ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ЭКОСИСТЕМА

НАЦИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Библиотека подготовки к ЕГЭ



ЕГЭ 2026

Биология

Рекомендации по выполнению задания 27

Ege.plus

ЕГЭ ОГЭ

© АНО ДПО «НИКО»
© ООО «Издательство «Национальное образование»

ЗАДАНИЕ 27

Это задание высокого уровня сложности, оценивается в 3 балла.

Оно проверяет не только знание реакций матричного синтеза, генетического кода и закона Харди — Вайнберга, но и умение применять эти знания при решении задач. В действующих КИМ ЕГЭ это задание проверяет содержание следующих блоков: 2 «Клетка как биологическая система», 3 «Организм как биологическая система», 6 «Эволюция живой природы».

ПРИМЕР 1. ЗАДАНИЯ ПО ТЕМЕ «РЕАКЦИИ МАТРИЧНОГО СИНТЕЗА, ГЕНЕТИЧЕСКИЙ КОД»

27 Известно, что комплементарные цепи нуклеиновых кислот антипараллельны (5′-концу одной цепи соответствует 3′-конец другой цепи). Синтез нуклеиновых кислот начинается с 5′-конца. Рибосома движется по иРНК в направлении от 5′-конца к 3′-концу.

Ген имеет кодирующую и некодирующую области. Кодирующая область гена называется открытой рамкой считывания. Фрагмент конца гена имеет следующую последовательность нуклеотидов (нижняя цепь матричная (транскрибируемая)).

5′-ГАГАГЦТГАГЦГТАГГТГАГТГЦ-3′

3′-ЦТЦТЦГАЦТЦГЦАТЦЦАЦТЦАЦГ-5′

Определите иРНК и верную открытую рамку считывания. Найдите последовательность аминокислот во фрагменте конца полипептидной цепи. Известно, что итоговый полипептид, кодируемый этим геном, имеет длину более четырёх аминокислот. Объясните последовательность решения задачи. Для выполнения задания используйте таблицу генетического кода. При написании последовательностей нуклеиновых кислот указывайте направление цепи.

Генетический код (иРНК от 5′-конца к 3′-концу)

Первое основание	Второе основание				Третье основание
	У	Ц	А	Г	
У	Фен Фен Лей Лей	Сер Сер Сер Сер	Тир Тир – –	Цис Цис – Три	У Ц А Г
Ц	Лей Лей Лей Лей	Про Про Про Про	Гис Гис Глн Глн	Арг Арг Арг Арг	У Ц А Г
А	Иле Иле Иле Мет	Тре Тре Тре Тре	Асн Асн Лиз Лиз	Сер Сер Арг Арг	У Ц А Г
Г	Вал Вал Вал Вал	Ала Ала Ала Ала	Асп Асп Глу Глу	Гли Гли Гли Гли	У Ц А Г

© АНО ДПО «НИКО»
© ООО «Издательство «Национальное образование»
Ege.plus

ПРИМЕР 2. ЗАДАНИЯ ПО ТЕМЕ
«ГЕНЕТИКА ПОПУЛЯЦИИ, ЗАКОН ХАРДИ — ВАЙНБЕРГА»

27 Врождённый нефротический синдром — моногенное заболевание, возникающее в результате нарушения формирования почечного фильтра в нефронах. В финской популяции заболевание встречается в среднем 1 раз на 820 рождений. Известно, что частота мутантного аллеля в целом по человеческой популяции составляет 0,01. Рассчитайте равновесные частоты нормального и мутантного фенотипа в человеческой популяции, а также частоту мутантного аллеля в финской популяции. Поясните ход решения. Какой эволюционный фактор привёл к изменению частоты аллеля в финской популяции? При расчёте округляйте значения до четвёртого знака после запятой.

КОММЕНТАРИЙ при выполнении заданий

В комментарии представлены рассуждения при выполнении заданий, приведённых в качестве примеров выше.

ПРИМЕР 1

Согласно условию задачи, нижняя цепь ДНК является матричной, следовательно, именно по ней находим иРНК, которая требуется по условию задачи. По принципу комплементарности строим цепь иРНК, обязательно указывая направление цепи иРНК: 5′-ГАГАГЦУГАГЦГУАГГУГАГУГЦ-3′.

Согласно условию указана последовательность нуклеотидов ДНК конца гена. Следовательно, на иРНК также указан конец последовательности. Конец гена заканчивается стоп-кодоном. Определим по таблице стоп-кодоны иРНК и найдём один из них на конце иРНК. Таким стоп-кодоном в конце цепи иРНК является триплет 5′-УГА-3′ (УГА), это 5, 6 и 7-й нуклеотиды с конца.

Далее запишем рамку считывания на иРНК: 5′-АГАГЦУГАГЦГУАГГУГА-3′. От стоп-кодона справа налево отметим триплеты и по таблице генетического кода найдём аминокислотную последовательность полипептида: арг-ала-глу-арг-арг.

Схема решения задачи включает следующие элементы:

1) последовательность иРНК:
   5′-ГАГАГЦУГАГЦГУАГГУГАГУГЦ-3′;
2) стоп-кодон 5′-УГА-3′ (УГА) (или выделен на иРНК);
3) находим открытую рамку считывания:
   5′-АГАГЦУГАГЦГУАГГУГА-3′
   ИЛИ
   5′-АГАГЦУГАГЦГУАГГ-3′ (или выделена на иРНК);
4) последовательность полипептида: арг-ала-глу-арг-арг.

ПРИМЕР 2

Из условия известно, что в человеческой популяции частота мутантного аллеля составляет 0,01. Обозначим частоту мутантного аллеля $f(a) = q = 0{,}01$. Необходимо рассчитать равновесные частоты, то есть частоты встречаемости разных генотипов и фенотипов. Для решения задачи используются закон и уравнение Харди — Вайнберга.

© АНО ДПО «НИКО»
© ООО «Издательство «Национальное образование»
Ege.plus

Генотип	AA	Aa	aa
Равновесная частота	$p^2 = (1 - q)^2$	$2 \cdot p \cdot q = 2 \cdot (-q) \cdot q$	q^2

Очевидно, что при полном доминировании и аутосомно-рецессивном типе наследования (что указано в условии задачи) нормальный фенотип будет представлен доминантными гомозиготами (AA) и гетерозиготами (Aa), а мутантный фенотип будет представлен рецессивными гомозиготами (aa).

1-й вариант решения

Рассчитаем частоту встречаемости рецессивных гомозигот (aa): (q^2): $q^2 = 0{,}0^2 = 0{,}0001$. Это значение обозначает частоту встречаемости (долю) мутантных фенотипов в популяции. Значит, если остальные носители фенотипа будут здоровыми, то частоту нормального фенотипа можно вычислить как $1 - q^2 = 1 - 0{,}0001 = 0{,}9999$.

2-й вариант решения

Можно найти равновесную частоту нормального аллеля в популяции $p = 1 - q = 1 - 0{,}01 = 0{,}99$. Далее, используя эту частоту встречаемости, определим частоту доминантных гомозигот AA (p^2) и частоту гетерозигот Aa ($2 \cdot p \cdot q$). По уравнению Харди — Вайнберга найдём частоты встречаемости нормального фенотипа:

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

$$p^2 + 2pq = 0{,}99^2 + 2 \cdot 0{,}99 \cdot 0{,}01 = 0{,}9999$$

Полученные значения являются идентичными, и оба варианта расчётов являются правильными. Более того, можно сначала рассчитать частоту нормального фенотипа (0,9999), а затем рассчитать частоту мутантного фенотипа следующим образом:

$$1 - 0{,}9999 = 0{,}0001$$

Все перечисленные методы расчёта являются верными.

Чтобы рассчитать частоту мутантного аллеля в финской популяции (это значение будет отличаться от усреднённого показателя по всей популяции), необходимо для начала рассчитать частоту рецессивных гомозигот в этой популяции:

$$q^2 = \frac{1}{820} = 0{,}0012$$

Зная частоту рецессивных гомозигот, можно вычислить частоту рецессивного аллеля:

$$q = \sqrt{q^2} = \sqrt{0{,}0012} = 0{,}0346$$

Обратите внимание, что в условии не сказано, что в финской популяции наблюдаются равновесные значения частот аллелей, а это значит, что использовать уравнение Харди — Вайнберга для дальнейших расчётов нельзя.

© АНО ДПО «НИКО»
© ООО «Издательство «Национальное образование»
Ege.plus

Финская популяция сформировалась в результате миграции небольшого числа особей, среди которых были носители заболевания. Затем популяция увеличилась в численности, при этом частота аллеля осталась повышенной по сравнению со средними значениями, характерными для популяции человека. Следовательно, повышение частоты обуславливает дрейф генов (эффект основателя).

Следует помнить, что при ответе на вопросы заданий этой линии не допускаются иные формулировки ответа.

Схема решения задачи включает следующие элементы:

1) равновесная частота мутантного фенотипа (аа) составляет $q^2 = 0{,}01^2 = 0{,}0001$;
2) равновесная частота нормального фенотипа составляет $1 - q^2 = 0{,}9999$

ИЛИ

2) равновесная частота нормального фенотипа составляет $p^2 + 2pq = 0{,}99^2 + 2 \cdot 0{,}99 \cdot 0{,}01 = 0{,}9801 + 0{,}0198 = 0{,}9999$;
3) нормальный фенотип представлен доминантными гомозиготами (*AA*) и гетерозиготами (*Aa*);
4) частота мутантного фенотипа (*aa*) в финской популяции составляет $1/820 = 0{,}0012 = q^2$;
5) частота мутантного аллеля в финской популяции $q = \sqrt{0{,}0012} = 0{,}0346$;
6) дрейф генов (эффект основателя).

Очевидно, что в данном скрещивании проявляется закон независимого наследования признаков.

Следует помнить, что при ответе на вопросы заданий этой линии не допускаются иные формулировки ответа.

Схема решения задачи включает следующие элементы:

1. Генотипы родителей — *Aabb* и *AABB*.
2. Генотипы и фенотипы потомков первого поколения — *AABb*, *AaBb* (гребень и оперённые ноги).
3. Генотипы и фенотипы потомков второго поколения — *AABB*, *AABb*, *AaBb*, *AaBB* (гребень и оперённые ноги), *AAbb*, *Aabb* (гребень и голые ноги).
4. Закон независимого наследования признаков.



Уважаемые обучающиеся!

Приведённый пример — лишь один из многих, что ждут вас в издании **«ЕГЭ. Биология. Отличный результат. Учебная книга»**.
В этой книге вы найдёте рекомендации по выполнению ВСЕХ типов заданий, представленных на ЕГЭ, включая необходимые справочные материалы, чтобы вы могли шаг за шагом актуализировать свои знания и отработать навыки их самостоятельного применения.
Ваш отличный результат начинается с этой книги!

© АНО ДПО «НИКО»
© ООО «Издательство «Национальное образование»
Ege.plus