1. В ходе истории Земли происходило движение литосферных плит. Какое влияние это движение оказывало на эволюцию живых организмов? Ответ поясните.

2. Стрижи и ласточки относятся к разным отрядам птиц, к Стрижеобразным и Воробьинообразным соответственно. Оба вида питаются летающими насекомыми и имеют схожую форму тела с раздвоенным хвостом. Примером какого эволюционного процесса является сходство стрижей и ласточек? Объясните с позиций современного дарвинизма, каким образом могло сформироваться подобное сходство.

3. В результате случайного заноса из Азии в Южную Америку патогенного для амфибий грибка произошло резкое сокращение видового разнообразия и численности тропических лесных лягушек. Анализ видового состава змей на территории одного из национальных парков показал следующие изменения: после вспышки заболевания среди амфибий 9 видов змей стали встречаться достоверно реже, для 3 видов частота встреч увеличилась, а ещё 4 никак не отреагировали на произошедшее. Чем могли быть вызваны изменения (или отсутствие изменений) в численности каждой из обозначенных групп змей? Ответ поясните.

4. У покрытосеменных растений после оплодотворения, происходящего в зародышевом мешке, развивается семя. В семени покрытосеменных формируются зародыш и триплоидный эндосперм. У голосеменных растений в семени также содержится эндосперм, однако у них он гаплоидный. Сходство в строении органов размножения покрытосеменных и голосеменных растений является доказательством их эволюционного родства. Какие из перечисленных структур семенных растений можно считать гомологичными, а какие аналогичными? Ответ аргументируйте.

5. Предостерегающая и покровительственная окраска животных являются вариантами морфологических адаптаций, возникших в процессе эволюции. Однако, любая, даже самая удачная адаптация, носит относительный характер, то есть целесообразна только в тех условиях, в которых она сформировалась. Какое значение в жизни животных имеют предостерегающая и покровительственная окраски? В каких условиях эти адаптации не смогут защитить особей от поедания хищниками?

6. Среди эволюционных биологов известен закон Эдварда Копа, постулирующий, что в ходе эволюционного развития видов размеры особей имеют тенденцию к увеличению. Подтверждения этого закона можно увидеть среди динозавров и древних млекопитающих животных. Назовите не менее четырёх эволюционных преимуществ, которые даёт животным увеличение размера тела.

7. Почему мутации называют одной из движущих сил эволюции? В каких случаях генная мутация, произошедшая в ядре половой клетки, не проявится в фенотипе и не повлияет на жизнеспособность организма, а следовательно, не окажет влияния на ход естественного отбора в популяции?

8. Какие ароморфозы возникли у млекопитающих в строении дыхательной системы и в строении покровов тела? Объясните значение каждого из них.

9. Кофеин, вырабатываемый кофейными деревьями, в высоких дозах токсичендля насекомых, поэтому питаться частями этого растения способны лишь немногие виды насекомых. Помимо кофейного дерева кофеин производят и другие растения из других семейств, например какао. Известно, что в кофейном дереве и в какао происходят различные ферментативные реакции, в результате которых образуются молекулы кофеина. Ферменты, осуществляющие эти реакции, не имеют общего эволюционного предка. Примером какого эволюционного процесса является сходство кофейного дерева и какао в возможности производить кофеин? Свой ответ аргументируйте. Объясните с позиции современной теории эволюции механизм возникновения способности к производству кофеина у кофейного дерева.

10. Когда человечество впервые получило первый очищенный антибиотик — пенициллин — и начало использовать его для борьбы с бактериальными инфекциями, пенициллин практически всегда способствовал уничтожению бактерий, чувствительных к нему. Однако через некоторое время обнаружилось, что отдельные штаммы некоторых видов бактерий, которые ранее были чувствительны к пенициллину, оказываются нечувствительными к антибиотику. Объясните с позиции современного эволюционного учения возникновение у бактерий устойчивости к пенициллину. Почему антибиотики бессильны против вирусных заболеваний?

11. Почему понятия «общая дегенерация» и «биологический регресс» не являются тождественными? Ответ обоснуйте, объяснив каждое понятие. Какое из этих понятий применимо к бычьему цепню? Ответ аргументируйте.

12. Ареалы трёх видов современных двоякодышащих рыб, обитающих в пресных водоёмах, находятся в Южной Америке, Африке и Австралии. Какая форма изоляции лежит в основе данного видообразования? Знание какой теории в области геологии позволило учёным описать наиболее вероятный механизм формирования трёх современных видов двоякодышащих рыб? Опишите с учётом этой теории, как происходило видообразование.

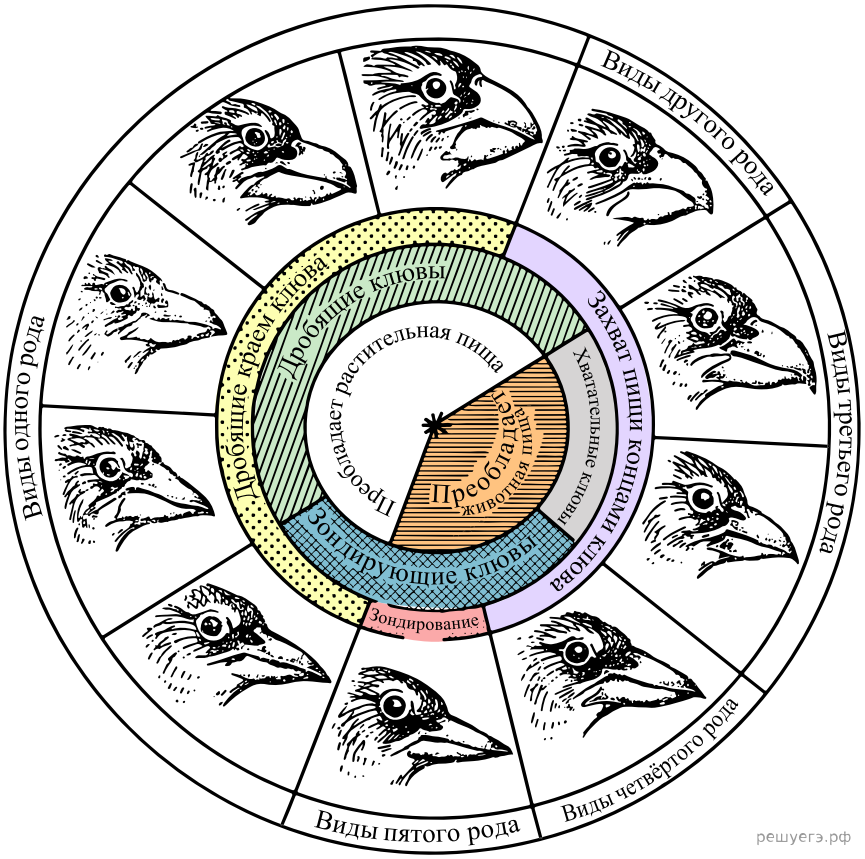
13. Известно, что белые цветки у фиалки — рецессивный признак. С одного растения фиалки с фиолетовыми цветками взяли лист, сделали из него культуру растительных клеток, размножили, после чего создали условия для регенерации новых растений из культуры клеток. Молодые растения были высажены в горшки с почвой, где они успешно зацвели, после чего экспериментаторы оценили различия в их фенотипе. Выращенные растения несколько отличалась друг от друга по размерам, числу листьев. Среди вновь образованных растений обнаружили несколько особей с белыми цветками. Объясните, чем могли быть обусловлены различия в фенотипе у потомков одного растения. Чем может быть обусловлено появление белых цветков при половом размножении фиалки?

14. Палеонтологические доказательства эволюции относятся к важнейшим. Почему среди многочисленных остатков крайне редко можно встретить червей и медуз, хотя известно, что на определённых этапах развития жизни на Земле они составляли более чем 80% обитавших на планете животных? Как можно объяснить тот факт, что наибольшее количество находок, которые делают палеонтологи, приходится на представителей водной фауны? Приведите не менее трёх причин.

15. Дрейф континентов — постепенное движение континентов из-за перемещения литосферных плит. Какое влияние дрейф континентов имеет на эволюцию организмов? Ответ поясните.

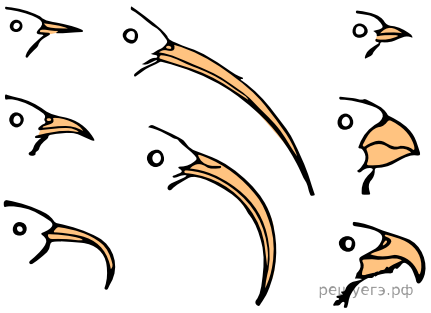
16. Что такое популяционные волны? Назовите не менее трех причин, вызывающих это явление в популяции больших синиц. Как изменится генофонд популяции синиц при резком снижении их численности с 10 000 до 100 особей? Как такое изменение генофонда скажется на дальнейшей эволюции популяции?

17. На рисунке изображён результат эволюции птиц вьюрков, обитающих на Галапагосских островах. Считается, что изначально на островах обитал один вид вьюрков, но в ходе эволюции от этого вида произошло несколько родов птиц.



Как называют такой вариант видообразования, при котором из одного вида образуется сразу несколько видов? Объясните, почему эволюция вьюрков пошла по такому пути. Почему при сохранении единого вида вьюрков достичь такой же численности, какую сейчас имеют все вьюрки вместе, было бы невозможно?

18. На рисунке изображены формы клюва у представителей разных видов семейства цветочниц, обитающих на Гавайских островах.





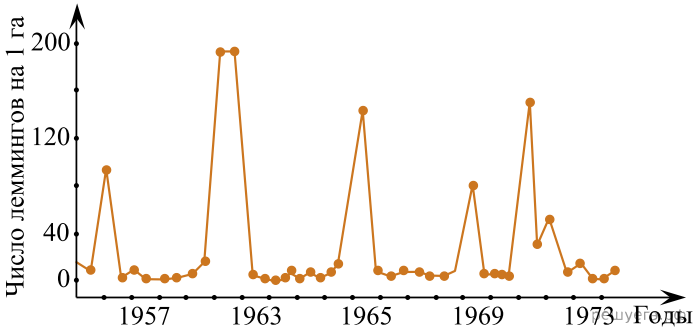
Укажите последовательность процессов, которые привели к формированию многообразия форм клюва с позиции современной синтетической теории эволюции. Как называется такая форма направленной эволюции? Чем она характеризуется?

19. После выхода книги Ч. Дарвина «Происхождение видов…» английский инженер Ф. Дженкин раскритиковал идею естественного отбора как движущей силы эволюции. Дженкин утверждал, что при появлении особи с удачным наследственным признаком он со временем исчезает; например, если один из родителей имеет признак А, то у его детей количественное выражение признака будет А/2, у внуков А/4, у правнуков А/8 и так далее. Каким представлением о наследовании признаков Ф. Дженкин руководствовался в своих расчетах? Почему Ч. Дарвин в свое время не мог найти аргументы в споре с Ф. Дженкином? Какая биологическая теория начала XX века помогла решить противоречие между Дженкином и Дарвином? Ответ поясните.

20. У представителей отряда Приматов появились особенности в строении скелета свободных верхних конечностей, связанные с адаптацией к древесному образу жизни. Укажите две адаптации и их приспособительное значение.

21. Объясните с позиции современного эволюционного учения, как сформировались и сохранились в процессе эволюции ядовитые железы у древесной квакши.

22. При исследовании двадцатилетней динамики численности леммингов на Дальнем Востоке было замечено, что их численность в разные годы то возрастала, то сокращалась (см. график). Проявлением какого эволюционного фактора является данный пример? Назовите не менее двух причин, в результате которых возникает данное явление. Что происходило с генофондом популяции леммингов в те годы, когда их численность снижалась до 10–20 особей на 1 га? Чем такое изменение генофонда может быть опасно для дальнейшей эволюции вида?



23. Сложность взаимоотношений между организмами была более 100 лет назад проиллюстрирована Ч. Дарвином, доказавшим, что численность сов определяется урожаем сосновых шишек. Объясните эту подмеченную Ч. Дарвином взаимосвязь в природе. Как называют периодические колебания численности сов, связанные с обилием или недостатком шишек? Какое значение для эволюции могут иметь эти колебания?

24. В Якутии в слое вечной мерзлоты были обнаружены хорошо сохранившиеся останки мамонта. Исследования показали, что мамонты были коротхохвосты, а площадь их ушной раковины была в 15–20 раз меньше, чем у африканского слона. Этот пример является типичной иллюстрацией правила Аллена, описывающего взаимосвязь между строением тела теплокровного животного и климатом, в котором он живёт. Какой физический принцип лежит в основе этого правила? Какие преимущества давали мамонтам такие особенности внешнего строения в их среде обитания? Почему под правило Аллена не подпадают почвенные млекопитающие, обитающие в разных климатических зонах? Укажите две причины.

25. Серповидно-клеточная анемия — летальная рецессивная мутация, при которой нарушается форма эритроцитов. В человеческой популяции встречается три возможных фенотипа: люди без анемии с нормальными эритроцитами, люди с легкой формой анемии, при которой часть эритроцитов изменена, и люди с летальным эффектом действия гена, все эритроциты которых изменены. В таких эритроцитах не может размножаться возбудитель малярии — малярийный плазмодий. В Африке, где распространена малярия, встречаемость людей с легкой формой анемии очень высока. Какая форма естественного отбора проявляется в данном примере? Определите генотипы, соответствующие всем возможным фенотипам по гену серповидно-клеточной анемии. Объясните с позиции эволюционного учения высокую встречаемость в Африке людей, больных легкой формой анемии.

26. Некоторые птицы, обитающие на островах, такие как вымерший додо на острове Маврикий или киви в Новой Зеландии, утратили в процессе эволюции полноценные крылья, сохранив их только в рудиментарном состоянии.

Какие биотические факторы могли способствовать тому, что крылья в условиях жизни на острове стали бесполезны? Как, согласно теории естественного отбора, объяснить механизм редукции крыльев?



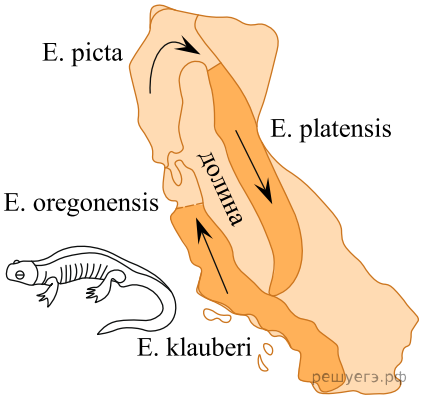
27. Коэволюция — это совместная эволюция двух видов, которые находятся в тесных пищевых или иных экологических отношениях. Допустим, в результате эволюции у растения образовались жёсткие листья с плотным покровом, который препятствует поеданию насекомыми. Перечислите не менее четырёх адаптаций, которые могут возникнуть у насекомых, питающихся листьями этого растения, в результате их коэволюции.

28. Какие ароморфозы обеспечили появление одноклеточных эукариотических организмов в процессе эволюции? Назовите три ароморфоза в строении клетки. Обоснуйте их значение.

29. Обнаружение и изучение ископаемых переходных форм и составление филогенетических рядов — важные элементы палеонтологических доказательств эволюции. Объясните суть и значение этих методов. Приведите по одному примеру.

30. В чем заключается биологический смысл появления диплоидного набора хромосом в клетках? Приведите не менее трёх последствий этого глобального ароморфоза для эволюции органического мира. Ответ обоснуйте.

31. Виды тихоокеанской саламандры (Ensatina) распространены вокруг долины в Калифорнии, которая ограничена горным массивом. В процессе эволюции последовательно образовались виды (*E. klauberi*, *E. oregonensis*, *E. picta* и *E. platensis*), которые различаются по окраске и другим морфологическим признакам (направление распространения видов указано на рисунке стрелками). Соседние виды способны свободно скрещиваться (например, E. klauberi и E. oregonensis). Однако виды (*E. klauberi* и *E. platensis*), ареалы которых тоже соприкасаются, не могут скрещиваться. Какой тип видообразования иллюстрирует данный пример? Почему у видов *E. klauberi* и *E. platensis* скрещивание отсутствует? Ответ поясните.



32. Лемуровые — семейство древесных теплолюбивых млекопитающих из отряда Приматы. Ископаемые остатки предков лемуров были найдены на разных континентах, но в настоящее время лемуры являются эндемиками Мадагаскара (острова у юго-восточного побережья Африки). Чем может объясняться сохранение этих животных на Мадагаскаре и вымирание в других регионах? Какие факторы эволюции способствовали дивергентному видообразованию лемуров в условиях Мадагаскара?

33. Белок байидин (bindin) — акросомальный белок сперматозоидов морских ежей, который контактирует с рецептором на поверхности яйцеклеток и необходим для последующего высвобождения ферментов акросомы. У двух близких видов морских ежей пурпурного (*Scrongylocenirotis purpuratus*) и красного (Strongylocentrotus franciscanus) данные белки различаются на несколько аминокислот. Рецепторы яйцеклеток одного вида морских ежей не могут взаимодействовать с байидином сперматозоидов другого вида. Какой тип изоляции иллюстрирует описанный пример? В чем заключается суть этого типа изоляции? Генноинженерным путем был получен морской ёж, лишённый белка байидина. Смогут ли его сперматозоиды оплодотворить яйцеклетку пурпурного или красного морского ежа? Ответ поясните.

34. Эффективность естественного отбора зависит от плотности популяции. Так, если небольшую территорию занимает популяция с большой численностью, то эффективность естественного отбора высокая. Как можно объяснить данную закономерность? Известно, что в геноме живых организмов имеются вредные мутации, понижающие приспособленность. В геноме каких организмов ожидается большее количество вредных мутаций — синего кита или серой крысы?

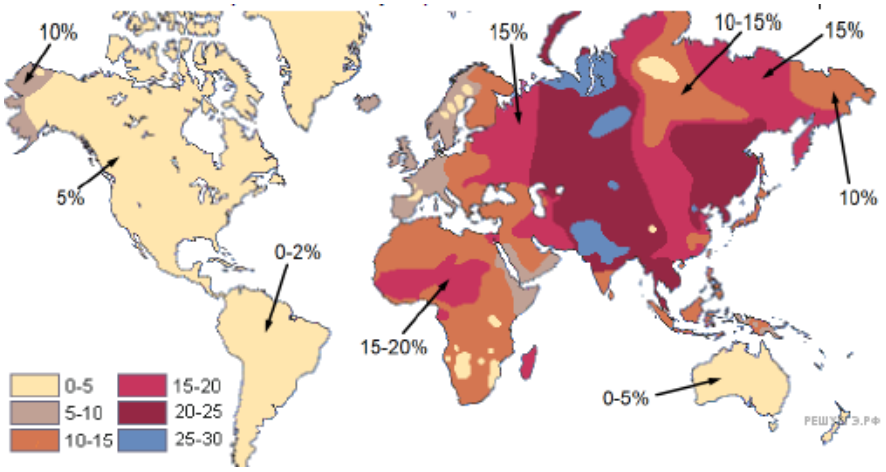
35. В популяциях высокой плоскости, где большое количество особей живет на ограниченной территории, естественный отбор идет более интенсивно. Чем это можно объяснить? Иногда в геноме организмов встречаются вредные мутации, уменьшающие их приспособленность. Где этих вредоносных мутаций будет больше: в геноме африканского лесного слона или в геноме дрожжей? Ответ поясните с точки зрения популяционной структуры вида.

36. В современной биологии существует концепция гандикапа, согласно которой вредные для выживания признаки, например длинный хвост у павлина, могут демонстрировать качество генома самца. Благодаря какой форме естественного отбора возможно сохранение данного признака? Почему данный признак сохраняется у павлина? Как связано наличие длинного хвоста с качеством генотипа самца?

37. Между островами в Океании можно провести линию Уоллеса. Со стороны Азии от линии можно обнаружить слонов и приматов, а со стороны австралии — сумчатых и первозверей. Различается и флора островов. Почему можно наблюдать такую закономерность в распределении флоры и фауны? Какая геологическая теория лежит в ее основе? Для каких животных данная закономерность почти не наблюдается?

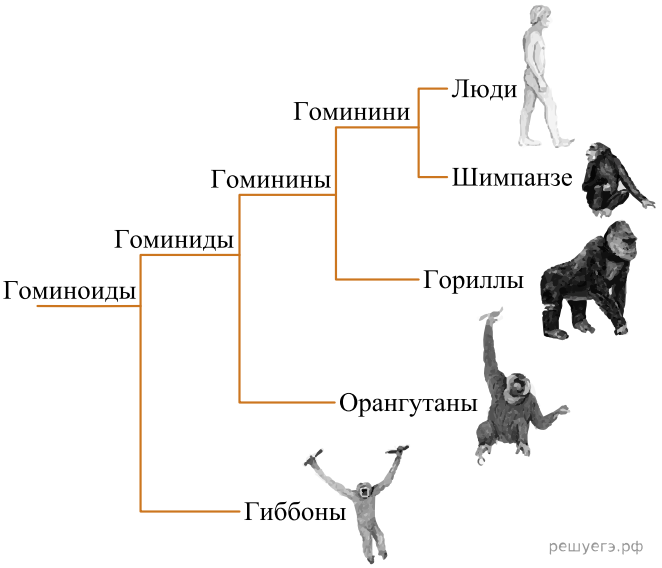
38. Сумчатые животные сегодня распространены в Южной Америке и Австралии. Предположите, где обитали наиболее древние предки современных сумчатых. Объясните, почему можно наблюдать биогеографическую закономерность в расселении сумчатых. Какая геологическая теория лежит в ее основе?

39. Группа крови определяется по системе АВО тремя аллелями (I^A, I^B, i^0). На рисунке представлена частота встречаемости аллеля I^B на разных континентах. Какой эволюционный фактор обуславливает низкую частоту встречаемости аллеля I^B в коренных южноамериканских популяциях? Предложите, какой континент люди заселили ранее — Северную Америку или Южную Америку? Ответ поясните. Какая группа крови преобладает в южноамериканской популяции, если частота аллеля I^A там тоже ниже 5%.



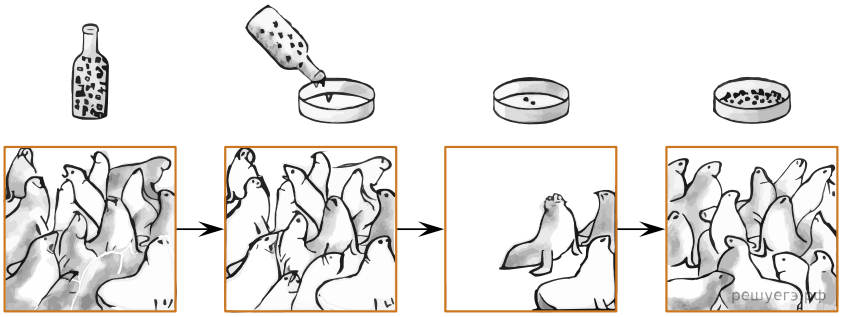
40. В настоящее время численность китообразных животных нарвалов достигает около 170000 особей. Международный союз охраны природы в 2017 г. перевёл нарвалов из группы видов, находящихся под угрозой вымирания, в группу видов, вызывающих наименьшие опасения. Однако, как показало геномное исследование, нарвалы на удивление генетически однородны для такой большой по численности популяции. Каким образом могла сформироваться такая генетическая однородность? Чем может быть опасен для вида низкий уровень генетического разнообразия? Можно ли утверждать, что в настоящее время нарвалы находятся в состоянии биологического регресса. Ответ поясните.

41. К какому отряду млекопитающих относится Человек разумный? Является ли шимпанзе предком человека? Аргументируйте свой ответ. Какая форма эволюционного процесса привела к появлению четырёх современных родов в семействе Гоминиды? Как с позиции мутационной теории объяснить тот факт, что современные обезьяны не «превращаются» в человека?



42. Помимо приматов, папиллярные линии на пальцах встречаются у коал, тогда как у других сумчатых животных они отсутствуют. Какая форма эволюции иллюстрируется данным примером. Ответ поясните. Какие особенности экологии приматов и коал могли привести к развитию папиллярных линий? Можно ли считать рудиментом наличие папиллярных линий у человека? Ответ поясните.

43. В малых популяциях существенное значение приобретают случайные изменения частоты встречаемости аллелей. Такое изменение частоты встречаемости определённых аллелей в популяции, как правило, возникает при резком сокращении её численности и является одним из факторов эволюции. Это явление можно наблюдать на примере «эффекта бутылочного горлышка», который проиллюстрирован на рисунках ниже в популяции северных морских слонов, ставших объектами массовой охоты в 19 веке. Дайте название этому эволюционному явлению. Опишите «эффект бутылочного горлышка» на примере морских слонов.



44. У плацентарных млекопитающих фермент гликолиза кодируется одним и тем же геном. Какая форма естественного отбора способствует этому? При анализе геномов было выявлено, что у разных организмов данный ген может иметь замены нуклеотидов. Поясните, почему при замене нуклеотидов фермент не меняет свою белковую структуру? Какое свойство генетического кода проявляется в данном случае?

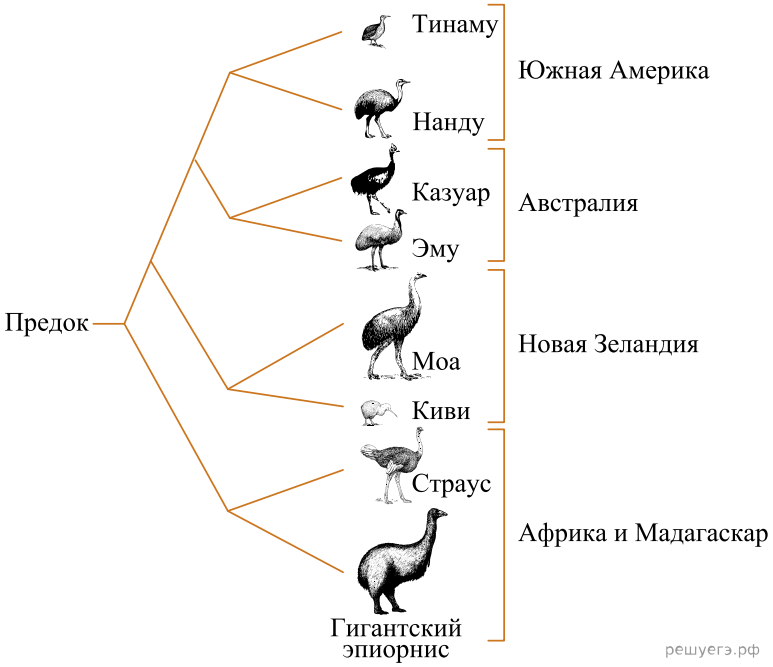
45. У некоторых видов организмов обнаружено явление, получившее название мейотический драйв. Это нарушение равновероятного распределения аллелей при мейозе: один из аллелей (обозначим его D) способен подавлять развитие гамет, несущих альтернативный аллель d. В результате аллель D передается потомству значительно чаще, чем d, хотя в гомозиготном состоянии (DD) он может снижать жизнеспособность особи. Почему мейотический драйв нарушает законы Менделя? Почему накопление драйвового аллеля может быть опасным для популяции? Приведите пример механизма, с помощью которого естественный отбор может препятствовать распространению такого аллеля.

46. Ещё со времён Дарвина было известно, что для получения нового сорта или новой породы необходимо использовать дикого предка (дикий тип) организма. Если же вместо него использовать другие сорта (породы) или линии, в которых множество раз происходил инбридинг (близкородственное скрещивание), то желаемого эффекта селекционер может не достигнуть.

Как можно объяснить данный факт? Почему даже в инбредных линиях спустя множество поколений постепенно повышается эффективность отбора (наследуемое и направленное изменение признака в поколениях)?

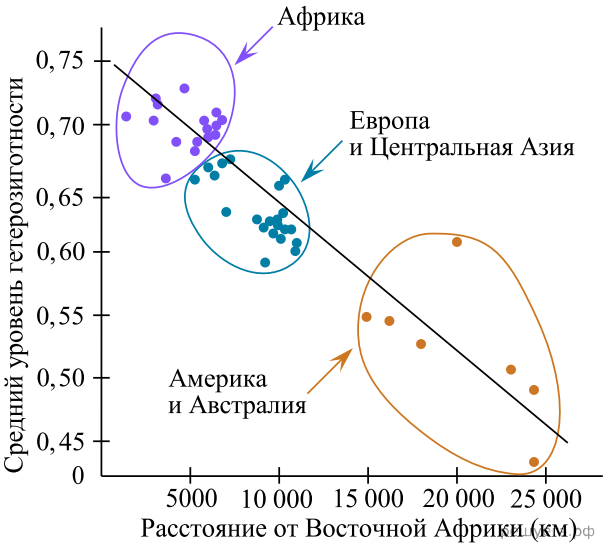
47. Известно, что в человеческой популяции мутация, позволяющая переваривать лактозу у взрослых людей долгое время была нейтральной. Как формировалась положительная обратная связь между естественным отбором в пользу людей, обладающих данной мутацией, и появлением скотоводства? Как можно объяснить тот факт, что несколько различных мутаций начали распространяться в разных регионах параллельно друг другу?

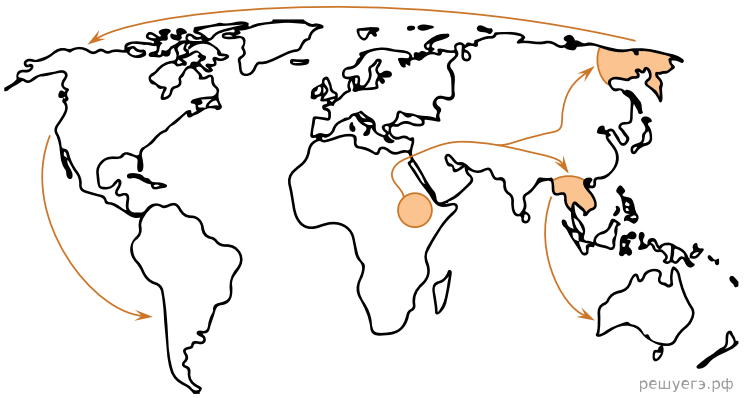
48. На схеме представлены филогенетическое дерево птиц из группы Древненёбных (*Paleognathae*), а также информация об их современных ареалах и местах ископаемых находок (для вымерших птиц). На основании представленных данных укажите название суперконтинента, где возникла группа древненёбных, и порядок, в котором от этого суперконтинента отделялись участки суши. Какая геологическая теория лежит в основе данных процессов? К какой группе доказательств эволюции можно отнести данный пример? Описанная закономерность в распространении наблюдается далеко не для всех групп животных. Какие причины могут приводить к нарушению этой закономерности?



49. Назовите среду обитания ленточных червей. Какое значение в этой среде имеют такие особенности ленточных червей как микротрихии (микроско-пические выросты кожного покрова), гермафродитная половая система и присоски на голове? Какой путь эволюции иллюстрирует утрата пищеварительной системы у ленточных червей?

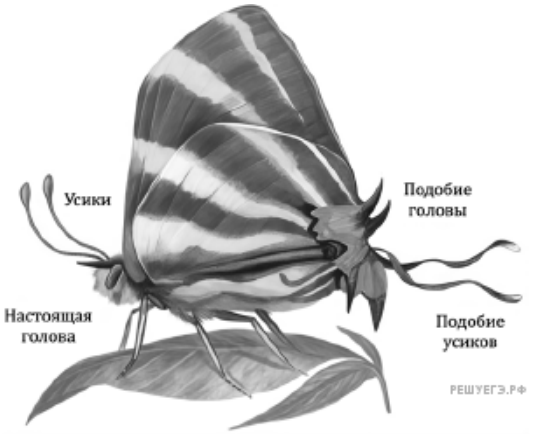
50. Генетическое разнообразие популяции часто оценивают через средний уровень гетерозиготности — долю генов, находящихся у особей в гетерозиготном состоянии. Сравнительный анализ показывает, что данный показатель выше у коренных африканских популяций и ниже у европейцев. Действием какого основного эволюционного фактора вызвано такое распределение гетерозиготности? Ответ объясните. Почему именно среди коренных американцев зарегистрированы самые низкие значения гетерозиготности? Чем объясняется, что у коренных американцев и австралийцев гомозиготность закрепилась по разным генам? Чем можно объяснить наблюдаемую закономерность?





Карта расселения вида Человек Разумный

51. У многих бабочек на заднем крыле есть особая «ложная голова» – совокупность отростков, напоминающих усики, и пятен, похожих на глаза. Учёные обнаружили, что при повреждении в области «ложной головы» крыло особенно легко рвётся. Назовите две функции, которые могут выполнять «ложная голова» и глазчатые пятна на крыльях. Поясните механизм действия этих приспособлений в каждом случае. Почему иногда этот признак может стать вредным для выживания? Реконструкция предков бабочек показала, что «ложная голова» возникала независимо десятки раз в разных ветвях эволюции. Какую форму эволюции иллюстрирует данный пример?



52. Цветковые растения миллионы лет использовали насекомых для опыления. Однако в настоящее время наблюдается резкое снижение численности насекомых-опылителей. Фиалки и другие растения начинают переходить на самоопыление. Какая группа экологических факторов приводит к резкому снижению количества насекомых-опылителей в современных условиях. Ответ поясните. Опишите изменения в строении цветка и производстве нектара, вызванные переходом фиалок к самоопылению. Как переход на самоопыление отразится на генофонде фиалок? Какой эффект это окажет на их дальнейшую эволюцию?

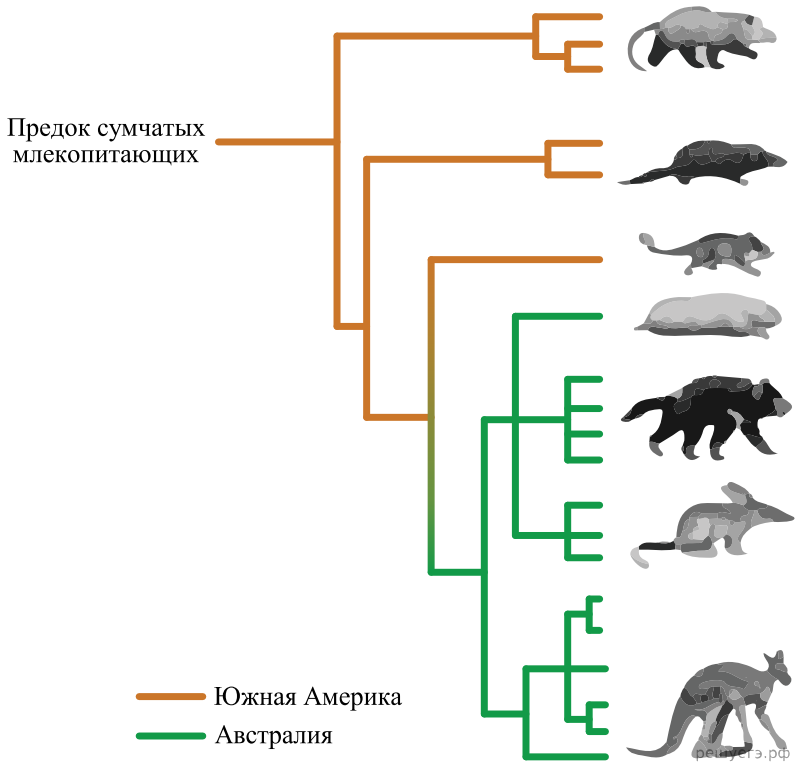
53. Растения рода Южный бук (*Nothofagus sp.*) распространены на территории Южной Америки, Австралии и Океании, но отсутствуют в Северной Америке и Евразии. Объясните данную закономерность. Какая геологическая теория лежит в основе данной закономерности? Почему впоследствии Южный бук не смог распространиться в Северное полушарие? Назовите две возможные причины.





54. Сумчатые животные сегодня распространены в Южной Америке и Австралии. На основании филогенетического древа предположите, где обитали наиболее древние предки современных сумчатых. Ответ поясните. Объясните, почему можно наблюдать биогеографическую закономерность в расселении сумчатых. Какая геологическая теория лежит в её основе?

Филогенетическое древо сумчатых животных



55. На графиках показано изменение частот двух аллелей разных генов в разных популяциях. Какой аллель находится под действием положительного естественного отбора? Ответ поясните. Частота аллеля *P* после пятидесятого поколения начала резко колебаться. Влияет ли существенно аллель P на приспособленность организма? Какое событие привело к возникновению колебаний частоты аллеля *P* после пятидесятого поколения? Какой эволюционный фактор начал сильнее влиять на частоту аллеля *P* после пятидесятого поколения? Ответ поясните. Для оценки силы действия естественного отбора часто используется следующая формула:

$$S = \frac{p_1 - p_2}{(t_2 - t_1) \cdot \bar{p} \cdot (1 - \bar{p})},$$

где p_1 и p_2 начальная и конечная частота аллеля, $\bar{p}$ — средняя частота аллеля за время измерения, t_1 и t_2 — начальное и конечное поколение. Для аллеля, находящегося под действием положительного естественного отбора, рассчитайте значение средней силы отбора на протяжении 100 поколений (с 0-го по 100-е поколение). Ответ округлите до тысячных.

