиншиллы : 1 белый

3. *Объяснение решения задачи:* наследование окраски шерсти у кроликов происходит по принципу множественного аллелизма. Чёрная окраска всегда доминирует, белый цвет шерсти — рецессивный признак, но у животных встречаются ещё сплошная серая окраска (шиншилла) и гималайская. Гены шиншиллового и гималайской окраски по отношению к чёрной всегда рецессивны, а по отношению к белой всегда доминантны. Ген шиншиллового окраски доминантен по отношению к гену гималайской окраски. По условию задачи при скрещивании двух шиншиллового кроликов в потомстве произошло расщепление (3 : 1), следовательно, родительские формы гетерозиготны и имеют генотип — a^{ch}a.

4. *Ответ:*

- 1) генотипы родителей: родители гетерозиготны — a^{ch}a, т. к. в потомстве наблюдается расщепление;
- 2) генотипы потомства — 3/4 шиншиллы — 1 a^{ch}a^{ch} : 2 a^{ch}a; 1/4 белые — aa;
- 3) тип взаимодействия генов — множественный аллелизм.

Задача 12. Решение:

1. *Условие задачи:*

Признак, фенотип	Ген, генотип
Чёрная окраска	A ₁ bb или aaB ₁
Белая окраска	aabb
Серая окраска	A ₁ B ₁
P: ♀ серая окраска	A ₁ B ₁
♂ серая окраска	A ₁ B ₁
F: 86 серые	?
54 чёрные	?
9 белые	?

2. *Схема решения задачи:*

P: ♀ серая × ♂ серый
 AaBb AaBb
 G: AB, Ab, aB, ab AB, Ab, aB, ab

F₁:

♂ \ ♀	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB серая	AABb серая	AaBB серая	AaBb серая
Ab	AABb серая	AAbb чёрная	AaBb серая	Aabb чёрная
aB	AaBB серая	AaBb серая	aaBB чёрная	aaBb чёрная
ab	AaBb серая	Aabb чёрная	aaBb чёрная	aabb белая

3. *Объяснение решения задачи:* при скрещивании мышей в потомстве происходит расщепление по фенотипу близкое к 9 : 6 : 1 (86 серых : 54 чёрных : 9 белых). Такое расщепление происходит при комплементарном действии неаллельных генов, следовательно, родительские формы дигетерозиготны и имеют генотип — AaBb.

4. *Ответ:*

1) генотипы родителей: родители дигетерозиготны — AaBb, т. к. в потомстве наблюдается расщепление;

2) генотипы потомства: 86 серых (A_B_), 54 чёрных (A_bb или aaB_), 9 белых (aabb);

3) тип взаимодействия генов: комплементарное действие, расщепление близко к 9 серых : 6 чёрных : 1 белый.

Задача 13. Решение:

1. *Условие задачи:*

Признак, фенотип	Ген, генотип
Белые цветки	A_bb или aaB_
Красные цветки	A_B_
P: ♀ белые цветки	A_bb
♂ белые цветки	aaB_
F ₁ : 100% красные цветки	?

2. *Схема решения задачи:*

P: ♀ белые цветки	×	♂ белые цветки
· AAbb		aaBB
G: Ab		aB
F ₁ : 100% с красными цветками		AaBb

3. *Объяснение решения задачи:* при скрещивании растений с белыми цветками всё потомство имеет красные цветки. Такое явление наблюдается при комплементарном взаимодействии неаллельных доминантных генов. Каждая родительская форма в генотипе имеет разные неаллельные доминантные гены, отвечающие за развитие белой окраски венчика, и после оплодотворения оба доминантных гена вызвали развитие нового признака (красную окраску цветка).

4. *Ответ:*

1) генотипы родителей: родители имеют по одному неаллельному доминантному гену — AAbb и aaBB;

2) генотипы потомства: 100% AaBb с красными цветками;

3) тип взаимодействия генов: комплементарное действие неаллельных доминантных генов.

Задача 14. Решение:

1. Условие задачи:

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

2. Схема решения задачи:

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

3. Объяснение решения задачи: у кошек пол определяется так же, как у человека, то есть самка гомогаметная, а самец — гетерогаметный. Генотип чёрной кошки — $X^A X^A$. Среди котят один имеет черепаховую окраску шерсти, а это возможно только при сочетании двух генов в генотипе: гена чёрной окраски (X^A) и гена рыжей окраски (X^B), следовательно, черепаховый котёнок — кошечка с генотипом $X^A X^B$. Так как в потомстве появился котёнок с черепаховой окраской, то кот имел рыжую окраску, его генотип — $X^B Y$. Чёрные котята — это котики с генотипом $X^A Y$.

4. Ответ:

- 1) генотип кошки: ♀ (чёрная) — $X^A X^A$ (гаметы X^A);
- 2) генотип и фенотип кота: ♂ (рыжий) — $X^B Y$ (гаметы X^B, Y);
- 3) фенотипы, генотипы и пол котят: ♀ $X^A X^B$ — черепаховая кошка, ♂ $X^A Y$ — чёрные коты.

Задача 15. Решение:

1. Условие задачи:

Признак, фенотип	Ген, генотип
Чёрная окраска шерсти	X^A
Рыжая окраска шерсти	X^B

Черепашковая окраска шерсти	$X^A X^B$ $X^A X^B$ $?$ $?$ $?$
P: ♀ черепаховая	$X^A X^B$
♂?	$?$
F: ♀ рыжая	$?$
?	$?$

2. Схема решения задачи:

P: ♀ черепаховая	×	♂ рыжий
$X^A X^B$		$X^B Y$
G: X^A, X^B		X^B, Y

F ₁ :	♂ \ ♀	X^A	X^B
	X^B	$X^B X^B$ ♀ рыжая	$X^A X^B$ ♀ черепаховая
	Y	$X^A Y$ ♂ чёрный	$X^B Y$ ♂ рыжий

3. Объяснение решения задачи: у кошек пол определяется так же, как у человека, то есть самка гомогаметная, а самец гетерогаметный. Генотип черепаховой кошки — $X^A X^B$. Среди котят одна кошечка имеет рыжую окраску шерсти, её генотип — $X^B X^B$. Одна X-хромосома (X^B), несущая ген рыжей окраски, передалась от кошки, а вторая — от кота. Следовательно, генотип кота — $X^B Y$, а фенотип — рыжий цвет шерсти.

4. Ответ:

- 1) генотип кошки: ♀ (черепаховая) — $X^A X^B$ (гаметы X^A, X^B);
генотип и фенотип кота: ♂ (рыжий) — $X^B Y$ (гаметы X^B, Y);
- 2) фенотипы, генотипы и пол котят: ♀: $X^A X^B$ — черепаховая кошка, $X^B X^B$ — рыжая кошка; ♂: $X^A Y$ — чёрный кот, $X^B Y$ — рыжий кот;
- 3) тип взаимодействия генов — сцепленное с полом наследование.

Задача 16. Решение:

1. Условие задачи:

Признак, фенотип	Ген, генотип
Чёрная окраска шерсти	X^A
Рыжая окраска шерсти	X^B
Черепашковая окраска шерсти	$X^A X^B$
P: ♀ черепаховая	$?$
♂ чёрный	$?$
F: 2 чёрных котёнка	$?$
Пол котят	$?$

2. *Схема решения задачи:*

P: ♀ черепаховая × ♂ чёрный
 $X^A X^B$ × $X^A Y$
 G: X^A, X^B X^A, Y

F₁:

♂ \ ♀	X^A	X^B
X^A	$X^A X^A$ ♀ чёрная	$X^A X^B$ ♀ черепаховая
Y	$X^A Y$ ♂ чёрный	$X^B Y$ ♂ рыжий

3. *Объяснение решения задачи:* у кошек пол определяется так же, как у человека, то есть самка гомогаметная, а самец гетерогаметный. Генотип черепаховой кошки — $X^A X^B$, генотип чёрного кота — $X^A Y$. В потомстве два чёрных котёнка — это котик ($X^A Y$) и кошечка ($X^A X^A$).

4. *Ответ:*

- 1) генотипы родителей: ♀ (черепаховая кошка) — $X^A X^B$ (гаметы X^A, X^B), ♂ (чёрный кот) — $X^A Y$ (гаметы X^A, Y);
- 2) генотипы и фенотипы котят: ♀ — чёрная ($X^A X^A$), черепаховая ($X^A X^B$); ♂ — чёрный ($X^A Y$), рыжий ($X^B Y$);
- 3) пол чёрных котят: ♀ $X^A X^A$ — чёрная кошка, ♂ $X^A Y$ — чёрный кот.

Задача 17. Решение:

1. *Условие задачи:*

Признак, фенотип	Ген, генотип
Карий цвет глаз	A
Голубой цвет глаз	a
Правша	B
Левша	b
P: ♀ голубоглазая левша	aabb
♂ кареглазый правша	A ₋ BB
F: ?	?

2. *Схема решения задачи:*

P: ♀ голубоглазая левша × ♂ кареглазый правша
 $aabb$ × $AaBB$
 G: ab AB, aB
 F₁: $AaBb$: $aaBb$
 кареглазый правша : голубоглазый правша

3. *Объяснение решения задачи:* кареглазый правша, мать которого была голубоглазой, имеет генотип: $AaBB$ (гаметы AB, aB), а голубоглазая левша —

aabb (гаметы ab). В этой семье могут родиться дети: кареглазые правши и голубоглазые правши.

4. *Ответ:*

- 1) генотипы родителей: ♀ (голубоглазая левша) — aabb (гаметы ab), ♂ (кареглазый правша) — AaBB (гаметы AB, aB);
- 2) генотипы потомков: 50% AaBb, 50% aaBb;
- 3) фенотипы потомков: голубоглазые правши и кареглазые правши.

Задача 18. Решение:

1. *Условие задачи:*

Признак, фенотип	Ген, генотип
Красная окраска цветков	\bar{A}
Белая окраска цветков	a
Нормальная форма цветка	B
Пилорическая форма цветка	b
P: ♀ ?	$\bar{A}aBb$
♂ ?	$\bar{A}aBb$
F: ?	?

2. *Схема решения задачи:*

P: ♀ розовые с нормальной формой цветка $\bar{A}aBb$ × ♂ розовые с нормальной формой цветка $\bar{A}aBb$
 G: $\bar{A}B$, $\bar{A}b$, aB, ab $\bar{A}B$, $\bar{A}b$, aB, ab

F ₁ : ♂ \ ♀	$\bar{A}B$	$\bar{A}b$	aB	ab
$\bar{A}B$	$\bar{A}\bar{A}BB$ красные нормальные	$\bar{A}\bar{A}Bb$ красные нормальные	$\bar{A}aBB$ розовые нормальные	$\bar{A}aBb$ розовые нормальные
$\bar{A}b$	$\bar{A}\bar{A}Bb$ красные нормальные	$\bar{A}\bar{A}bb$ красные пилорические	$\bar{A}aBb$ розовые нормальные	$\bar{A}abb$ розовые пилорические
aB	$\bar{A}aBB$ розовые нормальные	$\bar{A}aBb$ розовые нормальные	aaBB белые нормальные	aaBb белые нормальные
ab	$\bar{A}aBb$ розовые нормальные	$\bar{A}abb$ розовые пилорические	aaBb белые нормальные	aabb белые пилорические

3. *Объяснение решения задачи:* результаты скрещивания аналогичны как для F_2 в третьем законе Г. Менделя — $9 \bar{A}_B_ : 3 \bar{A}_bb : 3 aaB_ : 1 aabb$. Но так как красная окраска доминирует не полностью, то в результате скрещивания появляются растения, имеющие розовые нормальные цветки ($6/16 \bar{A}_B_$), а также растения с розовыми пилорическими цветками ($3/16 \bar{A}_bb$). С красными нормальными ($\bar{A}\bar{A}B_$) — $3/16$, с белыми нормальными ($aaB_$) — $3/16$ и $1/16$ с белыми пилорическими цветками ($aabb$).

4. *Ответ:*

1) генотипы родителей: $\bar{A}aBb$;

2) генотипы потомков: $9 \bar{A}_B_ : 3 \bar{A}_bb : 3 aaB_ : 1 aabb$;

3) фенотипы потомков: с розовыми нормальными цветками ($6/16$), с розовыми пилорическими цветками ($3/16$), с красными нормальными цветками ($3/16$), с белыми нормальными цветками ($3/16$), с белыми пилорическими цветками ($1/16$).

Задача 19. Решение:

1. *Условие задачи:*

Признак, фенотип	Ген, генотип
Карий цвет глаз	A
Голубой цвет глаз	a
I (0) группа крови	I^0
II (A) группа крови	I^A
III (B) группа крови	I^B
IV (AB) группа крови	I^A, I^B
P: ♀ голубоглазая, I (0) группа крови	aaI^0I^0
♂ кареглазый, IV (AB) группа крови	$A_I^AI^B$
F: голубоглазый с I (0) группой крови	?

2. *Схема решения задачи:*

P: ♀ голубоглазая, I (0) группа крови × ♂ кареглазый, IV (AB) группа крови
 aaI^0I^0 × AaI^AI^B
 G: aI^0 AI^A, AI^B, aI^A, aI^B

F₁:

♂ \ ♀	aI^0
AI^A	AaI^AI^0 карие глаза, II (A) группа крови
AI^B	AaI^BI^0 карие глаза, III (B) группа крови
aI^A	aaI^AI^0 голубые глаза, II (A) группа крови
aI^B	aaI^BI^0 голубые глаза, III (B) группа крови

3. *Объяснение решения задачи:* у мужчины карий цвет глаз, но его мать имела голубые глаза, поэтому по аллели «цвет глаз» он гетерозиготен, его генотип — AaI^0I^0 . Генотип женщины — aaI^0I^0 . В этой семье дети не могут унаследовать I (0) группу крови, а голубой цвет глаз могут (50%).

4. *Ответ:*

1) генотипы родителей: ♀ (голубоглазая, I (0) группа крови) — aaI^0I^0 (гаметы aI^0), ♂ (кареглазый, IV (AB) группа крови) — AaI^AI^B (гаметы AI^A , AI^B , aI^A , aI^B);

2) генотипы и фенотипы детей: AaI^AI^0 (карие глаза, II (A) группа крови), AaI^BI^0 (карие глаза, III (B) группа крови), aaI^AI^0 (голубые глаза, II (A) группа крови), aaI^BI^0 (голубые глаза, III (B) группа крови);

3) ребёнок с генотипом aaI^0I^0 родиться не может.

Задача 20. Решение:

1. *Условие задачи:*

Признак, фенотип	Ген, генотип
Нормальный обмен веществ	A
Сахарный диабет	a
P: ♀ здорова	$A_$
♂ здоров	$A_$
F: ♀ больна сахарным диабетом	?

2. *Схема решения задачи:*

P: ♀ здорова	×	♂ здоров
Aa		Aa
G: A, a		A, a
F ₁ : 1 AA	:	2 Aa
здоров	:	1 aa
		болен сахарным диабетом

3. *Объяснение решения задачи:* так как у здоровых родителей появился ребёнок, страдающий сахарным диабетом, можно сделать вывод, что родители гетерозиготны и имеют генотип Aa. В этой семье родиться здоровый ребёнок может с вероятностью 75%.

4. *Ответ:*

1) генотипы родителей: Aa (гаметы A, a);

2) генотипы и фенотипы потомков: 1 AA : 2 Aa : 1 aa;

3 (здоровые): 1 (больные сахарным диабетом);

3) здоровый ребёнок в этой семье родиться может с вероятностью 75%.

Задача 21. Решение:

1. Условие задачи:

Признак, фенотип	Ген, генотип
Пурпурная окраска венчика	A
Белая окраска венчика	a
Колючие семенные коробочки	B
Гладкие семенные коробочки	b
P: ♀ пурпурные цветки и гладкие коробочки	A ₁ bb
♂ белые цветки и колючие коробочки	aaB ₁
F: 394 пурпурные цветки и колючие коробочки	?
402 пурпурные цветки и гладкие коробочки	?

2. Схема решения задачи:

P: ♀ пурпурные цветки, гладкие коробочки	×	♂ белые цветки, колючие коробочки
AAbb		aaBb
G: Ab		aB, ab
F ₁ : AaBb	:	Aabb
пурпурные цветки, колючие коробочки (394)		пурпурные цветки, гладкие коробочки (402)

3. Объяснение решения задачи: так как у потомков венчик имеет только пурпурную окраску, можно сделать вывод, что родительская форма с пурпурными цветками по этому признаку гомозиготна. А по форме семенных коробочек другая родительская форма гетерозиготна — у потомков происходит расщепление по этой аллели в соотношении приблизительно 1 : 1.

4. Ответ:

- 1) генотипы родителей: ♀ AAbb (пурпурные цветки и гладкие коробочки), ♂ aaBb (белые цветки и колючие коробочки);
- 2) генотипы потомства: AaBb (пурпурные цветки и колючие коробочки), Aabb (пурпурные цветки и гладкие коробочки);
- 3) характер наследования признаков — независимое наследование.

Задача 22. Решение:

1. Условие задачи:

Признак, фенотип	Ген, генотип
Тёмные пятна	A
Светлые пятна	a
P: ?	

F: 420 лягушат с тёмными пятнами		A_
80 лягушат со светлыми пятнами		aa

2. *Схема решения задачи:*

Количество особей в популяции — $420 + 80 = 500$.

Частота встречаемости лягушат со светлыми пятнами — $q^2 = 80 : 500 = 0,16$.

Частота встречаемости гена «светлые пятна» (a) — $q = \sqrt{q^2} = 0,4$.

По уравнению: $p + q = 1$.

Частота встречаемости гена «тёмные пятна» (A) — $p = 1 - q$

$$p = 1 - 0,4 = 0,6.$$

Количество гетерозигот (носителей гена «светлые пятна»):

$$2pq = 2 \times 0,6 \times 0,4 = 0,48, \text{ или } 48\%.$$

3. *Объяснение решения задачи:* для решения задачи используется закон Харди — Вайнберга.

4. *Ответ:*

- 1) число особей в популяции — 500;
- 2) частота встречаемости рецессивного гена (светлые пятна) — 0,16;
- 3) количество гетерозигот (носителей гена «светлые пятна») — 48%.

Задача 23. Решение:

1. *Условие задачи:*

Признак, фенотип	Ген, генотип
Норма	X ^A
Патология	X ^a
P: ♀ больна	X ^a X ^a
♂ здоров	X ^A Y
F ₁ : 2 ♀ здоровы, 1 ♂ болен	?
F ₂ : ♀ больна, ♀ здорова, ♂ болен, ♂ здоров	?

2. *Схема решения задачи:*

P: ♀ больна	×	♂ здоров	
X ^a X ^a		X ^A Y	
G: X ^a		X ^A , Y	
F ₁ : ♀ X ^A X ^a	:	♀ X ^A X ^a	:
здорова		здорова	:
(носитель гена патологии)		(носитель гена патологии)	:
			♂ X ^a Y
			болен

F_2 : ♀ X^aX^a : ♂ X^aY : ♂ X^AY : ♀ X^AX^a
 больна болен здоров здорова, носитель
 гена патологии

3. *Объяснение решения задачи:* анализ родословной позволяет сделать следующий вывод: признак рецессивный, сцеплен с полом, так как признак передался от матери сыну, а дочери оказались здоровыми. Девочки (первое поколение) в этой семье являются носителями гена исследуемого признака, мальчик — болен. Во втором поколении: двое детей (сын и дочь) больны, двое (сын и дочь) здоровы, но девочка является носителем гена исследуемого признака.

4. *Ответ:*

- 1) признак рецессивный, сцеплен с полом;
- 2) генотипы детей первого поколения: девочки — носители гена патологии (генотип X^AX^a), мальчик болен (генотип X^aY);
- 3) генотипы детей второго поколения: девочки — X^AX^a (здорова, носитель гена патологии), X^aX^a (больна); мальчики — X^AY (здоров), X^aY (болен).

Задача 24. Решение:

1. *Условие задачи:*

Признак, фенотип	Ген, генотип
Нормальное цветовое зрение	X^D
Дальтонизм (цветовая слепота)	X^d
Волосатые уши (гипертрихоз)	Y^z
Р: ♀ дальтоник	X^dX^d
♂ нормальное цветовое зрение, с волосатыми ушами (гипертрихоз)	X^DY^z
F: ?	?

2. *Схема решения задачи:*

Р: ♀ дальтоник	×	♂ нормальное цветовое зрение, волосатые уши (гипертрихоз)
X^dX^d		X^DY^z
G: X^d		X^D, Y^z
F_1 : ♀ X^DX^d	:	♂ X^dY^z
♀ здоровы, носители гена дальтонизма		♂ дальтоники с волосатыми ушами

3. *Объяснение решения задачи:* женщина страдает дальтонизмом, её генотип — X^dX^d . Мужчина имеет волосатые уши и нормальное цветовое зре-

ние, его генотип — $X^D Y^z$. Дети в этой семье могут страдать обоими дефектами (только мальчики), девочки здоровы, но являются носителями гена дальтонизма.

4. *Ответ:*

1) генотипы родителей: ♀ — $X^d X^d$ (гаметы — X^d),

♂ — $X^D Y^z$ (гаметы — X^D , Y^z);

2) генотипы потомков: ♀ — $X^D X^d$, ♂ — $X^d Y^z$;

3) фенотипы потомков: ♀ — здоровы, носители гена дальтонизма,

♂ — дальтоники с волосатыми ушами.

Задача 25. Решение:

1. *Условие задачи:*

Признак, фенотип	Ген, генотип
Карие глаза	A
Голубые глаза	a
Близорукость	B
Нормальное зрение	b
P: ♀ близорукая, кареглазая	A_B_
♂ близорукий, кареглазый	A_B_
F: голубоглазый с нормальным зрением	?

2. *Схема решения задачи:*

P: ♀ близорукая, кареглазая	×	♂ близорукий, кареглазый
AaBb		AaBb
G: AB, Ab, aB, ab		AB, Ab, aB, ab
F ₁ : 9 A_B_ : 3 A_bb : 3 aaB_ : 1 aabb		голубые голубые
близорукие карие глаза,		голубые голубые
с карими нормальное		глаза, глаза,
глазами зрение		близорукость нормальное зрение

3. *Объяснение решения задачи:* так как у родителей, имеющих доминантные признаки, появился ребёнок с рецессивными признаками, можно сделать вывод, что родители дигетерозиготны и имеют генотип AaBb. Согласно III закону Г. Менделя, в этой семье могут родиться дети: с карими глазами, близорукие (9/16); с карими глазами и нормальным зрением (3/16); с голубыми глазами, близорукие (3/16); с голубыми глазами и нормальным зрением (1/16).

4. *Ответ:*

- 1) генотипы родителей: AaBb (гаметы AB, Ab, aB, ab);
- 2) генотип ребёнка с голубыми глазами и нормальным зрением — aabb;
- 3) фенотипы возможных потомков — близорукие с карими глазами (9/16), близорукие с голубыми глазами (3/16), кареглазые с нормальным зрением (3/16); голубоглазые с нормальным зрением (1/16).

Задача 26. Решение:

1. *Условие задачи:*

Признак, фенотип	Ген, генотип
Нормальное цветовое зрение	X^D
Дальтонизм	X^d
P: ♀ здорова, носительница гена дальтонизма	X^DX^d
♂ здоров	X^DY
F: ♂ — ?	?
Вероятность рождения сына-дальтоника	?

2. *Схема решения задачи:*

P: ♀ здорова, носитель гена дальтонизма	×	♂ здоров
X^DX^d		X^DY
G: X^D, X^d		X^D, Y
F ₁ : ♀ X^DX^D : ♀ X^DX^d : ♂ X^DY : ♂ X^dY		
здорова	здорова, носитель гена дальтонизма	здоров дальтоник

3. *Объяснение решения задачи:* женщина здорова, но является носителем гена дальтонизма, её генотип X^DX^d (гаметы X^D, X^d). Её муж здоров, его генотип X^DY (гаметы X^D, Y). В этой семье мог родиться сын здоровый (генотип X^DY) или страдающий дальтонизмом (генотип X^dY).

4. *Ответ:*

- 1) генотипы родителей: ♀ — X^DX^d (гаметы X^D, X^d),
♂ — X^DY (гаметы X^D, Y);
- 2) генотипы и фенотипы сыновей: X^DY (здоров), X^dY (страдает дальтонизмом);
- 3) вероятность того, что сын будет страдать дальтонизмом, составляет 50%.

Задача 27. Решение:

1. Условие задачи:

Признак, фенотип	Ген, генотип
Нормальные уши	?
Оттопыренные уши	?
P: ♀ с оттопыренными ушами	?
♂ с нормальными ушами	?
F ₁ : ♀ с оттопыренными ушами	?
♀ с нормальными ушами	?
F ₂ : ♂ с нормальными ушами	?
♂ с оттопыренными ушами	?

2. Схема решения задачи:

P: ♀ оттопыренные уши	×	♂ нормальные уши
aa		Aa
G: a		A, a
F ₁ : Aa	:	aa
нормальные уши		оттопыренные уши
P ₁ : ♀ нормальные уши	×	♂ нормальные уши
Aa		Aa
G: A, a		A, a
F ₂ : 1 AA	:	2 Aa
нормальные уши	нормальные уши	оттопыренные уши

3. *Объяснение решения задачи:* так как во втором поколении (у сына младшей дочери) появляется признак «оттопыренные уши», можно сделать вывод, что этот признак рецессивный. Следовательно, женщина с оттопыренными ушами имеет генотип aa, её муж (с нормальными ушами) имеет генотип Aa. Их дочери (первое поколение): старшая с оттопыренными ушами (генотип aa), младшая с нормальными ушами (генотип Aa). Муж младшей дочери с нормальными ушами (генотип Aa). Их сыновья (второе поколение): старший сын с оттопыренными ушами (генотип aa), младший — с нормальными (генотип Aa или AA).

4. Ответ:

- 1) генотины родителей: ♀ — aa (с оттопыренными ушами), ♂ — Aa (с нормальными ушами);
- 2) характер наследования признака — рецессивный, с полом не сцеплен;
- 3) генотипы детей: первое поколение ♀ — aa, Aa ; второе поколение ♂ — aa, Aa (или AA).

Задача 28. Решение:

1. Условие задачи:

Признак, фенотип	Ген, генотип
Нормальное цветовое зрение	X^D
Дальтонизм	X^d
P: ♀ здорова	$X^D X^D$
♂ дальтоник	$X^d Y$
F ₁ : 2 ♀ — ?	?
2 ♂ — ?	?

2. Схема решения задачи:

P: ♀ здорова $X^D X^D$	×	♂ дальтоник $X^d Y$
G: X^D		X^d, Y
F ₁ : 2 ♀ $X^D X^d$ здоровы, носительницы гена дальтонизма	:	2 ♂ $X^D Y$ здоровы

3. Объяснение решения задачи: ген дальтонизма рецессивный и локализован в X-хромосоме. Мать здорова, и её родители не страдали дальтонизмом, следовательно, её генотип — $X^D X^D$. Отец страдает цветовой слепотой, его генотип — $X^d Y$. В этой семье: все девочки здоровы, но являются носительницами гена дальтонизма, их генотип — $X^D X^d$, а мальчики здоровы и имеют генотип $X^D Y$.

4. Ответ:

- 1) генотипы родителей: ♀ — $X^D X^D$ (гаметы X^D),
♂ — $X^d Y$ (гаметы X^d, Y);
- 2) генотипы детей: ♀ (генотип $X^D X^d$), ♂ (генотип $X^D Y$);
- 3) фенотипы детей: ♀ (здоровы, носительницы гена дальтонизма),
♂ (здоровы).

Задача 29. Решение:

1. Условие задачи:

Признак, фенотип	Ген, генотип
Серое тело	A
Чёрное тело	a
Нормальные крылья	B

Зачаточные крылья	b
P: ♀ чёрное тело, зачаточные крылья	aabb
♂ серое тело, нормальные крылья	AaBb
F ₁ : ?	?

2. Схема решения задачи:

P: ♀ чёрное тело, зачаточные крылья	×	♂ серое тело, нормальные крылья
aabb		AaBb
G: ab		AB, ab
F ₁ : AaBb	:	aabb
серое тело, нормальные крылья		чёрное тело, зачаточные крылья

3. Объяснение решения задачи: так как самец дигетерозиготен, то его генотип — AaBb, а самка имеет оба признака в рецессивном состоянии, её генотип — aabb. Признаки попарно сцеплены (A + B и a + b), и кроссинговер между ними не происходит. Поэтому у самки образуется один сорт гамет (ab), а у дигетерозиготного самца — 2 сорта гамет (AB, ab). У потомства проявятся рецессивные (50%) и доминантные (50%) признаки.

4. Ответ:

- 1) генотипы родителей: ♀ — aabb (чёрное тело, зачаточные крылья), ♂ — AaBb (серое тело, нормальные крылья);
- 2) генотипы детей: AaBb, aabb;
- 3) фенотипы детей: серое тело, нормальные крылья (50%); чёрное тело, зачаточные крылья (50%).

Задача 30. Решение:

1. Условие задачи:

Признак, фенотип	Ген, генотип
Пурпурные цветки	K
Белые цветки	k
Колючие коробочки	R
Гладкие коробочки	r
P: ♀ пурпурные цветки, гладкие коробочки	K_гг
♂ пурпурные цветки, колючие коробочки	K_R_
F ₁ : пурпурные цветки, гладкие коробочки	K_гг
пурпурные цветки, колючие коробочки	K_R_

белые цветки, колючие коробочки
 белые цветки, гладкие коробочки

kkR_
 kkrr

2. Схема решения задачи:

P: ♀ пурпурные цветки, гладкие коробочки × ♂ пурпурные цветки, колючие коробочки

Kkrr

KkRr

G: K_r, k_r

KR, K_r, kR, kr

F₁:

♂ \ ♀	K _r	kr
KR	KKR _r пурпурные цветки, колючие коробочки	KkRr пурпурные цветки, колючие коробочки
K _r	KK _{rr} пурпурные цветки, гладкие коробочки	Kk _{rr} пурпурные цветки, гладкие коробочки
kR	KkRr пурпурные цветки, колючие коробочки	kkRr белые цветки, колючие коробочки
kr	Kk _{rr} пурпурные цветки, гладкие коробочки	kk _{rr} белые цветки, гладкие коробочки

Расщепление по фенотипу : 3/8 пурпурные цветки, колючие коробочки : 3/8 пурпурные цветки, гладкие коробочки : 1/8 белые цветки, колючие коробочки : 1/8 белые цветки, гладкие коробочки

Расщепление по генотипу : 3 K_rRr : 3 K_rrr : 1 kkRr : 1 kkrr

3. *Объяснение решения задачи:* так как у потомков наблюдается расщепление признаков по цвету венчика и форме коробочек, можно сделать вывод, что у родительских форм доминантные признаки находятся в гетерозиготном состоянии. Признаки наследуются независимо друг от друга и не сцеплены с полом. Тип скрещивания — дигибридное.

4. *Ответ:*

1) генотипы родителей: ♀ — KkГг (гаметы Kг, kГ),

♂ — KkRr (гаметы KR, Kг, kR, kr);

2) генотипы потомков: 3 K_Rg (пурпурные цветки, колючие коробочки), 3 K_гг (пурпурные цветки, гладкие коробочки), 1kkRr (белые цветки, колючие коробочки), 1 kkgг (белые цветки, гладкие коробочки);

3) характер наследования признаков и тип скрещивания — независимое наследование, дигибридное скрещивание.

Задача 31. Решение:

1. *Условие задачи:*

Признак, фенотип	Ген, генотип
Нормальное цветовое зрение	X^D
Дальтонизм	X^d
P: ♀ здорова	$X^D X^d$
♂ здоров	$X^D Y$
F ₁ : здоровы	?
♂ — дальтоник	$X^d Y$

2. *Схема решения задачи:*

P: ♀ здорова $X^D X^d$	×	♂ дальтоник $X^d Y$
G: X^D, X^d		X^D, Y
F ₁ : ♀ $X^D X^d$ здоровы, носительницы гена дальтонизма	:	♀ $X^D X^D$ здоровы
	:	♂ $X^D Y$ здоровы
	:	♂ $X^d Y$ дальтоники

3. *Объяснение решения задачи:* ген дальтонизма рецессивный и локализован в X-хромосоме. Мать и отец здоровы. Так как в семье появился сын дальтоник, следовательно, мать является носителем гена дальтонизма. Ген дальтонизма передаётся от матери к сыну по принципу кресс-кросс наследования.

4. *Ответ:*

1) ген дальтонизма рецессивный, локализован в X-хромосоме, кресс-кросс наследование;

2) генотипы родителей: ♀ — $X^D X^d$ (гаметы X^D, X^d), ♂ — $X^D Y$ (гаметы X^D, Y);

3) генотипы детей — девочки: X^DX^D (здоровы), X^DX^d (здоровы, носительницы гена дальтонизма); мальчики: X^DY (здоровы), X^dY (дальтоники).

Задача 32. Решение:

1. Условие задачи:

Признак, фенотип	Ген, генотип
Норма	A
Исследуемый признак	a
P: ♀ с проявлением исследуемого признака	aa
♂ норма	A ₋
F ₁ : ♀ норма	?
♂ норма	?

2. Схема решения задачи:

P: ♀ с проявлением исследуемого признака	×	♂ норма
aa		Aa или AA
G: a		A, a или A
F ₁ : ♀ Aa	:	♂ Aa
норма		норма

3. *Объяснение решения задачи:* анализ родословной показывает, что признак рецессивный. Генотип матери — aa (фенотипически проявляется исследуемый признак), генотип отца — AA или Aa (исследуемый признак фенотипически не проявляется). Дети (дочь и сын) гетерозиготны, их генотип Aa, исследуемый признак не проявляется фенотипически.

4. *Ответ:*

- 1) признак рецессивный;
- 2) генотипы родителей: ♀ — aa (гаметы a),
♂ — AA или Aa (гаметы A или A, a);
- 3) генотипы детей первого поколения: ♀ (генотип Aa), ♂ (генотип Aa).

Задача 33. Решение:

1. Условие задачи:

Признак, фенотип	Ген, генотип
Норма	X^A
Исследуемый признак	X^a
P: ♀ здорова	X^AX^-
♂ здоров	X^AY

F_1 : ♂ с проявлением исследуемого признака		?
F_2 : ♀ норма		?
♂ норма		?

2. *Схема решения задачи:*

P : ♀ здорова, носитель гена исследуемого признака	×	♂ здоров
$X^A X^a$		$X^A Y$
G :		X^A, Y
F_1 : ♂ с проявлением исследуемого признака		
$X^a Y$		
F_2 : ♀ здорова	:	♂ здоров
$X^A X^A$ или $X^A X^a$		$X^A Y$

3. *Объяснение решения задачи:* как показывает анализ родословной, исследуемый признак рецессивный, сцеплен с полом, локализован в X-хромосоме. Мать не имеет фенотипического проявления исследуемого признака, но так как передаёт этот ген сыну, она является носителем гена исследуемого признака (генотип $X^A X^a$), отец здоров (генотип $X^A Y$).

4. *Ответ:*

- 1) характер проявления признака: признак рецессивный, сцеплен с полом, локализован в X-хромосоме;
- 2) генотипы родителей: ♀ — $X^A X^a$ (гаметы X^A, X^a), ♂ — $X^A Y$ (гаметы X^A, Y);
- 3) генотип детей первого поколения: ♂ $X^a Y$; генотипы детей второго поколения: ♀ $X^A X^A$ или $X^A X^a$, ♂ $X^A Y$.

Задача 34. *Решение:*

1. *Условие задачи:*

Признак, фенотип	Ген, генотип
Наличие гребня	C
Отсутствие гребня	c
Оперённые ноги	D
Голые ноги	d
P : ♀ с гребнем и оперёнными ногами (дигетерозиготная)	CcDd
♂ с гребнем и голыми ногами (гомозиготный)	CCdd
F_1 : ?	?
Вероятность появления потомков с признаками родителей	?

2. Схема решения задачи:

P: ♀ с гребнем и оперёнными ногами CcDd × ♂ с гребнем и голыми ногами CCdd
 G: CD, Cd, cD, cd Cd

F ₁ : ♂ \ ♀	CD	Cd	cD	cd
Cd	CCDd с гребнем, оперённые ноги	CCdd с гребнем, голые ноги	CcDd с гребнем, оперённые ноги	Ccdd с гребнем, голые ноги

Расщепление по фенотипу : 1/2 с гребнем и оперёнными ногами : 1/2 с гребнем и голыми ногами
 Расщепление по генотипу : 1 C_D_ : 1 C_dd

3. Объяснение решения задачи: петух гомозиготен (генотип CCdd, гаметы Cd); курица дигетерозиготна (генотип CcDd, гаметы CD, Cd, cD, cd). В первом поколении наблюдается расщепление по фенотипу 1/2 : 1/2, с гребнем и оперёнными ногами : с гребнем и голыми ногами. Вероятность появления птиц с признаками родителей 50%: 50%, или 1 : 1.

4. Ответ:

- 1) генотипы родителей: ♀ — CcDd (гаметы CD, Cd, cD, cd), ♂ — CCdd (гаметы Cd);
- 2) генотипы и фенотипы гибридов первого поколения: C_D_ (с гребнем и оперёнными ногами), C_dd (с гребнем и голыми ногами);
- 3) вероятность появления признаков родителей у потомков — 50%: 50%, или 1 : 1.

Задача 35. Решение:

1. Условие задачи:

Признак, фенотип	Ген, генотип
Чёрное оперение	R
Красное оперение	r
Наличие гребня	S
Отсутствие гребня	s
P: ♀ чёрная без гребня	R _{ss}
♂ красный с гребнем	rrS _{__}

F₁: 50% с чёрным оперением и гребнем | ?
 50% с красным оперением и гребнем | ?

2. Схема решения задачи:

P: ♀ чёрная без гребня × ♂ красный с гребнем
 Rrss rrSS
 G: Rs, rs rS
 F₁: RrSs : rrSs
 чёрные с гребнем : красные с гребнем
 G: RS, rS, Rs, rs rS, rs

F ₂ :	♂ \ ♀	RS	rS	Rs	rs
	rS	RrSS чёрные с гребнем	rrSS красные с гребнем	RrSs чёрные с гребнем	rrSs красные с гребнем
	rs	RrSs чёрные с гребнем	rrSs красные с гребнем	Rrss чёрные без гребня	rrss красные без гребня

Расщепление : 3/8 чёрные : 3/8 красные : 1/8 чёрные : 1/8 красные
 по фенотипу в F₂; с гребнем с гребнем без гребня без гребня

3. Объяснение решения задачи: так как в первом поколении произошло расщепление признака — окраска оперения по фенотипу в соотношении 1 : 1, можно сделать вывод, что петух по этому признаку гомозиготен, а курица — гетерозиготна. Всё потомство имеет гребень, следовательно, петух и курица по этому признаку гомозиготны и имеют генотипы — ♂ rrSS, ♀ Rrss. Во втором поколении вероятность появления птиц с чёрным оперением и гребнем составляет 3/8, или 37,5%.

4. Ответ:

- 1) генотипы родителей: ♀ — Rrss (гаметы Rs, rs), ♂ — rrSS (гаметы rS);
- 2) генотипы и фенотипы гибридов первого поколения: RrSS (чёрные с гребнем), rrSs (красные с гребнем);
- 3) вероятность появления во втором поколении чёрных птиц с гребнем — 3/8, или 37,5%.

(голубоглазые с длинными ресницами), aabb (голубоглазые с короткими ресницами);

3) вероятность рождения детей с голубыми глазами и длинными ресницами — 25%.

Задача 37. Решение:

1. Условие задачи:

Признак, фенотип	Ген, генотип
Чёрная окраска щетины	A
Рыжая окраска щетины	a
Длинная щетина	B
Короткая щетина	b
P: ♀ дигомозиготная	aabb
♂ дигетерозиготный	AaBb
F ₁ : ?	?
Вероятность появления потомков с признаками самки	?

2. Схема решения задачи:

P: ♀ рыжая с короткой щетиной	×	♂ чёрный с длинной щетиной		
aabb		AaBb		
G:	ab	AB, ab, Ab, aB		
F ₁ :	AaBb	: Aabb	: aaBb	: aabb
	чёрная	чёрная	рыжая	рыжая
	длинная	короткая	длинная	короткая
	щетина	щетина	щетина	щетина

3. **Объяснение решения задачи:** так как самка дигомозиготна, то её генотип — aabb. Самец имеет оба признака в гетерозиготном состоянии, и его генотип — AaBb. Признаки попарно не сцеплены, кроссинговер не происходит, они наследуются независимо друг от друга. Следовательно, у самки образуется один тип гамет (ab), а у самца — четыре типа гамет (AB, Ab, aB, ab). У потомков возможны следующие генотипы и фенотипы: AaBb (чёрная длинная щетина), Aabb (чёрная короткая щетина), aaBb (рыжая длинная щетина), aabb (рыжая короткая щетина). Вероятность появления потомков с признаками самки — 25%.

4. Ответ:

1) генотипы родителей: ♀ — aabb (рыжая короткая щетина), ♂ — AaBb (чёрная длинная щетина);

2) генотипы и фенотипы потомков: AaBb (чёрная длинная щетина), Aabb (чёрная короткая щетина), aaBb (рыжая длинная щетина), aabb (рыжая короткая щетина);

3) вероятность появления потомков с признаками самки — 25%.

Задача 38. Решение:

1. *Условие задачи:*

Признак, фенотип	Ген, генотип
Тёмный цвет волос	A
Светлый цвет волос	a
Карие глаза	B
Голубые глаза	b
P: ♀ кареглазая (гетерозиготная) со светлыми волосами	aaBb
♂ темноволосый (гетерозиготный) с голубыми глазами	Aabb
F ₁ : ?	?

2. *Схема решения задачи:*

P: ♀ карие глаза, светлые волосы aaBb × ♂ голубые глаза, тёмные волосы Aabb
 G: aB, ab Ab, ab

F ₁ : ♂ \ ♀	aB	ab
Ab	AaBb карие глаза, тёмные волосы	Aabb голубые глаза, тёмные волосы
ab	aaBb карие глаза, светлые волосы	aabb голубые глаза, светлые волосы

3. *Объяснение решения задачи:* женщина гетерозиготна по цвету глаз, её генотип — aaBb (гаметы aB, ab), а мужчина гетерозиготен по цвету волос, его генотип Aabb (гаметы Ab, ab). В этой семье могут родиться дети, имеющие карие глаза и тёмные волосы, карие глаза и светлые волосы, голубые глаза и тёмные волосы, голубые глаза и светлые волосы. Вероятность рождения в этой семье голубоглазого светловолосого ребёнка (генотип aabb) — 25%.

4. *Ответ:*

1) генотипы родителей: ♀ — aaBb (карие глаза, светлые волосы), ♂ — Aabb (голубые глаза, тёмные волосы);

2) генотипы и фенотипы возможных потомков: AaBb (кареглазые с тёмными волосами), Aabb (голубоглазые с тёмными волосами), aaBb (кареглазые со светлыми волосами), aabb (голубоглазые со светлыми волосами);

3) вероятность рождения детей с голубыми глазами и светлыми волосами — 25%.

Задача 39. Решение:

1. *Условие задачи:*

Признак, фенотип	Ген, генотип
Отсутствие малых коренных зубов	A
Наличие малых коренных зубов	a
Гипертрихоз	Y*
P: ♀ наличие малых коренных зубов, не страдает гипертрихозом	aaXX
♂ не имеет малых коренных зубов (гомозиготен), гипертрихоз	AAXY*
F ₁ : ?	?

2. *Схема решения задачи:*

P: ♀ наличие малых коренных зубов, не страдает гипертрихозом	×	♂ не имеет малых коренных зубов, гипертрихоз
G: aaXX		AAXY*
G: aX		AX, AY*
F ₁ : ♀ AaXX	:	♂ AaXY*
малых коренных зубов нет, не страдает гипертрихозом		малых коренных зубов нет, гипертрихоз

3. *Объяснение решения задачи:* генотип женщины — aaXX (она имеет малые коренные зубы (рецессивный признак), и в её генотипе отсутствует Y-хромосома). Генотип мужчины AaXY* (он гомозиготен по отсутствию малых коренных зубов и страдает гипертрихозом — в генотипе мужчины присутствует Y-хромосома, определяющая мужской пол). От этого брака могут родиться дети с отсутствием малых коренных зубов (100%), половина из них будет страдать гипертрихозом (это мальчики). Вероятность рождения здорового мальчика по двум признакам — 0%.

4. *Ответ:*

1) генотипы родителей:

♀ — aaXX (имеет малые коренные зубы, не страдает гипертрихозом; гаметы aX),

♂ — AaXY* (отсутствуют малые коренные зубы, гипертрихоз; гаметы AX, AY*);

2) генотипы и фенотипы детей:

♀ AaXX (без малых коренных зубов, не страдающая гипертрихозом),

♂ AaXY* (без малых коренных зубов, страдающий гипертрихозом);

3) вероятность рождения здорового мальчика по двум признакам — 0%.

Задача 40*. Решение:

1. Условие задачи:

Признак, фенотип	Ген, генотип
Норма	?
Исследуемый признак	?
P: ♀ норма	?
♂ норма	?
F ₁ : ♀ норма	?
♀ с исследуемым признаком	?
F ₂ : ♂ с исследуемым признаком	?
♂ норма	?
♀ норма	?

2. Схема решения задачи:

1-й вариант решения задачи

P: ♀ норма × ♂ норма
 Aa Aa
 G: A, a A, a
 F₁: ♀ Aa : ♂ aa
 норма проявление исследуемого признака
 F₂: ♂ aa : ♂ Aa : ♀ Aa
 проявление исследуемого : норма норма
 признака

2-й вариант решения задачи*

P: ♀ норма × ♂ норма
 X^AX^a X^AY
 G: X^A, X^a X^A, Y
 F₁: ♀ X^AX^a : ♂ X^aY
 норма, носитель с проявлением исследуемого
 гена исследуемого признака

$F_2:$ $\text{♂ } X^aY$ проявление исследуемого признака	:	$\text{♂ } X^AY$ норма	:	$\text{♀ } X^AX^a$ норма, носитель гена исследуемого признака
--	---	---------------------------	---	--

3. *Объяснение решения задачи:* анализ родословной позволяет сделать следующий вывод: задача имеет два варианта решения. Первый вариант: исследуемый признак — рецессивный, не сцеплен с полом, так как в первом поколении у родителей, не имеющих фенотипического проявления исследуемого признака, родился сын, у которого этот признак проявляется фенотипически. Во втором поколении в семье дочери с отсутствием исследуемого признака родился сын, имеющий исследуемый признак, а в семье сына (с проявлением исследуемого признака) родились дочь и сын, которые не имеют данного признака. Второй вариант: исследуемый признак — рецессивный, сцеплен с полом, локализован в X-хромосоме. Родители: мать здорова, но является носителем гена исследуемого признака и передаёт этот ген сыну (первое поколение), а дочь (первое поколение) здорова, но так же, как мать, является носителем гена исследуемого признака. Во втором поколении у дочери рождается сын с фенотипическим проявлением исследуемого признака, а в семье сына появляются здоровые дети, дочь является носителем гена исследуемого признака.

* В схеме решения задачи указаны только генотипы представленных в родословной потомков первого поколения, а не все возможные в данном случае.

4. *Ответ (1-й вариант):*

- 1) характер наследования признака: рецессивный, не сцеплен с полом;
- 2) генотипы родителей: ♀ — Aa (норма), ♂ — Aa (норма);
- 3) генотипы детей первого поколения: ♀ Aa (норма), ♂ aa (с проявлением исследуемого признака); генотипы детей второго поколения — ♂ aa (с проявлением исследуемого признака), ♀ Aa (норма), ♂ Aa (норма).

Ответ (2-й вариант):

- 1) характер наследования признака: рецессивный, сцеплен с полом;
- 2) генотипы родителей: ♀ — X^AX^a (норма, носитель гена исследуемого признака), ♂ — X^AY (норма);
- 3) генотипы детей первого поколения: ♀ X^AX^a (норма, носитель гена исследуемого признака), ♂ X^AY (с проявлением исследуемого признака); генотипы детей второго поколения: ♂ X^AY (с проявлением исследуемого признака), ♀ X^AX^a (норма, носитель гена исследуемого признака), ♂ X^AY (норма).

Задача 41*. Решение:

1. Условие задачи:

Признак, фенотип	Ген, генотип
Наличие сумки на брюхе	A
Отсутствие сумки на брюхе	a
Голые крылья	X ^B
Мохнатые крылья	X ^b
P: ♀ с сумкой на брюхе (гетерозиготна) и мохнатыми крыльями	AaX ^b Y
♂ без сумки на брюхе и с голыми крыльями (дигомозиготен)	aaX ^B X ^B
F ₁ : ?	?

2. Схема решения задачи:

P: ♀ с сумкой на брюхе, мохнатые крылья × ♂ без сумки на брюхе, голые крылья
 AaX^bY aaX^BX^B
 G: AX^b, AY, aX^b, aY aX^B

F₁:

♂ \ ♀	Ax ^b	aX ^b	AY	aY
aX ^B	AaX ^B X ^b ♂ с сумкой на брюхе, голые крылья	aaX ^B X ^b ♂ без сумки на брюхе, голые крылья	AaX ^B Y ♀ с сумкой на брюхе, голые крылья	aaX ^B Y ♀ без сумки на брюхе, голые крылья

3. Объяснение решения задачи: самки мохнокрылки по полу гетерогаметны, следовательно, в их генотипе присутствует Y-хромосома (генотип самки AaX^bY), самец по полу гомогаметен, его генотип aaX^BX^B. Самка образует четыре сорта гамет (AX^b, AY, aX^b, aY), а самец — один сорт (AX^B). У всех потомков будут голые крылья, у половины — наличие сумки на брюхе, у другой половины — её отсутствие, их них 50% — самки, 50% — самцы.

4. Ответ:

1) генотипы родителей: ♀ — AaX^bY, ♂ — aaX^BX^B (без сумки с голыми крыльями; гаметы aX^B);

2) генотипы потомков: ♀ AaX^BY (с сумкой на брюхе и голыми крыльями), ♀ aaX^BY (без сумки на брюхе и с голыми крыльями); ♂ AaX^BX^b (с сумкой на брюхе и голыми крыльями), ♂ aaX^BX^b (без сумки на брюхе и с голыми крыльями);

3) генотипы и фенотипы потомков второго поколения: 1АА (рыжий цвет шерсти), 2 Аа (рыжий цвет шерсти), 1 аа (серебристый цвет шерсти); 25% потомков второго поколения будут иметь серебристую окраску шерсти.

Задача 43*. Решение:

1. Условие задачи:

Признак, фенотип	Ген, генотип
Короткий яйцеклад	А
Длинный яйцеклад	а
Одна ноздря на хвосте	X ^B
Две ноздри на хвосте	X ^b
Р: ♀ короткий яйцеклад, одна ноздря на хвосте	AaX ^B X ^b
♂ короткий яйцеклад, две ноздри на хвосте	AaX ^b Y
F ₁ : ?	?

2. Схема решения задачи:

Р: ♀ короткий яйцеклад, одна ноздря на хвосте \times ♂ короткий яйцеклад, две ноздри на хвосте
 AaX^BX^b AaX^bY
 G: AX^B, AX^b, aX^B, aX^b AX^b, AY, aX^b, aY

F₁:

♂ \ ♀	AX ^B	AX ^b	aX ^B	aX ^b
AX ^b	♀ AAX ^B X ^b короткий яйцеклад, одна ноздря на хвосте	♀ AAX ^b X ^b короткий яйцеклад, две ноздри на хвосте	♀ AaX ^B X ^b короткий яйцеклад, одна ноздря на хвосте	♀ AaX ^b X ^b короткий яйцеклад, две ноздри на хвосте
AY	♂ AAX ^B Y короткий яйцеклад, одна ноздря на хвосте	♂ AAX ^b Y короткий яйцеклад, две ноздри на хвосте	♂ AaX ^B Y короткий яйцеклад, одна ноздря на хвосте	♂ AaX ^b Y короткий яйцеклад, две ноздри на хвосте
aX ^b	♀ AaX ^B X ^b короткий яйцеклад, одна ноздря на хвосте	♀ AaX ^b X ^b короткий яйцеклад, две ноздри на хвосте	♀ aaX ^B X ^b длинный яйцеклад, одна ноздря на хвосте	♀ aaX ^b X ^b длинный яйцеклад, две ноздри на хвосте
aY	♂ AaX ^B Y короткий яйцеклад, одна ноздря на хвосте	♂ AaX ^b Y короткий яйцеклад, две ноздри на хвосте	♂ aaX ^B Y длинный яйцеклад, одна ноздря на хвосте	♂ aaX ^b Y длинный яйцеклад, две ноздри на хвосте

3. *Объяснение решения задачи:* самец и самка гетерозиготны, их генотипы: ♀ — AaX^BX^b (гаметы AX^B , AX^b , aX^B , aX^b), ♂ — AaX^bY (гаметы AX^b , AY , aX^b , aY). При скрещивании могут появиться потомки со следующими признаками: ♀ — короткий яйцеклад и одна ноздря на хвосте (3/16), короткий яйцеклад и две ноздри на хвосте (3/16), длинный яйцеклад и одна ноздря на хвосте (1/16), длинный яйцеклад и две ноздри на хвосте (1/16); ♂ — короткий яйцеклад и одна ноздря на хвосте (3/16), короткий яйцеклад и две ноздри на хвосте (3/16), длинный яйцеклад и одна ноздря на хвосте (1/16), длинный яйцеклад и две ноздри на хвосте (1/16). Вероятность появления самца шершули с длинным яйцекладом и одной ноздрей на хвосте — 1/16 (6, 25%).

4. *Ответ:*

1) генотипы родителей: ♀ — AaX^BX^b (гаметы AX^B , AX^b , aX^B , aX^b),
♂ — AaX^bY (гаметы AX^b , AY , aX^b , aY);

2) генотипы и фенотипы потомков — ♀: короткий яйцеклад и одна ноздря на хвосте (3/16, генотип $A_X^BX^{-}$), короткий яйцеклад и две ноздри на хвосте (3/16, генотип $A_X^bX^b$), длинный яйцеклад и одна ноздря на хвосте (1/16, генотип aaX^BX^{-}), длинный яйцеклад и две ноздри на хвосте (1/16, генотип aaX^bX^b), ♂: короткий яйцеклад и одна ноздря на хвосте (3/16, генотип A_X^BY), короткий яйцеклад и две ноздри на хвосте (3/16, генотип A_X^bY), длинный яйцеклад и одна ноздря на хвосте (1/16, генотип aaX^BY), длинный яйцеклад и две ноздри на хвосте (1/16, генотип aaX^bY);

3) вероятность появления самца шершули с длинным яйцекладом и одной ноздрей на хвосте — 1/16 (6, 25%).

Задача 44*. Решение:

1. *Условие задачи:*

Признак, фенотип	Ген, генотип
Пугливость	A
Смелость	a
Смышлёность	X^B
Глупость	X^b
P: ♀ пугливая, смышлёная	A_X^BY
♂ пугливый, смышлённый	$A_X^BX^{-}$
F ₁ : 2 смелые, глупые	?

2. Схема решения задачи:

P: ♀ пугливая, смышлёная × ♂ пугливый, смышлёный

AaX^BY AaX^BX^b

G: AX^B, AY, aX^B, aY AX^B, AX^b, aX^B, aX^b

F₁:

♂ \ ♀	AX ^B	AY	aX ^B	aY
AX ^B	♂ AAX ^B X ^B пугливый, смышлёный	♀ AAX ^B Y пугливая, смышлёная	♂ AaX ^B X ^B пугливый, смышлёный	♀ AaX ^B Y пугливая, смышлёная
AX ^b	♂ AAX ^B X ^b пугливый, смышлёный	♀ AAX ^b Y пугливая, глупая	♂ AaX ^B X ^b пугливый, смышлёный	♀ AaX ^b Y пугливая, глупая
aX ^B	♂ AaX ^B X ^B пугливый, смышлёный	♀ AaX ^B Y пугливая, смышлёная	♂ aaX ^B X ^B смелый, смышлёный	♀ aaX ^B Y смелая, смышлёная
aX ^b	♂ AaX ^B X ^b пугливый, смышлёный	♀ AaX ^b Y пугливая, глупая	♂ aaX ^B X ^b смелый, смышлёный	♀ aaX ^b Y смелая, глупая

3. Объяснение решения задачи: так как в потомстве появились свинохвостые лапундэры с альтернативными признаками (смелость и глупость), можно сделать вывод, что родители гетерозиготны. Генотипы родительских форм: ♀ — AaX^BY, ♂ — AaX^BX^b. Потомки с альтернативными признаками (смелые и глупые) только самки (генотип aaX^bY).

4. Ответ:

1) генотипы родителей: ♀ — AaX^BY (пугливая, смышлёная; гаметы AX^B, AY, aX^B, aY), ♂ — AaX^BX^b (пугливый, смышлёный; гаметы AX^B, AX^b, aX^B, aX^b);

2) генотипы и фенотипы потомков — ♀: пугливая и смышлёная (3/16, генотип A_X^BY), пугливая и глупая (3/16, генотип A_X^bY), смелая и смышлёная (1/16, генотип aaX^BY), смелая и глупая (1/16, генотип aaX^bY); ♂: пугливый и смышлёный (6/16, генотип A_X^BX-), смелый и смышлёный (2/16, генотип aaX^BX-);

3) потомки с альтернативными признаками (смелые и глупые) — только самки (генотип aaX^bY).

Задача 45*. Решение:

1. *Условие задачи:*

Признак, фенотип	Ген, генотип
Два выроста на брюшке	A
Один вырост на брюшке	a
Чёрная окраска тела	\bar{E}
Белая окраска тела	e
P: ♀ один вырост на брюшке, белая окраска тела	?
♂ два выроста на брюшке, чёрная окраска тела	?
F ₁ : 100% два выроста на брюшке, серая окраска тела	?

2. *Схема решения задачи:*

P: ♀ один вырост на брюшке, белая окраска тела	×	♂ два выроста на брюшке, чёрная окраска тела
aаее		AA $\bar{E}\bar{E}$
G: ae		A \bar{E}
F ₁ : 100% два выроста на брюшке, серая окраска тела		100% Aa $\bar{E}e$

3. *Объяснение решения задачи:* результаты скрещивания позволяют сделать вывод, что количество выростов на брюшке наследуется как аутосомный признак с полным доминированием (два выроста на брюшке — доминантный признак), а окраска тела священной уховёртки — как аутосомный признак с неполным доминированием (в потомстве появляются особи с промежуточным признаком — серой окраской тела, чёрная окраска тела — доминантный признак). Следовательно, и самец, и самка гомозиготны по двум парам признаков и имеют генотипы: ♀ — aаее, ♂ — AA $\bar{E}\bar{E}$. Генотип потомков — 100% Aa $\bar{E}e$.

4. *Ответ:*

1) генотипы родителей: ♀ — aаее (один вырост на брюшке, белая окраска тела; гаметы ae), ♂ — AA $\bar{E}\bar{E}$ (два выроста на брюшке, чёрная окраска тела; гаметы A \bar{E});

2) генотип и фенотип потомков: 100% Aa $\bar{E}e$ (два выроста на брюшке, серая окраска тела);

3) характер наследования признаков: количество выростов на брюшке — полное доминирование, окраска тела — неполное доминирование.

Задача 46*. Решение:

1. Условие задачи:

Признак, фенотип	Ген, генотип
Норма	X^A
Исследуемый признак	X^a
P_1 : ♀ здорова	$X^A X^-$
♂ с проявлением исследуемого признака	$X^a Y$
P_2 : ♀ здорова	$X^A X^-$
♂ здоров	$X^A Y$
F_1 : 3 — ♀ с проявлением исследуемого признака, умерла	?
4 — ♂ с проявлением исследуемого признака;	?
♀ здорова	?
5 — ♂ с проявлением исследуемого признака	?
6 — ♀ здорова	?
7 — ♀ здорова	?
8 — ♀ здорова	?
F_2 : 9 — ♀ здорова	?
10 — ♀ здорова;	?
♂ здоров;	?
♀ здорова	?
11 — ♀ здорова;	?
♀ здорова	?
12 — ♂ с проявлением исследуемого признака	?

2. Схема решения задачи:

P_1 : ♀ здорова	×	♂ с проявлением исследуемого признака
$X^A X^a$		$X^a Y$
G : X^A, X^a		X^a, Y
F_1 : 3 — ♀ $X^A X^a$:	4 — ♂ $X^a Y$
с проявлением исследуемого признака, умерла		с проявлением исследуемого признака
4 — ♀ $X^A X^a$:	5 — ♂ $X^a Y$
здорова, носитель гена исследуемого признака		с проявлением исследуемого признака

P_2 : ♀ здорова $X^A X^a$	×	σ здоров $X^A Y$	
G : X^A ; X^a		X^A ; Y	
F_1 : 6 — ♀ $X^A X^A$ здорова	:	7 — ♀ $X^A X^A$ здорова	
8 — ♀ $X^A X^a$ здорова, носитель гена исследуемого признака			
F_2 : 9 — ♀ $X^A X^A$ (или $X^A X^a$) здорова (или носитель гена исследуемого признака)	:	10 — ♀ $X^A X^a$ здорова, носитель гена исследуемого признака	
10 — ♂ $X^A Y$ здоров	:	10 — ♀ $X^A X^a$ здорова, носитель гена исследуемого признака	
11 — ♀ $X^A X^A$ здоровы обе дочери	:	12 — ♂ $X^A Y$ с проявлением исследуемого признака	

3. *Объяснение решения задачи:* анализ родословной позволяет сделать вывод о том, что исследуемый признак рецессивный, сцеплен с полом и локализован в X-хромосоме. Так как у родителей (P_1) появляются дети с проявлением исследуемого признака (сыновья и дочь, которая умерла), значит, мать является носителем гена исследуемого признака, её генотип — ♀ $X^A X^a$ (здорова, носитель гена исследуемого признака). У отца исследуемый признак проявляется фенотипически, следовательно, его генотип — ♂ $X^A Y$.

4. *Ответ:*

1) генотипы родителей (P_1): ♀ — $X^A X^a$ (здорова, носитель гена исследуемого признака; гаметы X^A , X^a), ♂ — $X^A Y$ (с проявлением исследуемого признака, гаметы X^a , Y); P_2 : ♀ — $X^A X^a$ (здорова, носитель гена исследуемого признака; гаметы X^A , X^a), ♂ — $X^A Y$ (здоров, гаметы X^A , Y);

2) генотипы потомков первого поколения: (3) ♀ $X^A X^a$ (с проявлением исследуемого признака, умерла), (4): ♂ $X^a Y$ (с проявлением исследуемого признака), ♀ $X^A X^a$ (здорова, носитель гена исследуемого признака), (5) ♂ $X^a Y$ (с проявлением исследуемого признака), (6) ♀ $X^A X^A$ (здорова), (7) ♀ $X^A X^A$ (здорова), (8) ♀ $X^A X^a$ (здорова, носитель гена исследуемого признака);

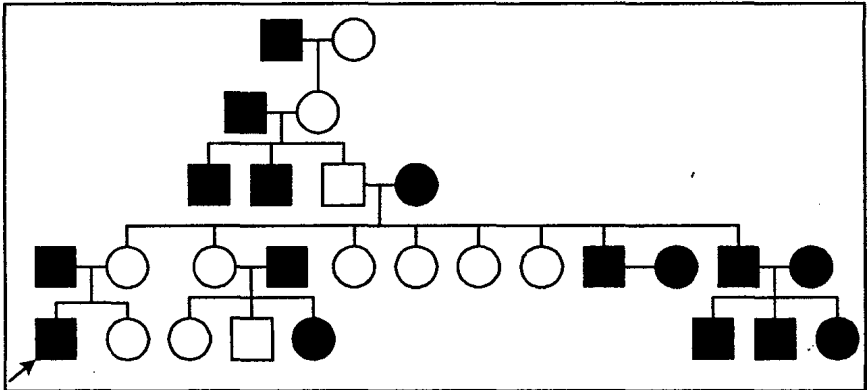
3) фенотипы потомков второго поколения: (9) ♀ $X^A X^A$ или $X^A X^a$ (здорова или здорова, носитель гена исследуемого признака), (10): ♀ $X^A X^a$ (здорова, носитель гена исследуемого признака), ♂ $X^A Y$ (здоров), ♀ $X^A X^a$ (здорова,

носитель гена исследуемого признака); (11): ♀ $X^A X^A$ (обе здоровы), (12) ♂ $X^a Y$ (с проявлением исследуемого признака).

Задача 47*. Решение:

1. *Условие задачи:*

Признак, фенотип	Ген, генотип
Мягкий характер	?
Вздорный характер	?
P: ♀ гетерозиготна по данному признаку	?
♂ вздорный характер	?
F ₁ : ?	?



2. *Схема решения задачи:*

P: ♀ гетерозиготна по указанному признаку	×	♂ вздорный характер
Aa		aa
G: A, a		a
F ₁ : 50% Aa	:	50% aa
мягкий характер		вздорный характер

3. *Объяснение решения задачи:* анализ составленной родословной позволяет сделать вывод, что вздорный характер наследуется как рецессивный аутосомный признак, то есть с полом признак не сцеплен (мягкий характер — доминантный аутосомный признак). Следовательно, пробанд имеет генотип aa (вздорный характер), а женщина, с которой он вступает в брак, имеет

генотип Аа (она имеет мягкий характер). Дети могут иметь мягкий характер (50%, генотип Аа) или вздорный (50%, генотип аа).

4. *Ответ:*

- 1) схема родословной (см. выше, с. 151);
- 2) генотипы родителей: ♀ — Аа (мягкий характер, гаметы А, а), ♂ — аа (вздорный характер; гаметы а);
- 3) генотипы и фенотипы потомков: 50% Аа (мягкий характер), 50% аа (вздорный характер).

Задача 48*. Решение:

1. *Условие задачи:*

Признак, фенотип	Ген, генотип
Норма	А
Болезнь Тея-Сакса	а
Здоровые люди	АА, Аа
Больной человек	аа
Носители (%)	?

2. *Схема решения задачи:*

Частота встречаемости генотипа людей с болезнью Тея-Сакса (аа) —
 $q^2 = 1 : 40\,000 = 0,000025$.

Частота встречаемости гена болезни Тея-Сакса (а) —

$$q = \sqrt{q^2} = \sqrt{0,000025} = 0,005.$$

По уравнению: $p + q = 1$

частота встречаемости гена (А) — $p = 1 - q$,

$$p = 1 - 0,005 = 0,995.$$

Количество гетерозигот (носителей гена болезни Тея-Сакса):

$$2pq = 2 \times 0,995 \times 0,005 = 0,01, \text{ или } 1\%.$$

3. *Объяснение решения задачи:* для решения задачи используется закон Харди—Вайнберга.

4. *Ответ:*

- 1) признак рецессивный аутосомный;
- 2) частота встречаемости рецессивного гена (болезнь Тея-Сакса) — 0,005;
- 3) количество гетерозигот (носителей гена болезни Тея-Сакса) — 1%.

♂ (самцы)). Вероятность появления жадного самца-клептомана соответственно равна 25% (из всех самцов) и 12,5% (из всех возможных потомков).

4. *Ответ:*

1) генотипы родителей: ♀ — AaX^BX^b (жадная, не склонная к клептомании; гаметы AX^B , aX^B , AX^b , aX^b), ♂ — aaX^bY (щедрый, клептоман; гаметы aX^b , aY);

2) генотипы и фенотипы потомков: ♀ AaX^BX^b (жадная, не склонная к воровству), aaX^BX^b (щедрая, не склонная к воровству), AaX^bX^b (жадная, клептоманка), aaX^bX^b (щедрая, клептоманка); ♂ AaX^BY (жадный, не склонный к воровству), aaX^BY (щедрый, не склонный к воровству), AaX^bY (жадный, клептоман), aaX^bY (щедрый, клептоман);

3) вероятность появления жадного самца-клептомана — 25% (из всех самцов) или 12,5% (из всех потомков) соответственно.

Задача 50*. Решение:

1. *Условие задачи:*

Признак, фенотип	Ген, генотип
Безмозглые	A
Имеющие мозг	a
Три головы	B
Одна голова	b
Огнедышащие	C
Снегодышащие	c
P: ♀ тригетерогизотная трёхголовая безмозглая огнедышащая	$AaBbCc$
♂ тригетерозиготный трёхголовый безмозглый огнедышащий	$AaBbCc$
F ₁ : ?	?
Вероятность появления драконов с одной головой, с мозгом, снегодышащих	?

2. *Схема решения задачи:*

P: ♀ трёхголовая безмозглая огнедышащая $AaBbCc$ × ♂ трёхголовый безмозглый огнедышащий $AaBbCc$

G: ABC, ABc, AbC, aBC, abC, aBc, Abc, abc × ABC, ABc, AbC, aBC, abC, aBc, Abc, abc

F ₁ : ♂ ♀	ABC	ABc	AbC	aBC	abC	aBc	Abc	abc
ABC	AABVCC без мозга три головы огнедыш.	AABVCCc без мозга три головы огнедыш.	AABVCCc без мозга три головы огнедыш.	AaBVCC без мозга три головы огнедыш.	AaBVCC без мозга три головы огнедыш.	AaBVCCc без мозга три головы огнедыш.	AABVCCc без мозга три головы огнедыш.	AaBVCCc без мозга три головы огнедыш.
ABc	AABVCCc без мозга три головы огнедыш.	AABVCCc без мозга три головы снегодыш.	AABVCCc без мозга три головы огнедыш.	AaBVCCc без мозга три головы огнедыш.	AaBVCCc без мозга три головы огнедыш.	AaBVCCc без мозга три головы огнедыш.	AABVCCc без мозга три головы огнедыш.	AaBVCCc без мозга три головы огнедыш.
AbC	AABVCCc без мозга три головы огнедыш.	AABVCCc без мозга три головы огнедыш.	AABVCCc без мозга одна голова огнедыш.	AaBVCCc без мозга три головы огнедыш.	AaBVCCc без мозга одна голова огнедыш.	AaBVCCc без мозга три головы огнедыш.	AABVCCc без мозга одна голова огнедыш.	AaBVCCc без мозга одна голова огнедыш.
aBC	AaBVCC без мозга три головы огнедыш.	AaBVCCc без мозга три головы огнедыш.	AaBVCCc без мозга три головы огнедыш.	aaBVCC с мозгом три головы огнедыш.	aaBVCC с мозгом три головы огнедыш.	aaBVCCc с мозгом три головы огнедыш.	AaBVCCc без мозга три головы огнедыш.	aaBVCCc с мозгом три головы огнедыш.
abC	AaBVCCc без мозга три головы огнедыш.	AaBVCCc без мозга три головы огнедыш.	AaBVCCc без мозга одна голова огнедыш.	aaBVCCc с мозгом три головы огнедыш.	aaBVCCc с мозгом одна голова огнедыш.	aaBVCCc с мозгом три головы огнедыш.	AaBVCCc без мозга одна голова огнедыш.	aaBVCCc с мозгом одна голова огнедыш.
aBc	AaBVCCc без мозга три головы огнедыш.	AaBVCCc без мозга три головы огнедыш.	AaBVCCc без мозга три головы огнедыш.	aaBVCCc с мозгом три головы огнедыш.	aaBVCCc с мозгом три головы огнедыш.	aaBVCCc с мозгом три головы огнедыш.	AaBVCCc без мозга три головы огнедыш.	aaBVCCc с мозгом три головы огнедыш.
Abc	AaBVCCc без мозга три головы огнедыш.	AaBVCCc без мозга три головы огнедыш.	AaBVCCc без мозга одна голова огнедыш.	AaBVCCc без мозга три головы огнедыш.	AaBVCCc без мозга одна голова огнедыш.	AaBVCCc без мозга три головы огнедыш.	AaBVCCc без мозга одна голова огнедыш.	AaBVCCc без мозга одна голова огнедыш.
abc	AaBVCCc без мозга три головы огнедыш.	AaBVCCc без мозга три головы снегодыш.	AaBVCCc без мозга одна голова огнедыш.	aaBVCCc с мозгом три головы огнедыш.	aaBVCCc с мозгом одна голова огнедыш.	aaBVCCc с мозгом три головы огнедыш.	AaBVCCc без мозга одна голова огнедыш.	aaBVCCc с мозгом одна голова огнедыш.

3. *Объяснение решения задачи:* по условию задачи родительские формы драконов тригетерозиготные, у них в фенотипе проявляются доминантные признаки, следовательно, они имеют одинаковые генотипы — AaBbCc (гаметы ABC, ABc, AbC, aBC, abC, aBc, Abc, abc). В результате скрещивания могут появиться потомки со следующими фенотипами: трёхголовые безмозглые огнедышащие (27 A_B_C_), трёхголовые безмозглые снегодышащие (9 A_B_cc), трёхголовые с мозгом огнедышащие (9 aaV_C_), с одной головой безмозглые огнедышащие (9 A_bbC_), с одной головой безмозглые снегодышащие (3 A_bbcc), трёхголовые с мозгом снегодышащие (3 aaV_cc), одноголовые с мозгом огнедышащие (3 aabbC_), одноголовые с мозгом снегодышащие (1 aabbcc). Вероятность появления одноголового снегодышащего дракона с мозгом — 1/64, или 1, 56%.

4. *Ответ:*

1) генотипы родителей: ♀ — AaBbCc (трёхголовая безмозглая огнедышащая; гаметы ABC, ABc, AbC, aBC, abC, aBc, Abc, abc), ♂ — AaBbCc

БИОЛОГИЯ. Сборник задач по генетике. Базовый и повышенный уровни ЕГЭ

(трёхголовый безмозглый огнедышащий; гаметы ABC, ABc, AbC, aBC, abC, aBc, Abc, abc);

2) генотипы и фенотипы потомков: трёхголовые безмозглые огнедышащие (27 A_V_C_), трёхголовые безмозглые снегодышащие (9 A_V_cc), трёхголовые с мозгом огнедышащие (9 aaV_C_), с одной головой безмозглые огнедышащие (9 A_bbC_), с одной головой безмозглые снегодышащие (3 A_bbcc), трёхголовые с мозгом снегодышащие (3 aaV_cc), одноголовые с мозгом огнедышащие (3 aabbC_), одноголовые с мозгом снегодышащие (1 aabbcc);

3) вероятность появления одноголового снегодышащего дракона с мозгом (генотип aabbcc) — $1/64$, или 1, 56%.

Словарь терминов

- Агаммаглобулемия** • почти полное отсутствие лимфатической ткани и гамма-глобулина в крови, дисплазия вилочковой железы, потеря иммунитета. Дети погибают в раннем возрасте. Наследование аутосомно-рецессивное и сцепленное с полом.
- Акаталазия** • отсутствие каталазы в крови и тканях. Каталаза расщепляет перекись водорода, которая образуется в процессах обмена веществ. Приводит к появлению язв на дёснах и в тяжёлых случаях к выпадению зубов. Аутосомно-рецессивное наследование.
- Аллель** • различные формы одного и того же гена, расположенные в одинаковых участках (локусах) гомологичных (парных) хромосом.
- Алькаптонурия** • выделение с мочой гомогентизиновой кислоты (моча на воздухе темнеет). У больного хрящевые ткани окрашены, в пожилом возрасте появляется артрит. Аутосомно-рецессивный тип наследования.
- Анализирующее скрещивание** • скрещивание организма, имеющего доминантные признаки, с рецессивной формой. Позволяет определить генотип исследуемой особи.
- Анальбуминемия** • снижение концентрации белков-альбуминов до следовых количеств. Характеризуется утомляемостью, слабостью, периодически — отёками, в крови увеличивается концентрация холестерина. Аутосомно-рецессивное наследование.
- Ангидрозная эктодермальная дисплазия** • отсутствие потовых желез у человека, нарушение терморегуляции в результате отсутствия пототделения. Характеризуется также отсутствием зубов и скудным оволосением. Наследуется как рецессивный, сцепленный с полом признак.
- Анемия серповидноклеточная** • в условиях гипоксии эритроциты принимают серповидную форму в результате превращения гемоглоби-

на А в гемоглобин S. Такие эритроциты усиленно распадаются. Гомозиготы обычно погибают до полового созревания, гетерозиготы выживают и устойчивы к малярии, поэтому эта аномалия распространена в малярийном поясе. Наследование аутосомное, неполнодоминантное.

Анеуплоидия (гетероплоидия) • избыток или недостаток некоторых хромосом.

Аниридия • отсутствие радужной оболочки глаза у человека. Сопровождается светобоязнью, сниженным зрением, иногда катарактой, глаукомой и др. Тип наследования аутосомно-доминантный.

Арахнодактилия • длинные тонкие пальцы у человека («паучьи пальцы»). Аутосомно-доминантный тип наследования, ген с плейотропным действием (одновременно вызывает дефект хрусталика глаза).

Аутосомы • хромосомы, по которым особи разного пола не отличаются друг от друга.

Бивалент • пара конъюгирующих гомологичных хромосом в мейозе, каждая из которых состоит из двух дочерних хроматид.

Брахидактилия • короткопалость, наблюдается укорочение фаланг пальцев, иногда костей пясти и запястья. Короткопалые обычно ниже ростом. Наследование аутосомно-доминантное.

Вильсона болезнь • нарушение обмена меди, в результате этого наблюдается высокая концентрация меди в крови и её отложение в тканях и органах, нарушается тканевой обмен. Аутосомно-рецессивное наследование.

Возвратное скрещивание • скрещивание детей со своими родителями.

«Габсбургская губа» • узкая, выступающая вперёд нижняя челюсть и отвисающая губа, доминантный аутосомный признак.

Галактоземия • неспособность усваивать молочный сахар из-за нарушения синтеза фермента. Это приводит к отравлению организма (в печени — жировая дистрофия, цирроз и др.; слабоумие и др. симптомы). Тяжёлая форма заканчивается смертью. Аутосомно-рецессивное наследование.

Гамета • половая клетка (яйцеклетка, сперматозоид или спермий).

Гаплоид • организм, имеющий один набор хромосом.

- Гемералопия** • неспособность видеть при ночном и сумеречном освещении (куриная слепота). Часто наследуется как рецессивный, сцепленный с полом признак, иногда как аутосомный рецессивный или доминантный.
- Гемизиготность** • состояние организма, при котором какой-то ген представлен в одной хромосоме.
- Гемофилия** • несвёртываемость крови. Связана с отсутствием различных факторов свёртывания крови. Наследуется как рецессивный, сцепленный с полом признак.
- Ген** • определённый участок ДНК, содержащий информацию о первичной структуре одного белка.
- Генетика** • наука о механизмах наследственности и изменчивости.
- Генетический риск** • вероятность появления определённого наследственного заболевания.
- Геном** • совокупность генов, содержащихся в гаплоидном (одинарном) наборе хромосом клетки.
- Генотип** • совокупность всех наследственных свойств особи, совокупность генов, имеющихся в хромосомном наборе одного организма.
- Гетерозигота** • особь, дающая гаметы разных сортов.
- Гипертрихоз** • волосатые уши у мужчин. Волосы вырастают по краю ушной раковины, проявляется к 17 годам жизни. Ген находится в Y-хромосоме.
- Голандрический признак** • признак, имеющийся только у мужчин (XY).
- Гомозигота** • особь, дающая гаметы одного сорта.
- Гомологичные хромосомы** • хромосомы, одинаковые по набору составляющих их генов.
- Группа сцепления** • все гены, локализованные в одной хромосоме.
- Дальтонизм** • цветовая слепота (ахроматопия), неспособность различать красный (протанопия), зелёный (дейтеранопия), синий (трианопия) цвета. Наследование рецессивное, сцепленное с полом.
- Доминантный ген** • преобладающий ген.
- Зигота** • оплодотворённая яйцеклетка.

Идиотия семейная (болезнь Тея-Сакса) • дегенерация, характеризующаяся прогрессирующим снижением зрения, деградацией интеллекта, неврологическими и двигательными расстройствами, припадками. Аутосомно-рецессивный тип наследования.

Ингибитор (супрессор) • ген, подавляющий проявление другого неаллельного гена.

Ихтиоз врождённый • чешуйчатость, кератоз кожи, трещины на коже, резкое нарушение кожного дыхания, обмена веществ. Наследование аутосомно-доминантное или сцепленное с полом рецессивное.

Кариотип • хромосомный набор клетки или организма.

Катаракта • помутнение хрусталика глаза. Врождённые формы катаракты наследуются как по аутосомно-доминантному, так и по аутосомно-рецессивному типу.

Комплементарность • взаимопомощь (взаимодополнение) генов в развитии признака (свойства) организма.

Конъюгация • сближение хромосом.

Крисс-кросс наследование • наследование по типу «крест-накрест», т. е. признак передаётся от матери к сыновьям, от отцов к дочерям.

Кроссинговер • обмен участками между гомологичными хромосомами при их конъюгации.

Летальный ген • ген, вызывающий гибель организма.

Локус • место положения гена в хромосоме.

Нуллисомик • диплоид, у которого отсутствует одна пара гомологичных хромосом.

Онтогенез • индивидуальное развитие организма.

Оплодотворение • слияние половых клеток.

Отосклероз • очаговое поражение косточек среднего уха, способное вызвать глухоту. Наследование аутосомно-доминантное.

Панмиксия • свободное случайное скрещивание особей с различными генотипами.

- Партеногенез** • развитие яйцеклеток без оплодотворения.
- Пенетрантность** • вероятность проявления гена в фенотипе особи; выражается в процентах особей, которые имеют данный признак, определяемый доминантным или рецессивным геном.
- Плейотропия** • множественное действие гена, т. е. от одного гена зависит развитие нескольких признаков.
- Подагра** • нарушение обмена мочевой кислоты, её концентрация в организме повышена. Характеризуется приступами артритов, образованием почечных камней в пожилом возрасте. Ауtosомно-доминантное наследование.
- Полидактилия (шестипалость)** • развитие лишних пальцев. Определяется как ауtosомно-доминантный признак.
- Полимерия** • влияние на развитие признака нескольких генов.
- Полиплоид** • организм, содержащий несколько наборов хромосом (больше двух).
- Пробанд** • лицо, по отношению к которому строится родословная.
- Псориаз** • чешуйчато-корковые и пустулёзные поражения кожи головы и других частей тела, иногда сопровождающиеся сильным зудом и стягиванием кожи. Наследование ауtosомно-рецессивное.
- Птоз врождённый** • опущение верхнего века у человека в результате недоразвития или отсутствия мышцы или поражения её нерва, наследование происходит чаще по ауtosомно-рецессивному типу, редко доминантный или сцепленный с полом тип.
- Расщепление** • появление в потомстве отличающихся друг от друга особей по фенотипу и генотипу.
- Ретинит пигментный** • прогрессирующее сужение поля зрения, нередко приводящее к полной слепоте. Наследование ауtosомно-доминантное, ауtosомно-рецессивное и рецессивное, сцепленное с полом.
- Ретинобластома** • злокачественная опухоль глаза, исходящая из нервных элементов сетчатки. Наследование ауtosомно-доминантное.
- Рецессивный ген** • ген, проявление которого подавляется аллелями данного гена.
- Родословная** • схема, показывающая родство между членами одной семьи в ряду поколений.

Сибсы • братья и сёстры.

Синдактилия • сращение пальцев. Степень выраженности признака различна. Аутосомно-доминантное наследование.

Супрессор • см. ингибитор.

Талассемия • анемия Кули, обусловленная нарушением синтеза «взрослого» гемоглобина. Наблюдаются желтуха, изменения в скелете. Наследование аутосомное с неполным доминированием.

Трисомик • диплоид, у которого имеется одна лишняя хромосома, т. е. одна из хромосом диплоида представлена тремя экземплярами.

Фанкони синдром • цистиновый диабет, цистиноз, связан с нарушением обмена цистина, который накапливается в тканях, вызывая дегенерацию почечных канальцев, рахитообразные изменения в костях. Аутосомно-рецессивный тип наследования.

Фенилкетонурия • повышенное содержание фенилаланина из-за отсутствия фермента, превращающего фенилаланин в тирозин. Происходит отравление нервной системы и развивается слабоумие. Аутосомно-рецессивный тип наследования.

Фенотип • совокупность внешних признаков и свойств организма.

Фруктозурия • повышенное содержание фруктозы и продуктов её обмена в крови и тканях или в мозге. Существует две формы заболевания, одна из которых вызывает задержку физического и умственного развития.

Цистинурия • повышенное содержание цистина в моче, у гомозигот образуются цистиновые камни в почках. Наследование аутосомно-рецессивное или неполнодоминантное.

Экспрессивность • степень проявления гена в виде признака.

Эмали гипоплазия • тонкая зернистая эмаль, зубы светло-бурого цвета у человека. Наследуется как доминантный, сцепленный с полом признак.

Эпидермолиз буллёзный врождённый • образование пузырей при травмах в результате гибели недостаточно эластичных волокон кожи и расширения сосудов. Наследование аутосомное доминантное и рецессивное.

Эпилепсия • наследственные семейные формы заболевания характеризуются судорожными припадками различного характера; сопровождается изменениями личности (мигрень, эгоцентризм и др.). Наследование аутосомно-доминантное, аутосомно-рецессивное и рецессивное, сцепленное с полом.

Эпистаз • антагонистическое взаимодействие неаллельных генов, при этом один ген препятствует проявлению другого неаллельного гена.

Приложения

Приложение 1

Характер наследования признаков

1. Полное доминирование

Доминантный признак	Рецессивный признак
<i>Горох посевной</i>	
1. Жёлтая окраска семян 2. Гладкая поверхность семян 3. Красная окраска венчика 4. Пазушный цветок 5. Высокий рост	Зелёная окраска семян Морщинистая поверхность семян Белая окраска венчика Верхушечный цветок Карликовый рост
<i>Фигурная тыква</i>	
1. Белая окраска плода 2. Дисквидная форма плода	Жёлтая окраска плода Шаровидная (круглая) форма плода
<i>Томат</i>	
1. Шаровидная (круглая) форма плода 2. Красная окраска плода 3. Высокий стебель 4. Пурпурный стебель	Грушевидная форма плода Жёлтая окраска плода Низкий (карликовый) стебель Зелёный стебель
<i>Овёс</i>	
1. Раннеспелость 2. Нормальный рост 3. Иммуность против ржавчины	Позднеспелость Гигантский рост Неиммуность (поражённость ржавчиной)
<i>Дрозофила (плодовая мушка)</i>	
1. Красный цвет глаз 2. Серая окраска тела 3. Нормальные крылья	Киноварный (вишнёвый) цвет глаз Чёрная окраска тела Зачаточные крылья

Доминантный признак	Рецессивный признак
4. Нормальные крылья 5. Нормальные крылья	Закрученные крылья Загнутые крылья
<i>Морская свинка</i>	
1. Чёрная окраска шерсти 2. Чёрная окраска шерсти 3. Длинная шерсть 4. Мохнатая, розеточная, вихрастая шерсть	Белая окраска шерсти Коричневая окраска шерсти Короткая шерсть Гладкая шерсть
<i>Куры</i>	
1. Наличие гребня 2. Розовидный гребень 3. Гороховидный гребень 4. Оперённые ноги	Отсутствие гребня Простой (листовидный) гребень Простой (листовидный) гребень Неоперённые (голые) ноги
<i>Кролик</i>	
1. Серая окраска шерсти 2. Чёрная окраска шерсти 3. Мохнатая шерсть	Чёрная окраска шерсти Белая окраска шерсти Гладкая шерсть
<i>Лисица</i>	
1. Платиновая окраска шерсти	Серебристая окраска шерсти
<i>Овца каракульская</i>	
1. Серая окраска шерсти	Чёрная окраска шерсти
<i>Мышь</i>	
1. Чёрная окраска шерсти 2. Длинные уши	Коричневая окраска шерсти Короткие уши
<i>Рогатый скот</i>	
1. Чёрная окраска шерсти 2. Комолость (безроговость) 3. Белая голова	Красная окраска шерсти Рогатость Сплошная окраска шерсти
<i>Человек</i>	
1. Тёмные волосы 2. Нерыжие волосы 3. Нормальная пигментация кожи, волос, глаз	Светлые волосы Рыжие волосы Альбинизм (отсутствие пигментации)

Доминантный признак	Рецессивный признак
4. Карие, светло-карие или зелёные глаза	Голубые или серые глаза
5. Большие глаза	Маленькие глаза
6. Толстые губы	Тонкие губы
7. «Римский» нос	Прямой нос
8. Полидактилия (лишние пальцы)	Нормальное число пальцев
9. Короткопалость (брахидактилия)	Нормальная длина пальцев
10. Веснушки на лице	Отсутствие веснушек
11. Нормальный слух	Врождённая глухота
12. Низкий рост тела	Нормальный рост тела
13. Нормальное состояние здоровья	Сахарный диабет
14. Резус-положительная кровь	Резус-отрицательная кровь
15. Длинные ресницы	Короткие ресницы
16. Седая прядь	Отсутствие седой пряди
17. Нос с горбинкой	Нос без горбинки
18. Переносица высокая и узкая	Переносица низкая и широкая
19. Подбородок раздвоен	Подбородок ровный
20. Ямочки на щеках	Отсутствие ямочек на щеках
21. Мочка уха свободная	Мочка уха приросшая
22. Нормальные уши	Оттопыренные уши
23. Способность двигать ушами	Отсутствие способности двигать ушами
24. Способность загибать язык вверх	Отсутствие способности загибать язык вверх
25. Способность сворачивать язык в трубочку	Отсутствие способности сворачивать язык в трубочку
26. 1-й палец ноги длиннее 2-го пальца	2-й палец ноги длиннее 1-го пальца
27. Правша	Левша
28. Дальновзоркость	Нормальное зрение
29. Нормальное зрение	Близорукость
30. Прямой разрез глаз	Косой разрез глаз
31. Широкие уши	Узкие уши
32. Узкая переносица	Широкая переносица
33. Кончик носа смотрит прямо	Курносый нос
34. Широкие ноздри	Узкие ноздри
35. Нормальный подбородок	Скошенный подбородок
36. Выдающиеся скулы	Норма
37. Выступающие зубы и челюсти	Норма
38. Щель между резцами	Норма
39. Толстая нижняя губа	Норма

Доминантный признак	Рецессивный признак
40. Зубы при рождении	Их отсутствие
41. Облысение (у мужчин)	Норма
42. Норма	Облысение (у женщин)
43. Преждевременное поседение	Норма
44. Обильная волосатость тела	Мало волос на теле
45. Широкие пушистые брови	Норма
46. Толстая кожа	Тонкая кожа
47. Предрасположенность к кариесу	Здоровые зубы
48. Бас у мужчин	Тенор
49. Отсутствие малых коренных зубов	Наличие малых коренных зубов
50. «Габсбургская губа»	Нормальная губа

2. Неполное доминирование

Признаки гомозиготных особей		Признаки гетерозиготных особей
Доминантные	Рецессивные	Промежуточные
<i>Земляника</i>		
1. Красный плод	Белый плод	Розовый плод
2. Нормальная чашечка	Листовидная чашечка	Промежуточная чашечка
<i>Душистый горошек</i>		
1. Красный цветок	Белый цветок	Розовый цветок
<i>Львиный зев</i>		
1. Красный цветок	Белый цветок	Розовый цветок
2. Широкий лист	Узкий лист	Лист средней ширины
<i>Ночная красавица</i>		
1. Красный цветок	Белый цветок	Розовый цветок
<i>Куры андалузские</i>		
1. Чёрное оперение	Белое оперение	Голубое оперение
2. Курчавое оперение	Гладкое оперение	Слабокучавое оперение
<i>Норка</i>		
1. Тёмная шерсть	Белая шерсть	Кохинуровая шерсть (светлая окраска с чёрным крестом)

Продолжение прил. 1

Признаки гомозиготных особей		Признаки гетерозиготных особей
Доминантные	Рецессивные	Промежуточные
<i>Морская свинка</i>		
1. Тёмная шерсть (шиншилла)	Белая шерсть	Полутёмная шерсть
<i>Овцы</i>		
1. Длинные уши	Отсутствие ушей (безухость)	Короткие уши
<i>Крупный рогатый шортгорнский скот</i>		
1. Красная шерсть	Белая шерсть	Чалая шерсть
2. Чёрная шерсть	Белая шерсть	Серо-голубая шерсть
<i>Человек</i>		
1. Нормальный гемоглобин	Серповидноклеточная анемия	Часть эритроцитов серповидные
2. Курчавые волосы	Прямые (гладкие) волосы	Волнистые волосы

3. Признаки, определяющиеся двумя взаимодействующими генами

Определяются двумя неаллельными доминантными генами (A + B)	Определяются двумя неаллельными рецессивными генами (a + b)	Определяются одним доминантным геном (A + b или a + B)
<i>Дрозофила</i>		
1. Красные глаза	Белые глаза	Ярко-красные глаза
<i>Мышь</i>		
1. Серая окраска (агути)	Белая окраска	Чёрная окраска (A + b) или белая окраска (a + B)
<i>Норка</i>		
1. Коричневая окраска	Платиновая окраска	Платиновая окраска
<i>Лошадь</i>		
1. Серая (гнедая) масть	Рыжая масть	Вороня масть

Продолжение прил. 1

Определяются двумя неаллельными доминантными генами (A + B)	Определяются двумя неаллельными рецессивными генами (a + b)	Определяются одним доминантным геном (A + b или a + B)
<i>Куры</i>		
1. Белое оперение	Белое оперение	Белое (A + b) или окрашенное оперение (a + B)
<i>Куры виандот</i>		
1. Ореховидный гребень	Простой (листовидный) гребень	Розовидный (A + b) или гороховидный (a + B) гребень
<i>Кукуруза</i>		
1. Пурпурные семена	Белые семена	Белые семена
<i>Душистый горошек</i>		
1. Пурпурные цветки	Белые цветки	Белые цветки
<i>Лук</i>		
1. Красная луковица	Бесцветная (белая) луковица	Жёлтая луковица
<i>Пшеница</i>		
1. Красные зёрна	Белые зёрна	Промежуточная окраска зёрен

4. Признаки, сцепленные с полом (наблюдаются через X-хромосомы)

Доминантный признак	Рецессивный признак
<i>Человек</i>	
1. Нормальная свёртываемость крови	Гемофилия
2. Нормальное цветовое зрение	Дальтонизм
3. Нормальное развитие потовых желез	Отсутствие потовых желез
4. Нормальное состояние мышц	Миопатия Дюшенна
5. Нормальное зрение	Атрофия зрительного нерва

Доминантный признак	Рецессивный признак
<i>Дрозофила</i>	
1. Серая окраска тела 2. Красный цвет глаз	Жёлтая окраска тела Белый цвет глаз
<i>Тутовый шелкопряд</i>	
1. Белое яйцо	Чёрное яйцо
<i>Кошка</i>	
1. Чёрная окраска шерсти	Жёлтая (рыжая) окраска шерсти, у гибридов — пёстрая (черепаховая, тигровая) окраска

Приложение 2

Хромосомные болезни человека

Название аномалии	Причина	Признаки
Синдром Дауна	Трисомия по 21-ой паре	Голова с уплощённым затылком, толстая кожная складка на задней поверхности шеи, лоб скошенный и узкий, постоянно открытый рот, толстые губы, «монголоидный» разрез глаз, умственная отсталость, задержка физического и психического развития, дети ласковые, послушные и общительные, терпеливые при обучении
Синдром Патау	Трисомия по 13-ой паре	Множественные врождённые пороки развития головного мозга и лица, микроцефалия, глаза недоразвиты, лоб скошенный, расщелина верхней губы и нёба, полидактилия, аномалии развития внутренних органов, продолжительность жизни около одного года
Синдром Эдвардса	Трисомия по 18-ой паре хромосом	Задержка внутриутробного развития, множественные врождённые пороки развития лицевой части головы, сердца, костной системы, недоразвитие глаз, аномалии развития внутренних органов, дети умирают до 1 года, глубокая умственная отсталость

Название аномалии	Причина	Признаки
Трисомия X-хромосомы	Кариотип женщины — 47, XXX	Интеллектуальное развитие нормальное или на нижней границе нормы, нарушение полового развития, сколиоз, высокий рост, бесплодие
Тетрасомия и пентасомия X-хромосомы	Кариотип женщин — 48, XXXX; 49, XXXXX	Значительная умственная отсталость, судороги, пороки развития конечностей, нарушение функции половой системы
Синдром Шерешевского-Тёрнера	Моносомия у женщин по X-хромосоме — 45, X	Частота синдрома 1 : 3 000 новорождённых девочек. Недоразвитие половых органов и вторичных половых признаков; врождённые пороки развития; низкий рост, короткая шея с избытком кожи и крыловидными складками, лимфатический отёк кистей рук, предплечий, стоп и голеней
Синдром Клайнфельтера	Кариотип мужчин — 47, XXУ	Характерная клиническая картина формируется к 12–15-летнему возрасту. Недоразвитие яичек, вторичных половых признаков, увеличение молочных желез. Высокий рост, катаракта, деформация грудной клетки, снижение слуха, врождённые пороки сердца, варикозное расширение вен
Синдром дисомии по Y-хромосоме	Кариотип, 47, XYУ	Частота патологии: 1 : 1 000. Физическое и умственное развитие в норме. Ускоренный рост в детстве, грубые черты лица, увеличенная нижняя челюсть, нарушение поведения (агрессивность, асоциальные поступки). У некоторых развиваются шизофрения и эпилепсия
Синдром «кошачьего крика»	Частичная моносомия по короткому плечу 5-ой хромосомы	Умственная отсталость, необычное лицо, большинство погибает в детстве, специфический крик, напоминающий кошачий. Пороки сердца, микроцефалия, косоглазие

Список используемой литературы

1. Биология. Биографический справочник / Под ред. Ф.Н. Серкова. — Киев: Наукова думка, 1984.
2. *Гайнутдинов И. К.* Медицинская генетика: Учебник. — Изд. 2-е. — Ростов н/Д: Феникс, 2007.
3. ЕГЭ-2008: Биология. Репетитор / Г.И. Лернер. — М.: Эксмо, 2008.
4. *Кириленко А. А., Колесников С. И.* Биология. ЕГЭ-2007, 2008. Вступительные испытания: Учебное пособие. — Ростов н/Д: Легион, 2007, 2008.
5. Кодификатор элементов содержания по биологии для составления контрольных измерительных материалов (КИМ) единого государственного экзамена 2007–2009 гг. Федеральное государственное научное учреждение «Федеральный институт педагогических измерений».
6. *Колесников С. И.* Биология. Пособие-репетитор. — М.: ИКЦ «МарТ», 2004.
7. *Крестьянинов В. Ю., Вайнер Г. Б.* Сборник задач по генетике с решениями. — 2-е изд., испр. — Саратов: Лицей, 2007.
8. *Максимов Г. В., Степанов В. И., Василенко В. Н.* Сборник задач по генетике: Учебное пособие. — М.: Вузовская книга, 2001.
9. *Мамонтов С. Г.* Биология: Справ. издание. — М.: Высш. шк., 1992.
10. Общая биология / Сост. Е.П. Сидоров. — М.: МП «Поликоп» и СП «Маркетинг-XXI», 1991.
11. *Палеев Н. Г.* Сборник задач по генетике: Учебное пособие. — Ростов н/Д: СевКавинВЭС, 1993.
12. *Реймерс Н.Ф.* Основные биологические понятия и термины. — М.: Просвещение, 1988.

13. Спецификация экзаменационной работы по биологии для выпускников XI (XII) классов общеобразовательных учреждений 2007–2009гг. Федеральное государственное научное учреждение «Федеральный институт педагогических измерений».

Содержание

Введение	3
I. Грегор Мендель	4
II. Основные понятия генетики	6
III. Методы генетики	8
IV. Законы Грегора Менделя	9
V. Полигибридное скрещивание (формулы)	13
VI. Взаимодействие аллельных генов	14
VII. Анализирующее скрещивание	17
VIII. Взаимодействие неаллельных генов	19
IX. Сцепленное наследование. Закон Томаса Моргана	30
X. Генетика пола. Наследование, сцепленное с полом	34
XI. Цитоплазматическая (нехромосомная) наследственность	38
XII. Генетика популяций. Закон Харди — Вайнберга	39
XIII. Генеалогический метод генетики (составление и анализ родословных)	42
XIV. Оформление задач по генетике	45
XV. План решения задачи по генетике	47

XVI. Пример оформления генетической задачи (задание С6 по спецификации)	49
XVII. Вопросы и задания	51
1. Часть А — базовый уровень (задание А7 по спецификации)	51
2. Часть А — базовый уровень (задание А8 по спецификации)	57
3. Часть А — повышенный уровень (задание А30 по спецификации)	64
4. Часть В — повышенный уровень (задание В1 по спецификации)	74
5. Часть В — повышенный уровень (задание В6 по спецификации)	79
6. Часть В — повышенный уровень (задание В7 по спецификации)	83
7. Часть С — повышенный уровень (задание С1 по спецификации)	86
8. Часть С — повышенный уровень (задание С2 по спецификации)	86
9. Часть С — повышенный уровень (задание С6 по спецификации)	87
Ответы и решения	101
Словарь терминов	157
Приложения	164
Список используемой литературы	172

СЕРИЯ «ГОТОВИМСЯ К ЕГЭ»

Учебное издание

Кириленко Анастасия Анатольевна

**БИОЛОГИЯ. СБОРНИК ЗАДАЧ ПО ГЕНЕТИКЕ
БАЗОВЫЙ И ПОВЫШЕННЫЙ УРОВНИ ЕГЭ**

Учебно-методическое пособие

Художественное оформление,
разработка серии: *И. Лойкова*
Компьютерная верстка: *А. Ильинов*
Корректор: *Н. Пимонова*

Подписано в печать с оригинал-макета 06.07.2009

Формат 60x84¹/₁₆. Бумага типографская.

Гарнитура NewtonС. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 10,2

Тираж 5 000 экз. Заказ № 239

Издательство «ЛЕГИОН»

тел. (863)248-99-03, 248-14-03

Для писем: 344000, г. Ростов-на-Дону, а/я 550

печатано с готовых диапозитивов в ЗАО «Полиграфобъединение»
г. Таганрог, ул. Лесная биржа, 6 В