1. В популяции гороха посевного (*Pisum sativum*) из 700 особей 112 растений имеют зелёную окраску семян. Рассчитайте частоты аллелей жёлтой и зелёной окраски семян, а также частоты всех возможных генотипов, если известно, что популяция находится в равновесии Харди-Вайнберга. Ответ поясните.

2. В популяции гороха посевного (*Pisum sativum*) из 1200 особей 1092 растений имеют жёлтую окраску семян. Рассчитайте частоты аллелей жёлтой и зелёной окраски семян, а также частоты всех возможных генотипов, если известно, что популяция находится в равновесии Харди-Вайнберга. Ответ поясните.

3. В популяции крупного рогатого скота 248 особей красной окраски, 558 особей белой и 744 особи чалые. Красная масть не полностью доминирует над белой. Рассчитайте частоты аллелей красной, белой окрасок, а также частоты всех возможных генотипов, если известно, что популяция находится в равновесии Харди-Вайнберга. Ответ поясните.

4. В выборке из 10 000 человек с нормальным содержанием меланина в коже встречается 1 с альбинизмом. У человека аутосомно-рецессивное наследование альбинизма. Рассчитайте частоты аллелей нормального содержания меланина и альбинизма в выборке, а также частоты всех возможных генотипов, если известно, что популяция находится в равновесии Харди-Вайнберга. Ответ поясните.

5. В популяции кроликов, численность которых насчитывает 250 особей, 80 особей короткоухие, 10 — безухие. Признак длинноухости не полностью доминирует над безухостью. Рассчитайте частоты аллелей длинноухости и безухости, а также частоты всех возможных генотипов, если известно, что популяция находится в равновесии Харди-Вайнберга. Ответ поясните.

6. Среди выборки из 10 000 человек, 1 имеет альбинизм. Нарушение синтеза меланина возникает при рецессивно-аутосомном наследовании признака. Рассчитайте частоты аллелей нормальной выработки меланина, альбинизма, а также частоты всех возможных генотипов, если известно, что выборка находится в равновесии Харди-Вайнберга. Ответ поясните.

7. В популяции тритонов 64% особей с равномерным окрасом 36% с пятнистым окрасом. Равномерный окрас доминирует над пятнистым. Рассчитайте частоты аллелей равномерного окраса и пятнистого, а также частоты всех возможных генотипов, если известно, что популяция находится в равновесии Харди-Вайнберга. Ответ поясните.

8. В одной из популяций человека 16% людей имеют наследственную тугоухость, 84% имеют нормальный слух. Тугоухость наследуется по аутосомно-рецессивному типу. Рассчитайте частоты аллелей тугоухости и нормального слуха, а также частоты всех возможных генотипов, если известно, что популяция находится в равновесии Харди-Вайнберга. Ответ поясните.

9. В популяции растений пшеницы из 600 особей 19% имеют карликовость (укороченные стебли). Карликовость доминирует над нормальным ростом. Рассчитайте частоты аллелей нормального роста и карликовости, а также частоты всех возможных генотипов, если известно, что популяция находится в равновесии Харди-Вайнберга. Ответ поясните.

10. Среди популяции кур из 200 особей 9% имеют чёрную окраску оперения и 84 особи имеют серебристое оперение. Чёрная окраска не полностью доминирует над белой. Рассчитайте частоты аллелей чёрной и белой окраски в популяции, а также частоты всех возможных генотипов, если известно, что популяция находится в равновесии Харди-Вайнберга. Ответ поясните.

11. В популяции растений ночной красавицы (*Mirabilis jalapa*) из 150 особей 6 растений имеют ярко-красную окраску венчика. Рассчитайте частоты аллелей красной и белой окраски в популяции, а также частоты всех возможных генотипов, если известно, что популяция находится в равновесии Харди-Вайнберга. Ответ поясните.

12. В популяции лисиц частота аллеля q (чёрная окраска) составляет 0,3. В популяции 300 особей, рыжая окраска не полностью доминирует над чёрной. Рассчитайте частоту аллеля рыжей окраски, а также количество особей промежуточной окраски и частоты всех возможных генотипов, если известно, что популяция находится в равновесии Харди-Вайнберга. Ответ поясните.

13. В популяции крупного рогатого скота частота аллеля *q* (отсутствие рогов) составляет 0,2. В популяции 150 особей, рогатость доминирует над безрогостью. Рассчитайте частоту аллеля *p*, количество рогатых особей, а также частоты всех возможных генотипов, если известно, что популяция находится в равновесии Харди-Вайнберга. Ответ поясните.

14. В популяции земляники частота аллеля *p* (красный цвет плодов) составляет 0,7. В популяции 500 растений, красный цвет не полностью доминирует над белым. Рассчитайте частоту аллеля *q*, количество растений с белыми плодами, а также частоты всех возможных генотипов, если известно, что популяция находится в равновесии Харди-Вайнберга. Ответ поясните.

15. В популяции норок частота аллеля *q* (белая окраска шерсти) составляет 0,4. В популяции 100 особей, тёмная окраска не полностью доминирует над белой. Рассчитайте частоту аллеля *p*, количество норок промежуточного окраса, а также частоты всех возможных генотипов, если известно, что популяция находится в равновесии Харди-Вайнберга. Ответ поясните.

16. В популяции растений редиса частота генотипа АА (округлые корнеплоды) составляет 0,64. В популяции 450 растений, округлая форма корнеплодов не полностью доминирует над вытянутой. Рассчитайте частоты аллелей округлой и вытянутой формы, количество растений редиса с овальными корнеплодами, а также частоты всех возможных генотипов, если известно, что популяция находится в равновесии Харди-Вайнберга. Ответ поясните.

17. В популяции растений редиса частота генотипа аа (вытянутые корнеплоды) составляет 0,49. В популяции 600 растений, округлая форма корнеплодов не полностью доминирует над вытянутой, промежуточное состояние признака — овальные корнеплоды. Рассчитайте частоты аллелей округлой и вытянутой формы, количество растений редиса с округлыми корнеплодами, а также частоты всех возможных генотипов, если известно, что популяция находится в равновесии Харди-Вайнберга. Ответ поясните.

18. Врождённый нефротический синдром — рецессивное 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. При расчёте округляйте значения до четвёртого знака после запятой.

19. Фенилкетонурия — моногенное рецессивное заболевание, возникающее в результате нарушения метаболизма аминокислот и приводящее к повышению концентрации фенилаланина в крови. В турецкой популяции заболевание встречается в среднем 1 раз на 2600 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 турецкой популяции. Поясните ход решения. При расчёте округляйте значения до четвёртого знака после запятой.

20. Фенилкетонурия в Японии встречается с частотой 8/19000. Частота мутантного аллеля в человеческой популяции составляет 0,01. Определите частоту нормального и мутантного фенотипа в человеческой популяции, а также частоту мутантного аллеля в японской популяции. Объясните, почему сформировалось наблюдаемое расхождение. При расчёте округляйте значения до четвёртого знака после запятой.

21. Глазо-кожный альбинизм 6-го типа — рецессивное моногенное заболевание, возникающее в результате мутации в гене SLC24A5B, участвующем в синтезе меланина в клетках человека. Известно, что частота мутантного аллеля в целом по человеческой популяции составляет 0,008, но в большинстве популяций северной Европы эта мутация проявляется с частотой 1 на 10000 человек. Рассчитайте равновесные частоты нормального и мутантного фенотипа в человеческой популяции, а также частоту мутантного аллеля в североевропейских популяциях. Поясните ход решения.

22. Фенилкетонурия — моногенное заболевание, возникающее в результате нарушения аминокислотного обмена наследующееся по аутосомно-рецессивному типу. Частота встречаемости заболевания в равновесной популяции человека 1/10000. Рассчитайте частоты мутирующего и нормального аллеля, частоты всех фенотипов. Поясните ход решения. Какой эволюционный фактор может привести к снижению доли рецессивных гомозигот в популяции?

23. Муковисцидоз — рецессивное моногенное заболевание, возникающее в результате мутации в гене CFTR, кодирующем регулятор трансмембранного транспорта ионов хлора. Известно, что частота мутантного аллеля в целом по человеческой популяции составляет 0,0004, но в большинстве польской популяции эта мутация проявляется с частотой 1 на 5000 человек. Рассчитайте равновесные частоты нормального и мутантного фенотипа в общей человеческой популяции, а также частоту мутантного аллеля в популяции Польши. Поясните ход решения.

24. Синдром Ретта — моногенное заболевание, возникающее в результате мутации в гене MECP2 и наследующееся по аутосомно-рецессивному типу.

Частота встречаемости заболевания в равновесной популяции человека составляет 1:10 000. Рассчитайте частоты мутантных и нормальных аллелей, частоты всех фенотипов в данной популяции. Какой эволюционный фактор может приводить к снижению доли рецессивных гомозигот во всей человеческой популяции? При расчётах округляйте значения до четырёх знаков после запятой.

25. У пшеницы рецессивный аллель одного из генов определяет устойчивость к бурой ржавчине. В исходной равновесной популяции у 256 из 840 обследованных растений устойчивость к грибковому заболеванию определялась рассматриваемым аллелем. После распространения грибковой инфекции 40% восприимчивых к бурой ржавчине особей погибли. Определите частоты всех возможных генотипов в исходной популяции и долю особей, устойчивых к бурой ржавчине, непосредственно после гибели зараженных особей. Поясните ход решения. При расчетах округляйте значения до четырех знаков после запятой.

26. Окраска у тигрового питона (*Python molurus*) контролируется одним геном. Доминантные гомозиготы имеют жёлтый цвет; рецессивные гомозиготы — зелёный. Гетерозиготы имеют промежуточную окраску. В равновесной популяции тигровых питонов на 1000 особей приходится 200 зелёных. Популяция попала в новые условия, в которых в результате интенсивного отлова хищниками погибло 30 % жёлтых особей. Рассчитайте частоту появления особей с жёлтой окраской и частоты аллелей в изначальной популяции, а также частоты всех фенотипов в популяции после отлова хищниками. Поясните ход решения. При расчётах округляйте значения до четвёртого знака после запятой.

27. Окраска цвета у пустынной ящерицы контролируется одним геном. Доминантные гомозиготы имеют чёрный цвету рецессивные гомозиготы — песочный. Гетерозиготы имеют промежуточную окраску. В равновесной популяции пустынной ящерицы на 1000 особей приходится 50 песочных. Популяция попала в новые условия, в которых в результате интенсивного отлова хищниками погибло 70% чёрных особей. Рассчитайте частоту особей с чёрной окраской и частоты аллелей в изначальной популяции, а также частоты всех фенотипов в популяции после отлова хищниками. Поясните ход решения. При расчётах округляйте значения четвёртого знака после запятой.

28. Наличие полос на раковине лесной улитки (*Cepaea nemoralis*) контролируется одним геном. Доминантные гомозиготы имеют однотонную раковину (АА); у рецессивных гомозигот раковина исчерчена яркими полосами (аа); у гетерозигот полосы слабовыраженные (Аа). В равновесной популяции лесных улиток на 10000 особей приходится 400 с яркими полосами (аа). Популяция попала в новые условия, в которых в результате интенсивного отлова хищниками погибло 20% особей с однотонной окраской (АА). Рассчитайте частоту особей с однотонной окраской и частоты аллелей в изначальной популяции, а также частоты всех фенотипов в популяции после отлова хищниками. Поясните ход решения. При расчётах округляйте значения до четвёртого знака после запятой.

29. Оттенок карапакса у морских черепах рода логгерхеды контролируется одним геном. Карапакс у доминантных гомозигот ярко-жёлтый с медовым отливом, у гетерозигот — золотисто-оливковый, а у рецессивных гомозигот — серо-зелёный. Обычно логгерхеды возвращаются на тот же пляж, где вылупились 20–30 лет назад, ориентируясь по магнитному полю Земли. В равновесной популяции из 1200 особей 480 имеют серо-зелёный оттенок карапакса. Во время миграции к местам откладки яиц число особей с золотисто-оливковым карапаксом увеличилось на 10 %. Рассчитайте частоту особей с золотисто-оливковым карапаксом и частоты аллелей в изначальной популяции, а также частоты всех фенотипов сразу после увеличения популяции. Поясните ход решения. При расчётах округляйте значения до четвертого знака после запятой.

30. Окраска шерсти у полёвки обыкновенной (*Microtus arvalis*) контролируется одним геном. Доминантные гомозиготы имеют серый цвет; рецессивные гомозиготы — белый. Гетерозиготы имеют промежуточную окраску.

В равновесной популяции полёвок обыкновенных на 1000 особей приходится 90 белых. Популяция попала в новые условия, при которых в результате интенсивного отлова хищниками погибло 50 % серых особей. Рассчитайте частоты аллелей и частоту (долю) особей с серой окраской в изначальной популяции, а также частоты (доли) всех фенотипов в популяции после отлова хищниками. Поясните ход решения. При расчётах округляйте значения до четвёртого знака после запятой.

31. При каждом раунде репликации ДНК полимераза вносит ошибки в последовательность нуклеотидов. Чем раньше существовал общий предок двух видов, тем больше различий (нуклеотидных замен) накапливается между последовательностями ДНК потомков этого предка. Филогенетические деревья позволяют продемонстрировать эволюционную связь между потомками общего предка.

Ниже приведено выравнивание последовательностей смысловых цепей гомологичных участков одного из генов трёх штаммов бактерии и их известного общего предка. Изменённые нуклеотиды в выравнивании выделены полужирным шрифтом.

Предок	5'-ГТАЦТ	АТГЦГ	АТЦАТ	ЦЦТГГ	ЦТАТЦ	ТАГТА	ТТТЦА-3'
Штамм A	5'-ГТАЦТ	АТГЦГ	АТЦАТ	Ц**А**ТГГ	**А**ТАТЦ	ТАГТА	**Г**ТТЦА-3'
Штамм B	5'-ГТАЦТ	АТГ**Т**Г	А**Г**ЦАТ	ЦЦТГГ	ЦТАТЦ	**ГАЦГ**А	ТТТЦА-3'
Штамм C	5'-ГТАЦТ	АТГЦГ	А**Г**ЦАТ	Ц**Г**ТГГ	ЦТАТЦ	**ГАГГ**А	Т**А**ТЦА-3'
	1	5	10	15	20	25	30	35

Постройте филогенетическое древо для данных трёх штаммов на основании представленных последовательностей нуклеотидов. Укажите порядок возникновения трёх штаммов. Рассчитайте, когда существовал последний общий предок штаммов *B* и *C* при условии, что на приведённом участке за сто поколений возникает три нейтральных* мутации. Приведите расчёты, аргументируя ответ. Считайте, что одно поколение у данного вида бактерии сменяется за 20 минут, а также, что все мутации, которые произошли в данном участке гена, нейтральные. При ответе округляйте значения до первого знака после запятой.

Нейтральные мутации — это изменения в последовательности ДНК, которые не оказывают никакого влияния на приспособленность организма.