

НАУКИ О ЖИВОЙ ПРИРОДЕ: БИОЛОГИЯ

Четверг, 18 июня 2026 г. — Время строго ограничено с 9:15 до 12:15

Имя учащегося _____

Название учебного заведения _____

Наличие или использование любых устройств связи при сдаче этого экзамена строго воспрещено. Наличие или использование каких-либо устройств связи даже очень короткое время повлечет аннулирование результатов экзамена и оценки.

Укажите ваше имя и название учебного заведения в строках выше.

Используйте свои знания в области **науки о живой природе — биологии**, чтобы ответить на все вопросы каждой части.

Вы должны ответить на все вопросы. При подготовке ответов на вопросы вы можете пользоваться черновиком, но не забудьте записать окончательные варианты всех ответов на лист для ответов и в брошюру для ответов. Вам выдан отдельный лист для ответов на вопросы, подразумевающие несколько вариантов ответа. Под руководством преподавателя заполните ту часть страницы для ответов, где указывается информация об учащемся. Запишите ответы на вопросы с развернутым ответом в экзаменационной брошюре.

Все ответы в экзаменационной брошюре следует записывать ручкой, за исключением графиков и рисунков, которые следует выполнять карандашом.

По завершении экзамена вам необходимо подписать напечатанное на отдельном листе заявление, подтверждающее, что до начала экзамена вы не были никоим образом ознакомлены ни с экзаменационными вопросами, ни с ответами на них, а в ходе экзамена вы никому не оказывали и ни от кого не получали помощь в ответе ни на один экзаменационный вопрос. Лист с ответами и экзаменационная брошюра не будут приняты, если заявление не будет подписано вами.

ПРИМЕЧАНИЕ...

При сдаче этого экзамена вы должны иметь возможность пользоваться обычным или научным микрокалькулятором.

Обратите внимание, что в диаграммах может не соблюдаться масштаб.

НЕ ОТКРЫВАЙТЕ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БУКЛЕТ ДО ПОДАЧИ СИГНАЛА.

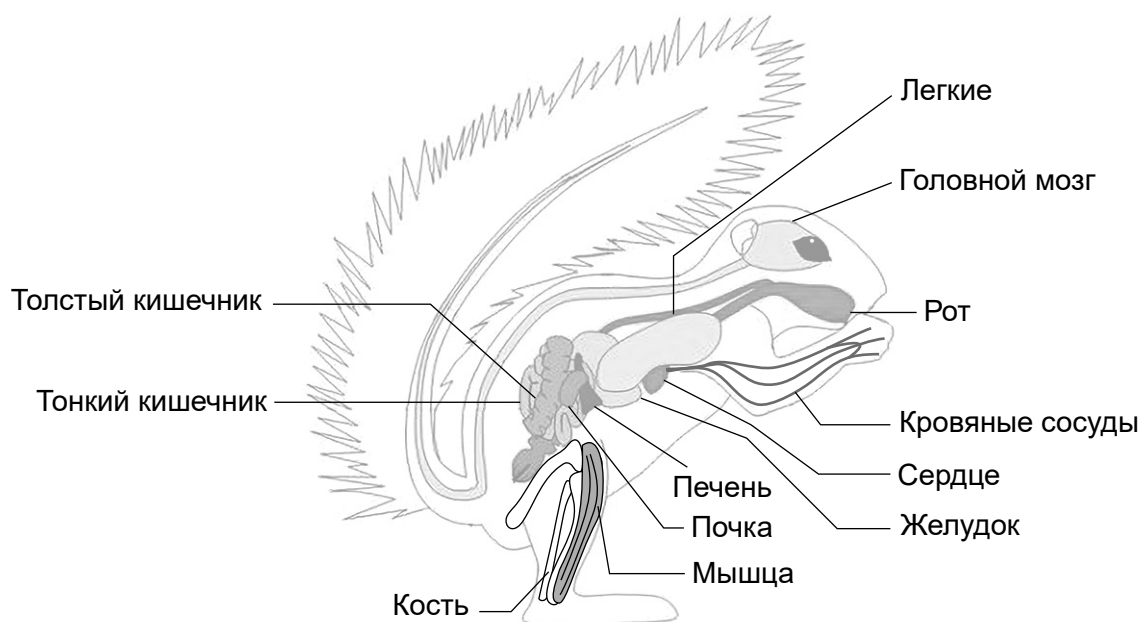
Для ответа на вопросы с 1 по 5 используйте приведенную ниже информацию, а также свои знания в области науки о живой природе — биологии. Ответы на вопросы с несколькими вариантами ответов обязательно запишите на отдельном листе для ответов. Запишите свои ответы на вопросы с развернутым ответом в экзаменационную брошюру.

Сезонная стратегия выживания

У некоторых видов живых организмов, обитающих в холодном климате, развились уникальные формы адаптации для сохранения энергии в зимние месяцы. Эти организмы впадают в зимнюю спячку — период бездействия, при котором жизненные процессы замедляются. Согласно оценкам, этот период бездействия позволяет организмам использовать почти в 70–100 раз меньше энергии в условиях ограниченности ресурсов. Некоторые виды земляных белок впадают в зимнюю спячку.

На схеме ниже показаны некоторые компоненты систем организма белки.

Анатомия земляной белки



Исследователи, изучающие животных, впадающих в зимнюю спячку, обнаружили, что некоторые из физиологических изменений, связанных с зимней спячкой, также могут привести к образованию тромбов. У этих животных отмечалась значительная разница в количестве тромбоцитов во время зимней спячки по сравнению с тем, когда они не впадают в зимнюю спячку.

Тромбоциты — это элементы крови, которые формируются в костном мозге, например, костей ног. Они помогают свертыванию крови.

Ниже кратко описаны некоторые изменения, происходящие в организмах животных, впадающих в зимнюю спячку.

Примеры физиологических изменений в организмах животных, впадающих в зимнюю спячку

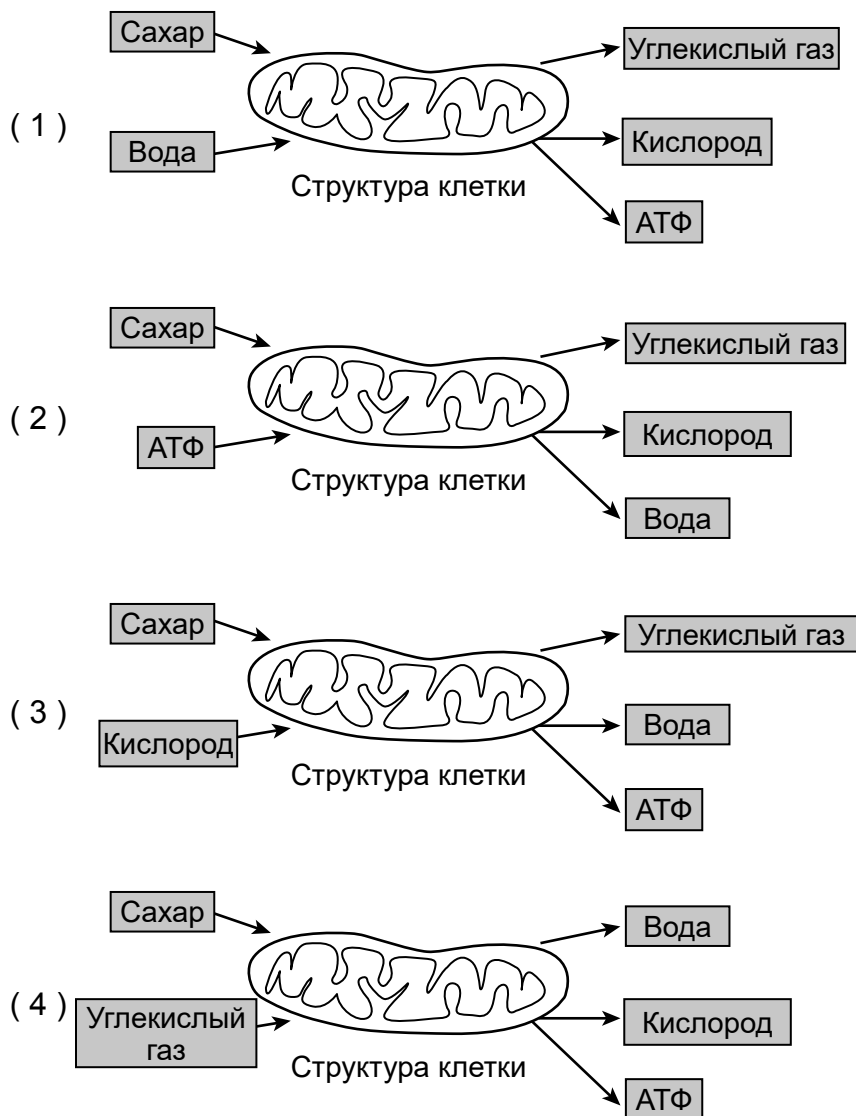
Животное	Состояние	Средний показатель частоты сердечных сокращений (ударов/мин)	Средняя частота дыхательных движений (дых. движ./мин)	Средняя температура тела (°C)	Количество тромбоцитов (#/L)
Земляная белка с 13 полосками	Не в зимней спячке	250	100	37	445×10^9
	В зимней спячке	5	3	6	$47,9 \times 10^9$
Скандинавский бурый медведь	Не в зимней спячке	45	6	37	262×10^9
	В зимней спячке	10	1	32	174×10^9

1 Какое утверждение наилучшим образом описывает взаимодействия между системами организма, представленными на анатомической схеме *земной белки*, которые используются для защиты белки от образования тромбов в крови во время зимней спячки?

- (1) Легки должны обеспечивать мышечную систему большим количеством CO_2 для увеличения объема движений и предотвращения образования тромбов.
- (2) Чтобы не образовывались тромбы, в крови, транспортируемой системой кровообращения, должно быть повышенное количество тромбоцитов, которые вырабатываются костями скелетной системы.
- (3) Костный мозг скелетной системы снижает выработку тромбоцитов, поступающих в систему кровообращения, предотвращая нарушение потока крови тромбами.
- (4) Нервная система повышает температуру тела, что приводит к снижению количества O_2 , поступающего в легкие и предотвращает формирование тромбов.

2 Используя данные, собранные исследователями, предоставьте доказательства в поддержку утверждения о том, что при снижении температуры окружающей среды механизмы обратной связи поддерживают гомеостаз у животных, впадающих в зимнюю спячку. [1]

3 На какой из представленных ниже схем наилучшим образом представлены входные и выходные параметры химического процесса, посредством которого вещество и энергия преобразуются в формы, пригодные для использования клетками земной белки?



Во время исследований зимней спячки исследователи также обнаружили, что у млекопитающих может быть нарушена функция иммунной системы.

В приведенной ниже таблице показаны данные, собранные в ходе исследований.

Примерное снижение количества белых клеток крови во время зимней спячки

Животное	Снижение в процентах
Скандинавский бурый медведь	40 %
Земляная белка с 13 полосками	90 %
Северная ушастая летучая мышь	45 %

4 С учетом предоставленных данных укажите, какое объяснение наилучшим образом описывает, как изменения в иммунной системе позволяют таким животным, как белки и медведи, поддерживать гомеостаз во время зимней спячки?

- (1) Когда животные впадают в зимнюю спячку, увеличивается выработка белых клеток крови, что требует больше энергии для поддержания гомеостаза.
- (2) У животных, впадающих в зимнюю спячку, выработка белых клеток крови сокращается, что позволяет сохранять энергию.
- (3) Во время зимней спячки выработка белых клеток крови у животных сокращается, что повышает их способность противостоять болезням.
- (4) Когда животные впадают в зимнюю спячку, выработка белых клеток крови не меняется, но их способность противостоять болезням снижается.

Аналогичный иммунный ответ наблюдается у летучих мышей и других млекопитающих во время зимней спячки. Это может повлиять на то, как летучие мыши борются с инфекциями.

Некоторые колонии летучих мышей оказались инфицированы грибом, что вызвало среди них массовую гибель. Было высказано предположение, что у тех летучих мышей, которые периодически пробуждаются во время зимней спячки, иммунные системы реактивируются.

5 Сформулируйте объяснение на основе сведений о том, что в процессе эволюции популяция летучих мышей, которые периодически пробуждаются, увеличится. [1]

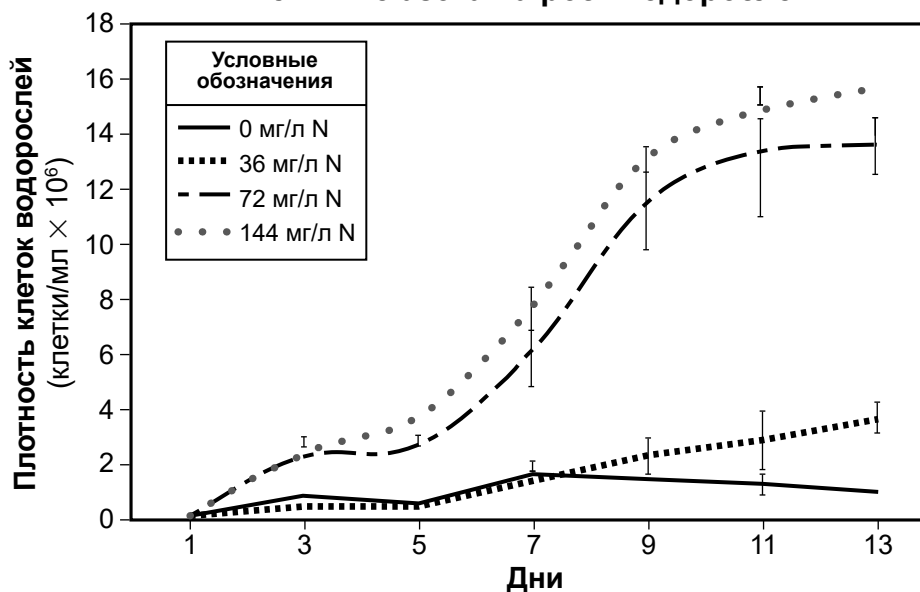
Для ответа на вопросы с 6 по 9 используйте приведенную ниже информацию, а также свои знания в области науки о живой природе — биологии.

Азот: друг или враг?

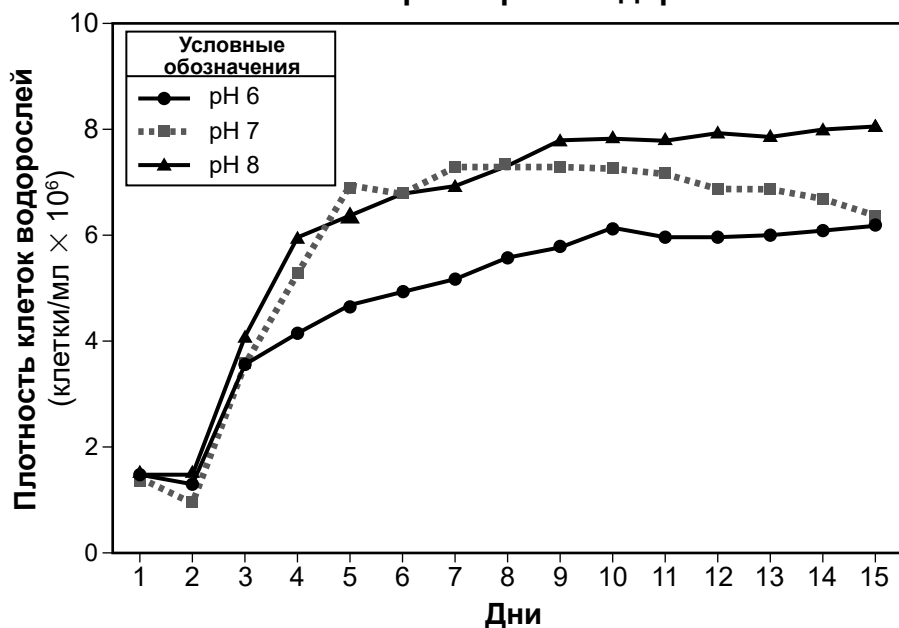
Водоросли — это простые, похожие на растения организмы, которые играют важную роль во многих водных экосистемах. Однако не все виды водорослей полезны для экосистемы.

Исследователи проверили влияние азота (N) на рост водорослей, добавляя в образцы воды, содержащие водоросли, разное количество азота. Собранные ими данные представлены на графиках ниже.

Влияние азота на рост водорослей



Влияние pH на рост водорослей

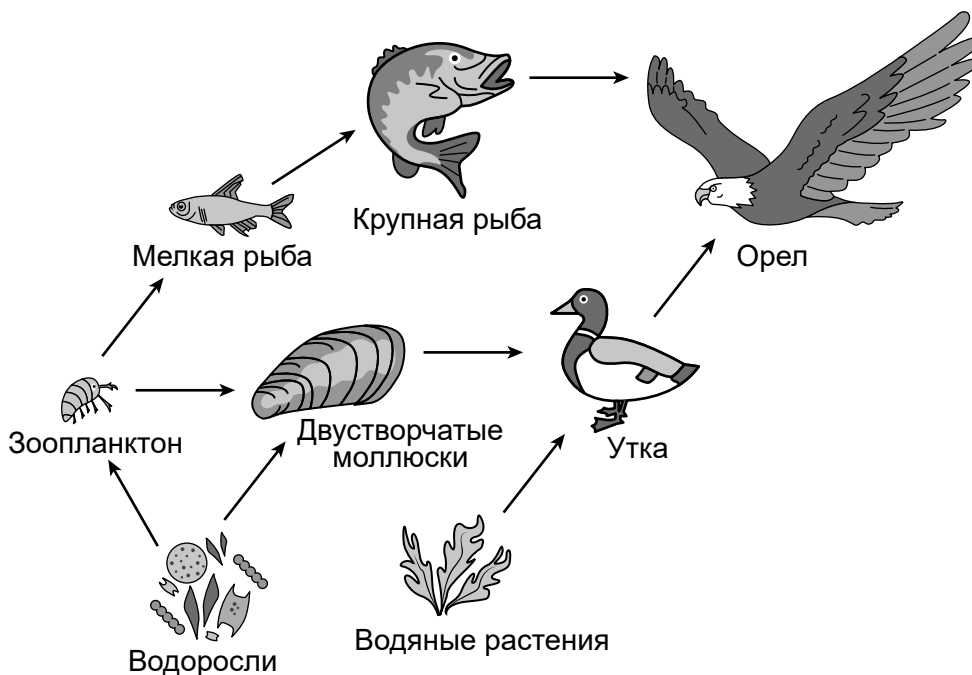


6 На основе данных графиков укажите, какой фактор оказывает наибольшее влияние на размер популяции водорослей?

- (1) Наибольший рост за 13 дней наблюдался в популяции водорослей, подвергшейся воздействию азота в концентрации 36 мг/л.
- (2) Наибольшая плотность к седьмому дню отмечалась в популяции водорослей, подвергшейся воздействию рН 8.
- (3) Наибольшая плотность через 13 дней отмечалась в популяции водорослей, подвергшейся воздействию азота в концентрации 144 мг/л.
- (4) Популяция водорослей, подвергшаяся воздействию рН 7, стабильно увеличивалась спустя семь дней.

На приведенной ниже схеме показан пример пресноводной пищевой сети.

Пресноводная пищевая сеть



7 Ученые утверждают, что добавление небольшого количества азота повлияет на кормовую продуктивность всех видов живых организмов во всей пищевой сети. Какое объяснение наилучшим образом поддерживает заявление ученых, исходя из предоставленной информации?

- (1) Количество производителей увеличится, в результате чего для остальной части пищевой сети станет доступно больше энергии, что увеличит их кормовую продуктивность.
- (2) У популяций водорослей кормовая продуктивность уменьшится, в результате чего для водяных растений станет доступно больше энергии, что увеличит кормовую продуктивность для растений и потребителей.
- (3) Кормовая продуктивность каждого организма в пищевой сети будет уменьшаться, за исключением производителей, из-за увеличения популяций водорослей, поглощающих всю доступную энергию.
- (4) Кормовая продуктивность хищников увеличится, поскольку водоросли являются основным компонентом их диеты.

Вредоносное цветение водорослей (Harmful algae blooms, HABs) становится проблемой в пресноводных водоемах по всему миру, включая озера штата Нью-Йорк. На своих полях фермеры часто используют химические удобрения, содержащие азот. Лишние удобрения могут смываться в пресноводные экосистемы, что приводит к вредоносному цветению водорослей. На графике ниже показано влияние вредоносного цветения водорослей на уровень кислорода в пресноводной экосистеме.



- 8 Ученые утверждают, что 144 мг/л азота могут негативно влиять на сложные взаимодействия между организмами в пресноводных экосистемах. Оцените, является ли это заявление действительным, поставив галочку (✓) в поле Действительно или в поле Не действительно ниже. Предоставьте сведения в поддержку вашей оценки. [1]

☐

Действительно

☐

Не действительно

- 9 Какое решение наиболее эффективным и безопасным образом **снизит** вероятность вредоносного цветения водорослей, вызванного деятельностью человека?

- (1) Требование к фермерам использовать сельскохозяйственные методы, которые минимизируют стоки в пресноводные водоемы.
- (2) Добавление в воду чужеродных видов, питающихся водорослями, чтобы держать популяции водорослей под контролем.
- (3) Добавление в водоемы дополнительных химических веществ, которые избавят от воздействия азота в воде.
- (4) Строительство бетонных барьеров вокруг всех пресноводных водоемов для предотвращения попадания питательных веществ в водные пути.

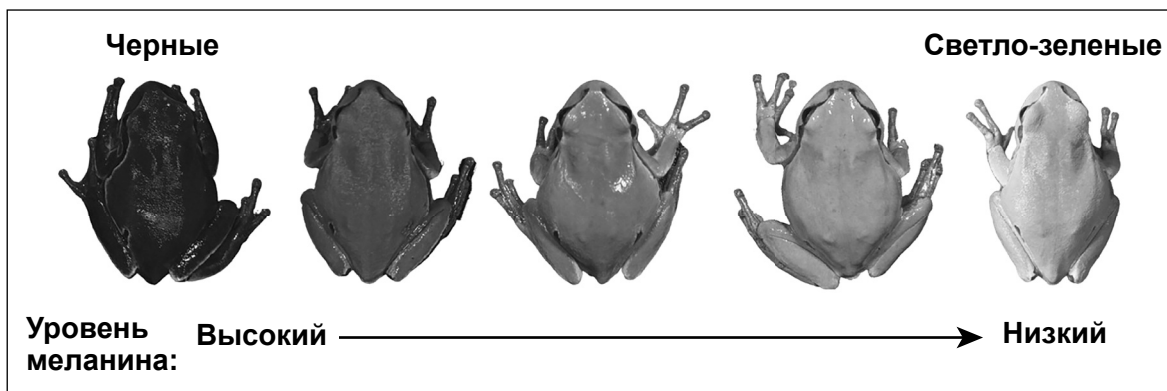
Для ответа на вопросы с 10 по 14 используйте приведенную ниже информацию, а также свои знания в области науки о живой природе — биологии.

Зеленые и черные лягушки

В 1986 году ядерный реактор в Чернобыле, расположенный в Восточной Европе, выбросил в атмосферу огромное количество радиоактивных веществ. Прилегающая территория до сих пор остается в значительной степени непригодной для жизни людей. Для естественного снижения уровня радиации до безопасного уровня потребуются много лет.

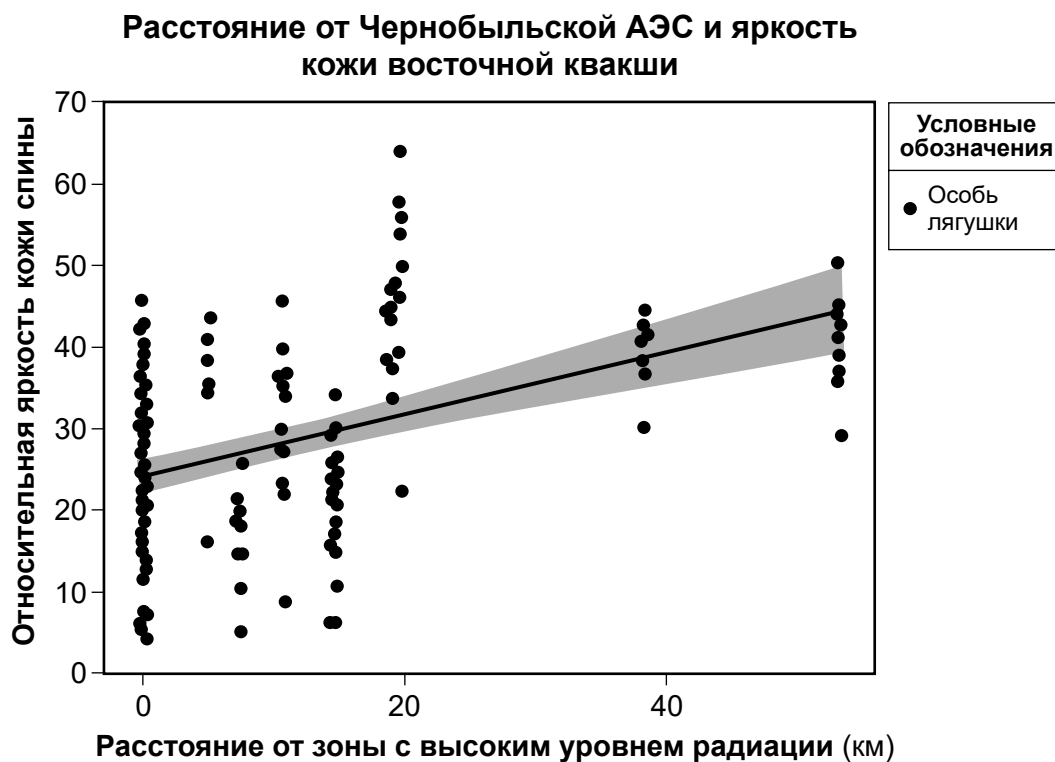
Восточная квакша (*Hyla orientalis*) обитает в районе места катастрофы в Чернобыле. У нее наблюдаются вариации окраса из-за разного количества пигмента меланина, присутствующего в клетках кожи. До катастрофы большинство восточных квакш были зелеными, при этом у меньшинства лягушек имелся признак черных клеток кожи. По результатам исследования, проведенного в районе Чернобыля в 2022 году, было выявлено, что нынешние популяции лягушек стали значительно темнее; количество черных лягушек увеличилось, а зеленых — уменьшилось. Вариации окраса этих лягушек показаны ниже.

Вариации цвета у *H. orientalis*



- 10 Какой вопрос наилучшим образом проясняет роль ДНК в изменении наследования цвета кожи у лягушек?
- (1) Почему последовательность ДНК в клетках кожи лягушки отличается от последовательности ДНК в других клетках тела, которые не производят пигмент?
 - (2) Как все лягушки одного вида получают идентичные пигментные белки от своих родителей?
 - (3) Как сочетание аллелей, отвечающих за синтез пигмента, которые лягушка унаследовала от своих родителей, определяет цвет ее кожи?
 - (4) Почему квакши разного цвета получают разное количество ДНК от своих родителей?
- 11 Какие доказательства наилучшим образом подтверждают заявление о том, что распределение и частота цвета у популяции лягушек до Чернобыльской катастрофы были результатом естественного отбора?
- (1) Зеленые пигменты поглощали солнечный свет лучше, чем черный пигмент, и поддерживали более высокую температуру тела лягушек.
 - (2) Черным лягушкам было проще спрятаться от хищников, чем зеленым.
 - (3) Зеленая окраска позволяла лягушкам лучше маскироваться на деревьях.
 - (4) Черная окраска позволяла лягушкам привлекать больше партнеров и производить больше потомства.

По мере увеличения количества меланина в клетках яркость (воспринимаемая яркость кожи на спине) уменьшается. В рамках исследования, проведенного в 2022 году, ученые измерили яркость кожи спины лягушек на разных расстояниях от места аварии в Чернобыле. На графике ниже представлены результаты их исследования.

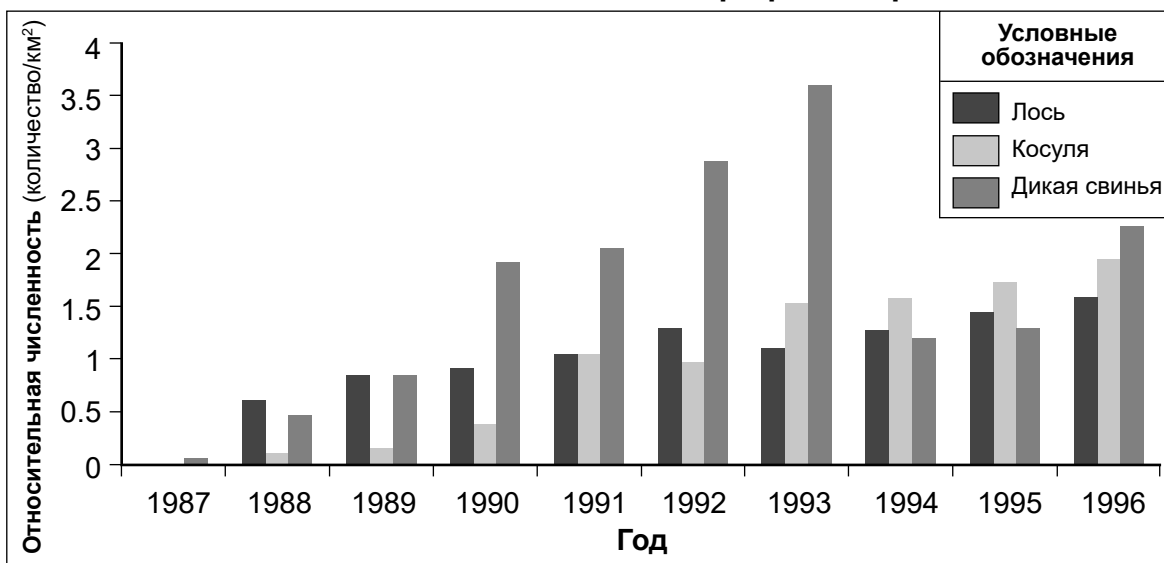


12 Какие из представленных ниже данных демонстрируют, что радиационное излучение, воздействующее на окружающую среду в Чернобыле, вызвало изменение пигментации в популяции восточной квакши?

- (1) У лягушек, подвергшихся воздействию высокой радиации, отмечалась большая яркость и самая светлая зеленая окраска.
- (2) У лягушек, находившихся ближе всего к ядерному реактору, была самая низкая яркость и самый высокий уровень меланина.
- (3) У лягушек, подвергшихся воздействию низкого уровня радиации, была более высокая яркость кожи и более высокий уровень меланина.
- (4) У лягушек, находившихся дальше всего от ядерного реактора, была самая низкая яркость и самый темный окрас.

После выброса радиации в течение нескольких лет проводилось отслеживание численности животных на квадратный километр (количество/км²) вблизи места аварии. Сейчас численность этих популяций схожа с численностью популяций в охраняемых природных заповедниках, не подвергшихся воздействию радиации из Чернобыля, при этом численность некоторых популяций даже выше, чем в незагрязненных районах. Исследования не показали никакой корреляции между уровнем радиации и относительной численностью рассматриваемых животных в данном районе. На графике ниже показаны данные по трем видам живых организмов в первые несколько лет после бедствия.

Количество животных в зоне катастрофы в Чернобыле



- 13** Какое заявление о сложных взаимодействиях между популяциями животных в Чернобыле наилучшим образом подтверждается данными, полученными после выброса радиации?
- (1) Численность диких свиней восстановилась позже всех, потому что они конкурировали с косулями за еду.
 - (2) Лоси всегда уступали косулям в борьбе за среду обитания, потому что они живут на одной и той же территории.
 - (3) Все виды изначально пострадали, и ни один из них не смог найти способы успешно конкурировать в новой среде.
 - (4) Все виды изначально пострадали, и все три вида смогли найти способы добывать пищу и жить в одной и той же среде обитания.
- 14** Сразу после чернобыльской катастрофы популяция косули была практически полностью уничтожена. Объясните, как естественный отбор привел к наблюдаемому увеличению популяции косуль после Чернобыльской катастрофы. [1]

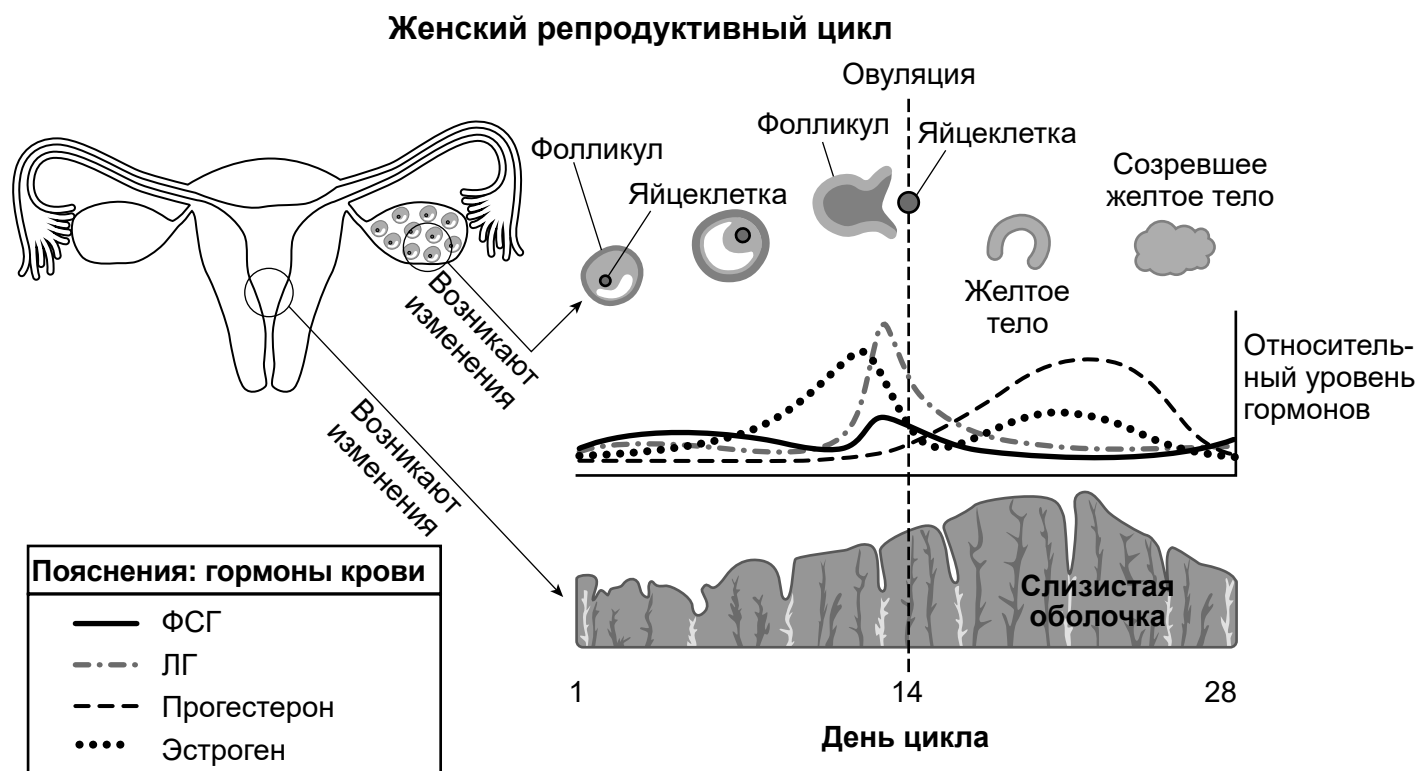
Для ответа на вопросы с 15 по 18 используйте приведенную ниже информацию, а также свои знания в области науки о живой природе — биологии.

Синдром поликистозных яичников (СПКЯ)

Человеческие яйцеклетки — высокоспециализированные клетки, предназначенные для полового размножения. Яйцеклетки проходят последовательность изменений, обуславливаемых взаимодействием между органами, железами и гормонами.

Синдром поликистозных яичников (СПКЯ) — это расстройство, которое встречается у 8–13 % женщин репродуктивного возраста. Многим женщинам с СПКЯ сложнее забеременеть, чем женщинам без СПКЯ.

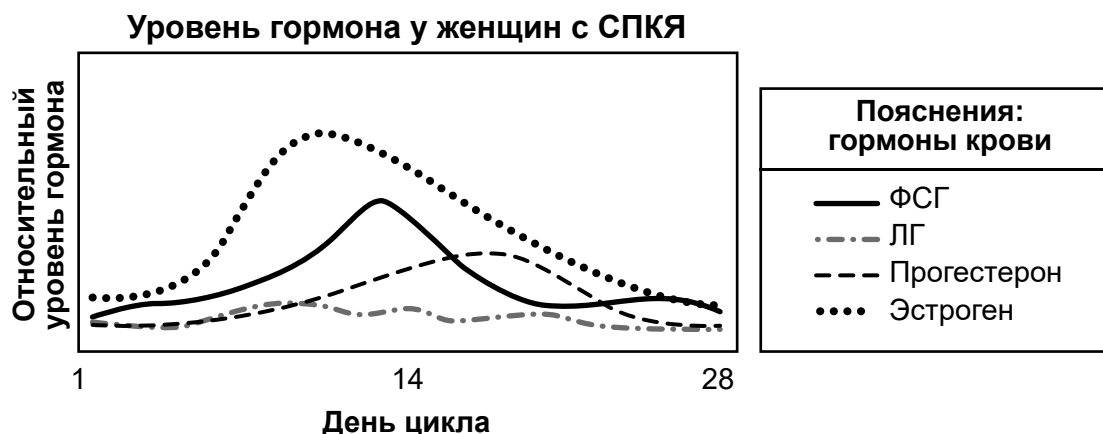
На схеме ниже показан цикл изменения репродуктивной системы женщины за 28 дней.



- 15 На основе схемы опишите, как конкретный гормон может влиять на структуру женской репродуктивной системы. [1]

Исследования показали, что у пациенток с СПКЯ количество фолликулов в два раза выше, чем у женщин без СПКЯ, однако большинство из них недоразвиты.

На графике ниже показаны некоторые данные, собранные исследователями при изучении СПКЯ.

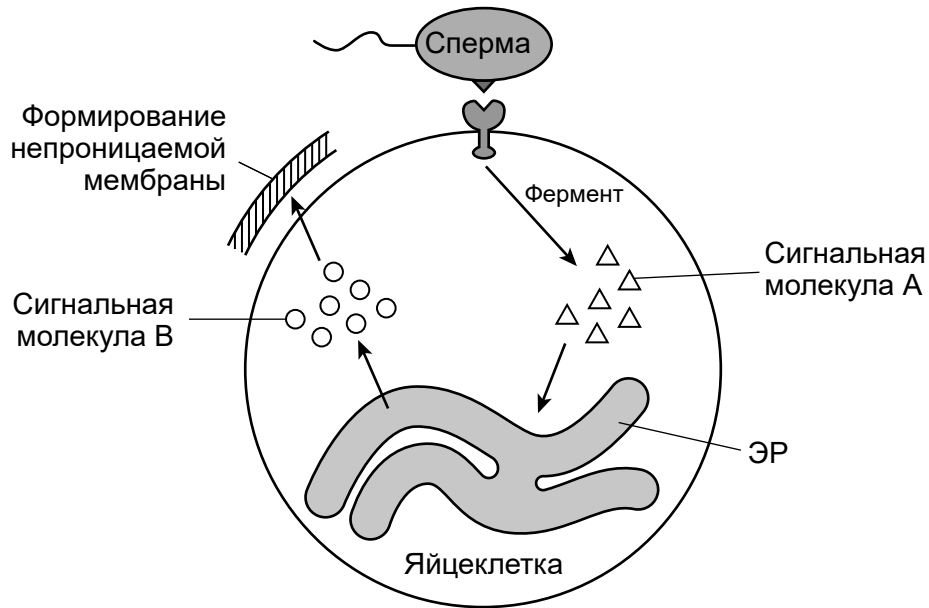


16 В каком утверждении приводится доказательство, подтверждающее заявление о том, что СПКЯ является результатом сбоя в механизме обратной связи яйцеклетки?

- (1) У пациенток с СПКЯ не наблюдается пика выработки ФСГ, который наблюдается у женщин без СПКЯ, что приводит к нарушению менструального цикла.
- (2) У пациенток с СПКЯ уровень ЛГ ниже, поэтому овуляция не происходит.
- (3) Уровни прогестерона и ЛГ у женщин с СПКЯ остаются повышенными после 14 дня, что приводит к нарушению менструального цикла.
- (4) У женщин с СПКЯ повышен уровень эстрогена и ФСГ, что приводит к чрезмерному развитию имеющихся фолликулов.

После высвобождения яйцеклетки несколько механизмов внутри яйцеклетки обеспечивают возможность внесения генетической информации в зиготу только одним сперматозоидом. При связывании сперматозоида с яйцеклеткой эндоплазматический ретикулум (ЭР), органелла внутри яйцеклетки, подает сигнал, вызывающий изменения внутри яйцеклетки. Это предотвращает связывание дополнительных сперматозоидов с яйцеклеткой. На схеме ниже показан один предполагаемый механизм.

Взаимодействие сперматозоида и яйцеклетки



17 В каком утверждении правильно соотнесена структура на схеме с функцией, которая приводит к формированию непроницаемой мембраны?

- (1) ЭР стимулирует выработку сигнальных молекул, что вызывает ряд изменений, которые позволяют сперматозоиду связываться с яйцеклеткой и образовывать зиготу.
- (2) Сигнальные молекулы реагируют со сперматозоидом, стимулируя ЭР к высвобождению ферментов, необходимых для формирования непроницаемой мембраны вокруг яйцеклетки, которая предотвращает проникновение в нее множества сперматозоидов.
- (3) Рецептор в мембране яйцеклетки связывается со сперматозоидом, вызывая серию реакций, которые стимулируют ЭР к высвобождению сигналов, что приводит к формированию непроницаемой мембраны.
- (4) На мембране сперматозоида есть рецептор, который прикрепляется к яйцеклетке, вызывая высвобождение ферментов внутри сперматозоида, которые могут быть использованы для предотвращения прикрепления дополнительных сперматозоидов к яйцеклетке.

Помимо повышения сложности зачатия, СПКЯ может приводить к возникновению симптомов, не связанных с репродуктивной системой. Исследователи изучают стратегии, которые могут быть использованы для лечения симптомов СПКЯ. Два из этих планов лечения описаны ниже.

План 1: медикаментозное лечение для устранения конкретных симптомов.

План 2: физические упражнения и улучшение диеты для снижения тяжести симптомов.

- 18 Определите, какой из предложенных планов лечения будет наиболее эффективным для уменьшения симптомов СПКЯ. Вы можете учитывать **два** из следующих ограничений: стоимость, безопасность или надежность. Впишите свой ответ в таблицу. [1]

Номер плана: _____

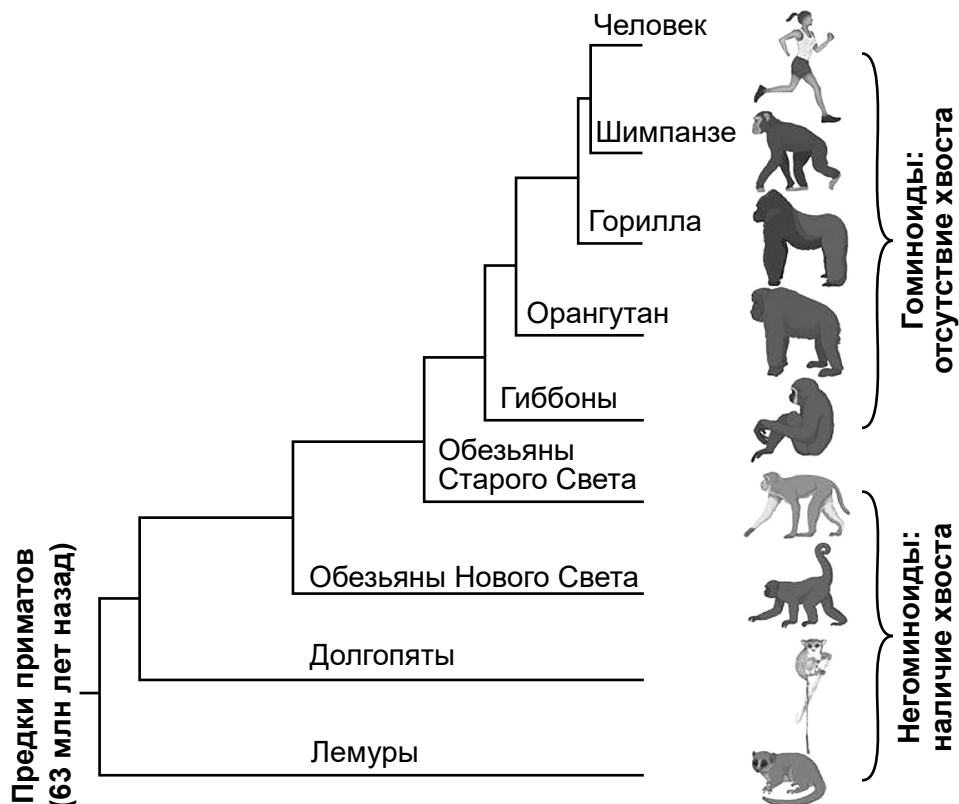
Ограничение	Компромисс	Причина
	За	
	Против	

Для ответа на вопросы с 19 по 22 используйте приведенную ниже информацию, а также свои знания в области науки о живой природе — биологии.

Люди без хвоста

У людей большой процент ДНК совпадает с ДНК других приматов. Одна группа, именуемая гоминоидами, отделилась от обезьяноподобных приматов 15–20 миллионов лет назад (млн лет назад) и стала развиваться без хвоста, как показано на схеме ниже.

Эволюционное древо приматов

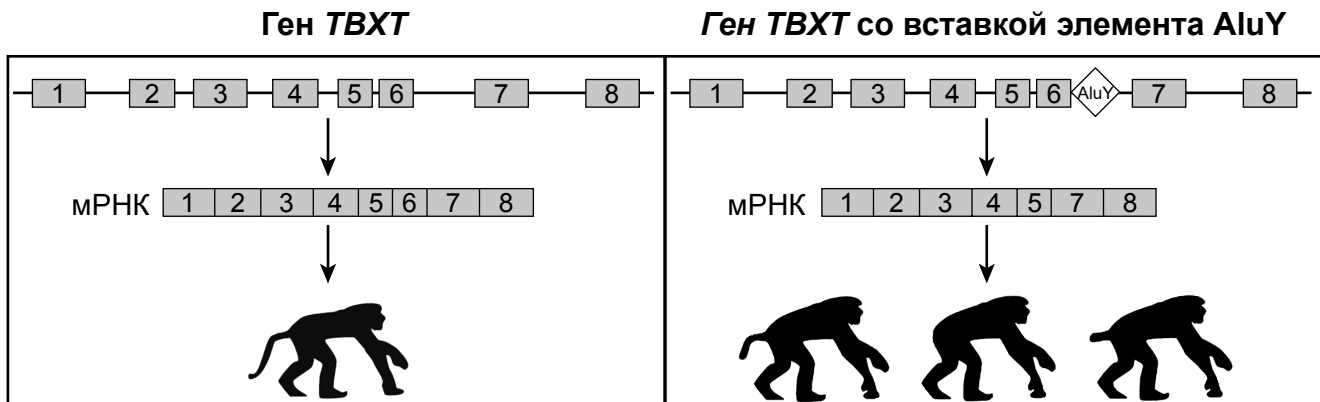


Ученые выявили ген *TBXT*, который играет роль в развитии хвоста. Ген *TBXT* кодирует фактор транскрипции (тип белка), ответственный за активацию многих генов, включая те, которые участвуют в формировании хвоста, на ранних стадиях эмбрионального развития у многих животных.

19 В каком утверждении представлены эмпирические данные, которые можно использовать для определения места шимпанзе и людей в эволюционной схеме?

- (1) Данные регистрации ископаемых свидетельствуют о том, что шимпанзе и люди эволюционировали 63 млн лет назад из группы вымерших приматов, у которых были хвосты.
- (2) У шимпанзе больше общих с людьми оснований ДНК, чем у любых других приматов, и в недавнем времени у них был общий предок.
- (3) И у шимпанзе, и у людей нет хвоста, и они не способны производить какие-либо факторы транскрипции на этапе эмбрионального развития.
- (4) Шимпанзе и люди физически наиболее похожи и приспособлены к одной и той же среде обитания.

Недавно было установлено, что причиной отсутствия хвоста у млекопитающих является последовательность оснований под названием *AluY*, которая встраивается в некодирующую область гена *TBXT*. Когда ген *TBXT* транскрибируется, кодирующие области (представленные пронумерованными ячейками на диаграмме ниже) соединяются, а некодирующие области (представленные сплошными линиями) удаляются, как показано ниже. Однако, когда вставляется сегмент *AluY*, кодирующая область 6 вырезается и не экспрессируется. В результате хвосты у животных укорачиваются или исчезают.



20 В каком утверждении содержатся наиболее убедительные доказательства того, что структура гена *TBXT* определяет структуру белка, который функционирует на раннем этапе развития хвостов?

- (1) Если кодирующая область 6 гена *TBXT* экспрессируется, в мРНК имеется код, необходимый для производства белка, отвечающего за отсутствие хвоста у эмбрионов животных.
- (2) Ген *TBXT* транскрибируется в процессе эмбрионального развития как у животных с хвостом, так и у животных без хвоста.
- (3) У эмбрионов животных полноразмерный хвост развивается, только когда экспрессируется кодирующая область 6 гена *TBXT*.
- (4) Другая кодирующая область в гене *TBXT* заменит кодирующую область 6, если она не транскрибируется, потому что ее роль критически важна для развития хвоста у эмбрионов животных.

21 Какой вопрос о гене *TBXT* должны изучить исследователи, чтобы они могли определить передаваемую от родителей к потомству вариацию, которая стала причиной отсутствия хвоста у гоминоидов?

- (1) Почему у людей и шимпанзе содержатся разные вариации гена *TBXT*, которые приводят к отсутствию хвоста у обоих видов живых организмов?
- (2) Каким образом при сравнении последовательности эмбрионального развития гоминоидов с геном *TBXT* и без такового выявляется причина отсутствия хвостов у негоминоидов?
- (3) Как последовательности оснований гена *TBXT* у гоминоидов сопоставлены с последовательностью гена *TBXT* у других приматов?
- (4) Какие гены, помимо гена *TBXT*, могут быть изменены без выработки признака отсутствия хвоста у приматов?

Исследователи разработали схему вставки элемента AluY у мыши. Они использовали методы генной инженерии для удаления области 6 гена TBXT из одной копии гена у мышей (TBXT^{-6}). Другой экземпляр был оставлен нетронутым (TBXT^{+}).

Этих мышей скрестили для получения потомства. Результаты приведены ниже.

Результаты скрещивания родителей $\text{TBXT}^{-6} / \text{TBXT}^{+}$ х $\text{TBXT}^{-6} / \text{TBXT}^{+}$

Генотип (генетический состав) потомства	Число выживших отпрысков	Фенотип (физическая внешность отпрысков)
$\text{TBXT}^{-6} / \text{TBXT}^{-6}$	0	Недоступно
$\text{TBXT}^{-6} / \text{TBXT}^{+}$	63	Без хвоста или короткого хвоста
$\text{TBXT}^{+} / \text{TBXT}^{+}$	35	Длинный хвост

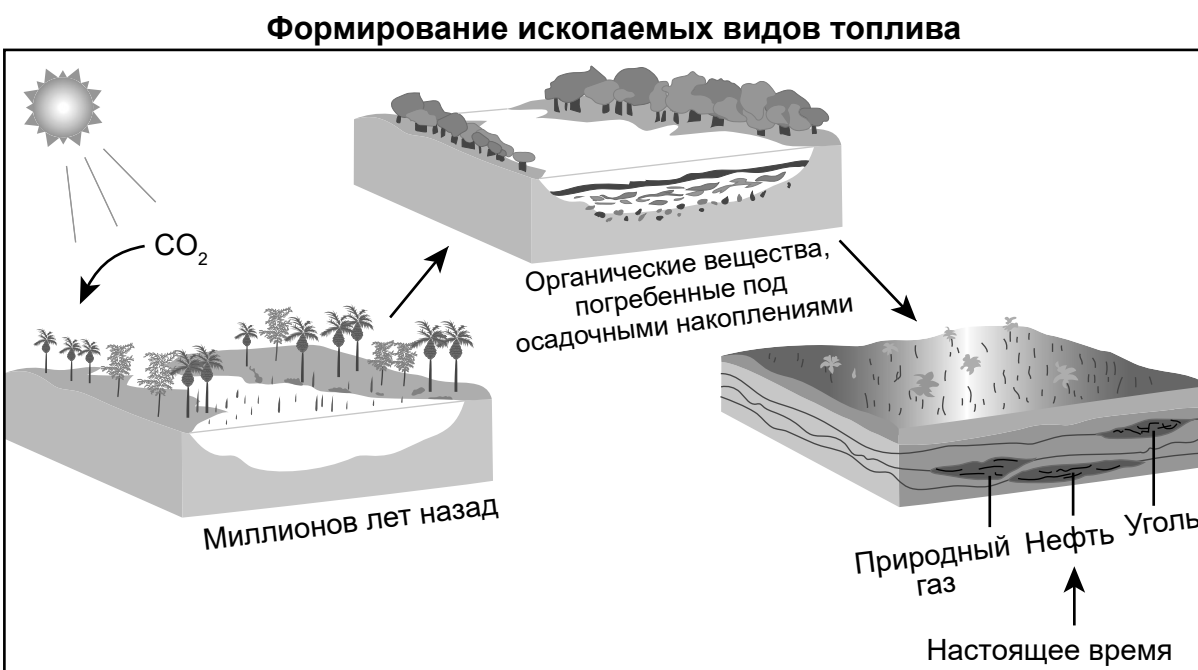
- 22 Было сделано заявление о том, что вариации, созданные методом генной инженерии, наследуются отпрысками мышей. Предоставьте доказательство из представленных данных, чтобы доказать это утверждение. [1]

Для ответа на вопросы с 23 по 27 используйте приведенную ниже информацию, а также свои знания в области науки о живой природе — биологии.

Ископаемое топливо: «не вижу» не означает, что его нет

Для каменноугольного периода, 359–299 млн лет назад было характерно быстрое увеличение биомассы растений. Обширные территории тропических регионов Земли покрылись невероятно густыми лесами. Вещество, хранящееся в биомассе этих лесов, подвергалось разнообразным процессам. Сегодня на Земле происходят те же химические процессы, что и в древности.

На диаграмме ниже представлены некоторые формы взаимодействия между компонентами сфер Земли.

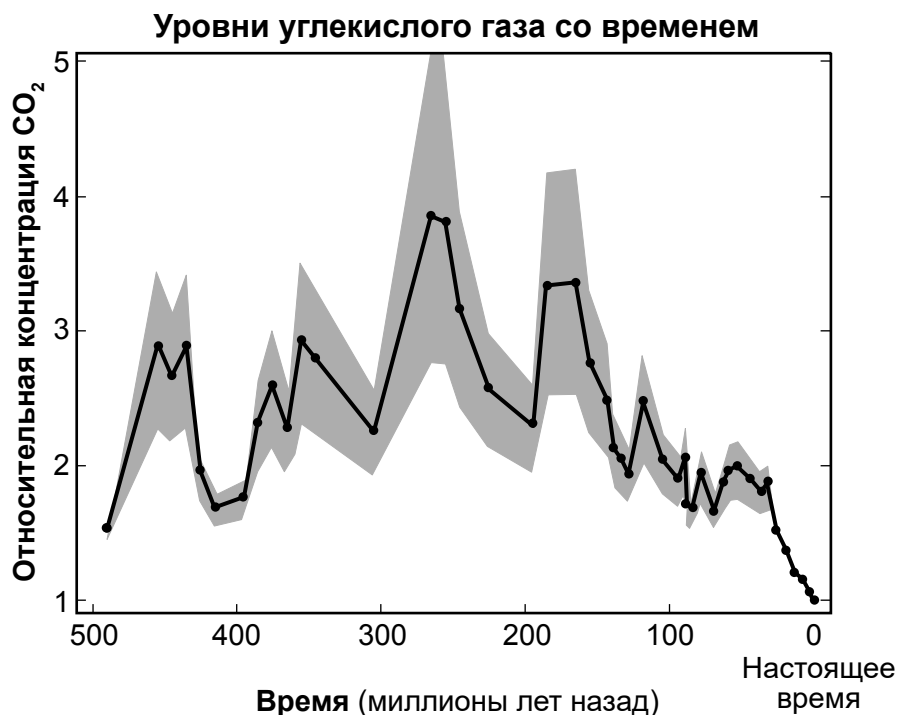


23 На основе схемы укажите, какое объяснение наилучшим образом описывает роль одного процесса, связанного с круговоротом углерода, который привел к формированию ископаемого топлива?

- (1) Фотосинтез способствует накоплению в корнях растений солнечной энергии из атмосферы, которая в итоге возвращается в окружающую среду при образовании в биосфере ископаемого топлива.
- (2) Ископаемое топливо образуется при переносе углерода из биосферы в геосферу после частичного разложения растений микробами.
- (3) Углекислый газ, который растения забирают из атмосферы, в процессе клеточного дыхания возвращается обратно в геосферу и участвует в формировании ископаемого топлива.
- (4) Поглощаемая из атмосферы вода в процессе клеточного дыхания превращается в углеродсодержащее вещество в геосфере, которое преобразуется в ископаемое топливо.

За всю историю Земли, в том числе в каменноугольный период, произошло множество изменений в условиях окружающей среды.

На графике ниже показано одно из этих изменений.



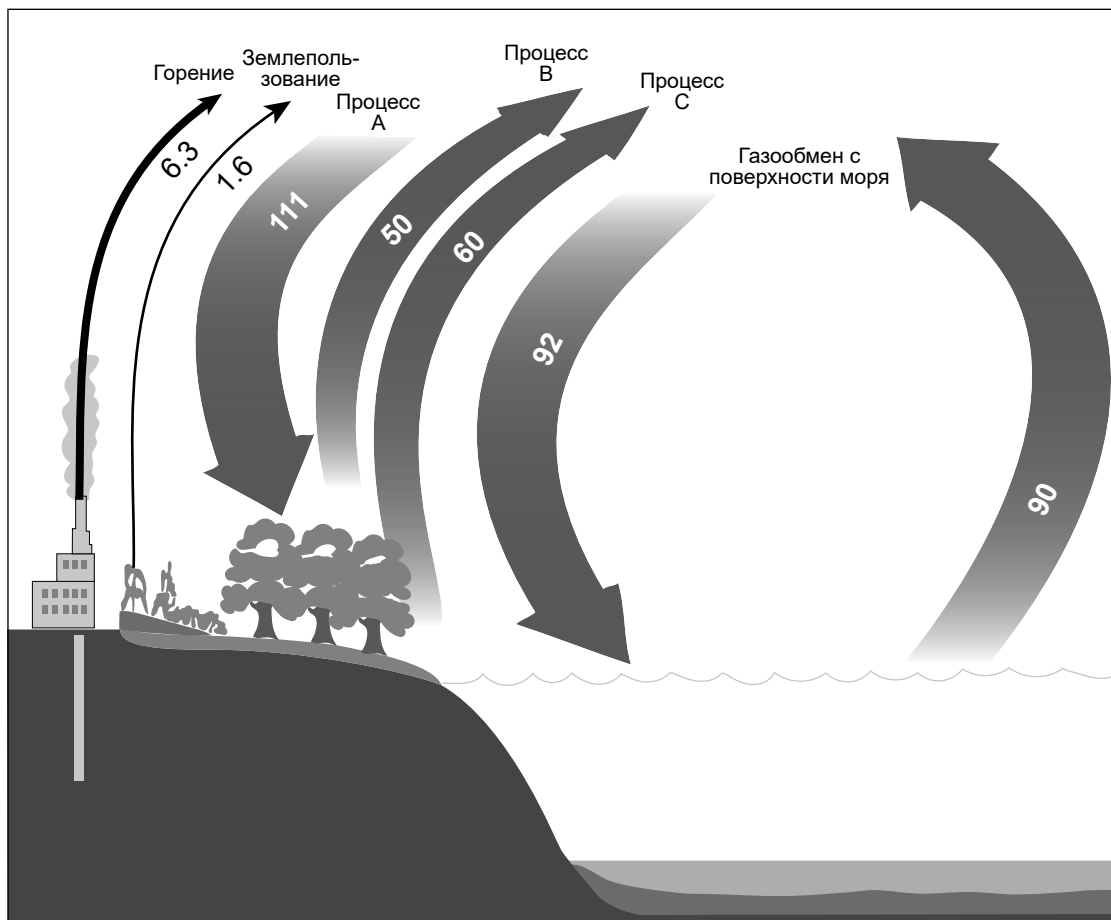
- 24 Используя представленные доказательства, обоснуйте объяснение того, почему в каменноугольный период кормовая продуктивность растений сильно отличалась от сегодняшней. [1]

- 25 Какое заявление подтверждает довод о том, что коэволюция обратной связи между живыми существами и земными системами произошла в каменноугольный период?

- (1) По мере гибели и разложения растений образовывалось больше ископаемого топлива, что обеспечивало возможность роста еще большего количества растений.
- (2) Увеличение срока жизни растений обеспечивало возможность высвобождения большего количества воды при фотосинтезе, что способствовало развитию наземных животных.
- (3) Поскольку растения улавливали меньше углерода, животные начали развиваться из-за меньшей конкуренции за атмосферный углерод.
- (4) Растения выделяют больше газов в результате фотосинтеза, что позволило развиваться более сложным животным.

Круговорот углерода во всей окружающей среде осуществляется посредством нескольких разных процессов. На схеме ниже представлены некоторые сведения об углеродном цикле.

Круговорот углерода в миллиардах тонн в год



- 26 На основе количественных данных из схемы выше опишите, как в результате действий человека изменился круговорот углерода между атмосферой и гидросферой. [1]

Изменения в углеродном цикле, обусловленные использованием человеком ископаемых видов топлива, представляют собой серьезную глобальную проблему. В ответ на это штат Нью-Йорк поощряет продажу или аренду в будущем большего числа электрических пассажирских автомобилей.

27 Какое заявление лучше всего описывает критерий *или* ограничение, учитывающее общественные потребности, которые должны рассматриваться при разработке решения проблемы чрезмерного использования ископаемых видов топлива?

- (1) Решение должно отвечать критериям снижения количества углерода, поступающего в атмосферу, для удовлетворения потребности в улучшении качества воздуха.
- (2) Размеры всех электромобилей должны позволять вместить шестерых взрослых, а также соответствовать критерию предельного количества углерода, которое автомобиль выбрасывает в атмосферу Земли.
- (3) Сдерживающие факторы стоимости электромобилей должны быть выше, чем у автомобилей, работающих на ископаемом топливе, чтобы стимулировать людей пользоваться общественным транспортом.
- (4) Ограничение по количеству стилей и цветов автомобилей должно быть сопоставимо с доступными в настоящее время, чтобы у потребителя была возможность выбора при покупке электромобиля.

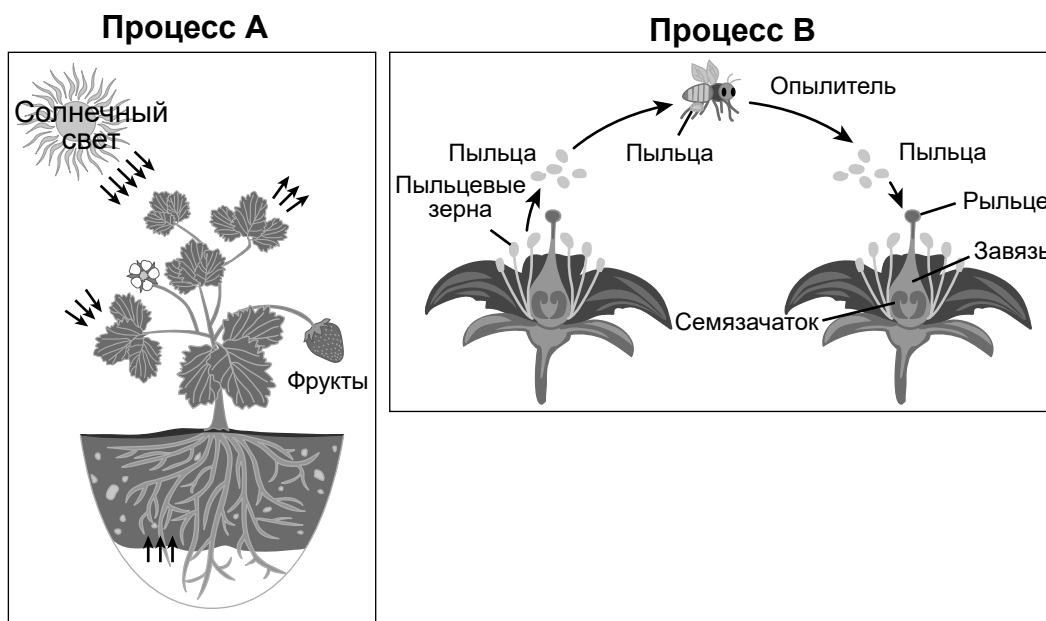
Для ответа на вопросы с 28 по 32 используйте приведенную ниже информацию, а также свои знания в области науки о живой природе — биологии.

Неугомонные пчелы

Медоносные пчелы играют важнейшую роль в предоставлении экосистемных услуг человеку. Медоносные пчелы одни опыляют 80 % всех цветковых растений, включая более 130 видов фруктов и овощей. Групповое поведение медоносных пчел делает их эффективными при опылении. Особенно хорошо эти пчелы защищают свой улей и обеспечивают достаточное количество меда для всех членов улья.

Медоносные пчелы — социальные насекомые, живущие колониями, в которые входят королева, тысячи рабочих пчел и трутни. Весной и летом молодые рабочие пчелы собирают пыльцу и нектар и защищают колонию. Зимой медоносные пчелы выживают, используя для производства меда нектар и пыльцу.

В среде, где присутствуют ульи, происходят два процесса, показанные ниже.



28 Какое объяснение наилучшим образом подтверждает заявление о том, что медоносные пчелы играют роль в потоке энергии в экосистеме?

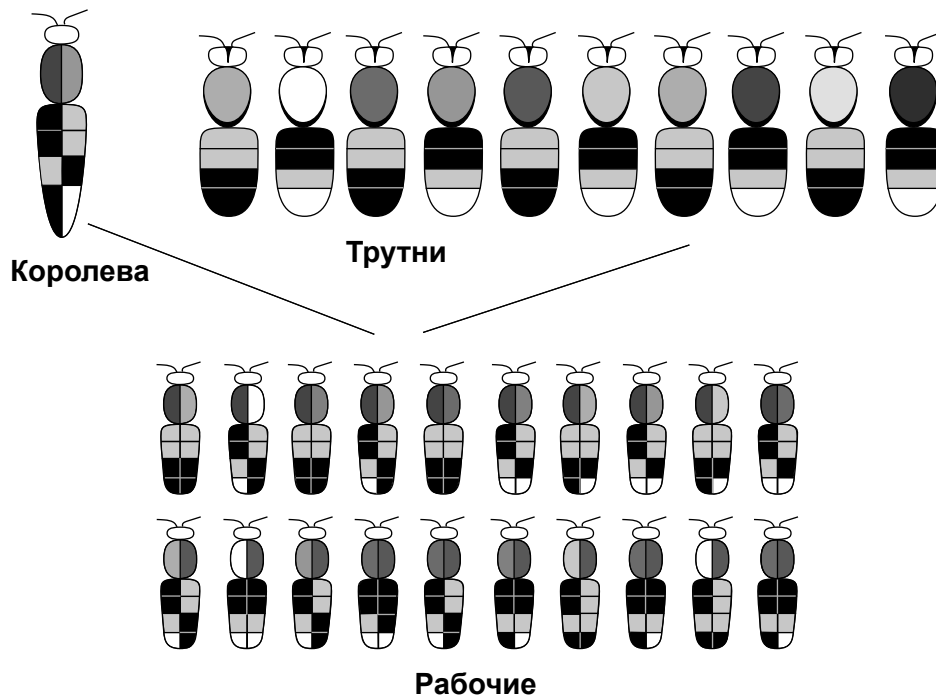
- (1) Посредством процесса А растения преобразуют солнечный свет в накопленную энергию в листьях, которая используется в качестве источника питания для пчел.
- (2) Для переноса пыльцы медоносные пчелы используют процесс В, способствующий образованию у растений плодов, которые служат источником пищи для других организмов.
- (3) Растения используют процесс В, чтобы пыльца внутри цветов преобразовалась в плоды, которые служат источником пищи для медоносных пчел.
- (4) Пчелы используют процесс А для преобразования солнечного света в накопленную энергию, которая используется в качестве источника пищи для других организмов.

В состав колоний медоносных пчел входят особи, выполняющие в улье различные роли, как указано в таблице ниже. На диаграмме внизу показаны возможные результаты спаривания в пределах улья.

Роль видов медоносных пчел

Тип	Роли в пределах улья
Королева 	- Откладывает до 2000 яиц в день - Контролирует поведение и социальный порядок в улье
Трутни 	Самцы пчел улья спариваются с королевой
Рабочие 	- Производят воск для строительства сот - Производят пищу (мед) - Оставляют улей для сбора материала (собирают нектар и воду для колонии) - Вырабатывают феромоны (гормоны) для оповещения улья - Защищают улей от угроз с помощью жала, после чего умирают

Результаты спаривания с королевой



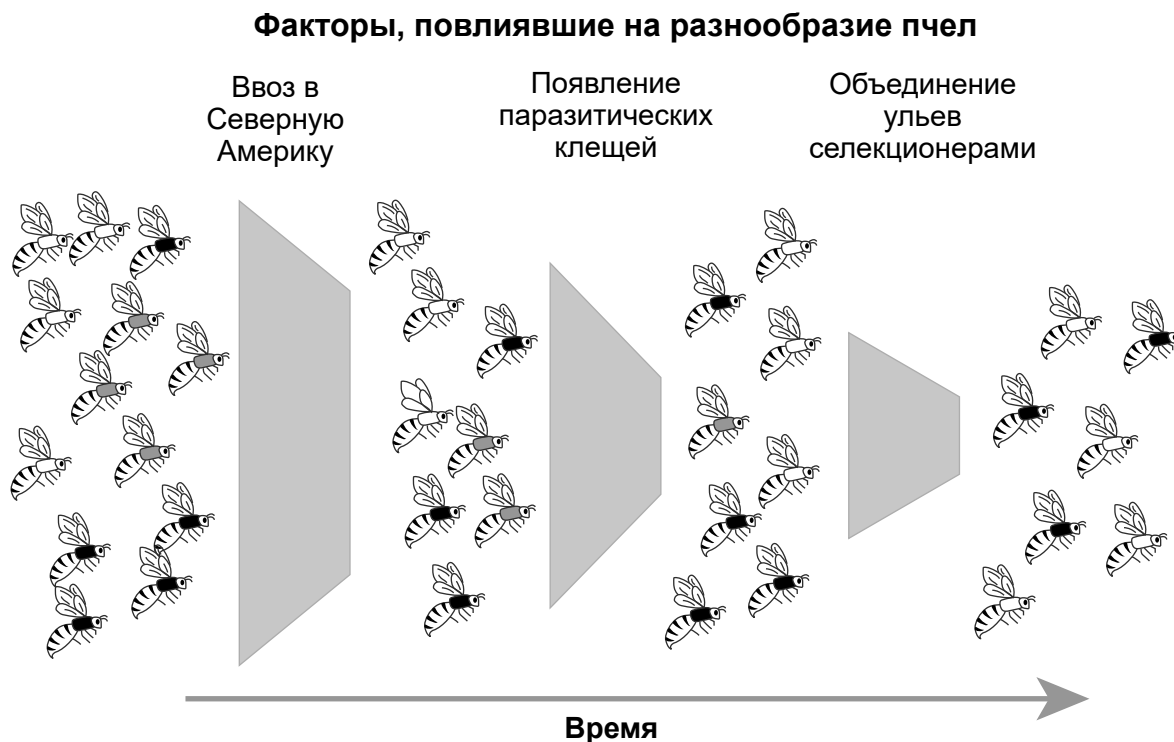
Это лишь некоторые из тысяч возможных комбинаций генов.

29 На основе доказательств объясните, как размножение способствует процессу эволюции у пчел. [1]

30 В каком утверждении содержатся доказательства, наилучшим образом подтверждающие роль пчел, использующих групповое поведение, в повышении шансов выживания улья медоносных пчел?

- (1) Рабочие выделяют феромоны для оповещения других рабочих, помогая колонии защититься от чужаков.
- (2) Медоносные пчелы полагаются на инстинкты выживания, каждая пчела добывает пищу, собирает пыльцу и защищает себя.
- (3) Трутни участвуют в защите улья, пока не спарятся с королевой и не станут бесполезными, после чего их изгоняют.
- (4) По мере взросления пчелы берут на себя различные функции, что позволяет каждой пчеле самостоятельно выполнять все необходимые задачи.

С момента завоза медоносных пчел в Северную Америку их популяция подвергалась воздействию разных событий. На представленной ниже схеме показаны последствия некоторых из этих событий. Затемненные пчелы на схеме представляют собой вариации в популяции.



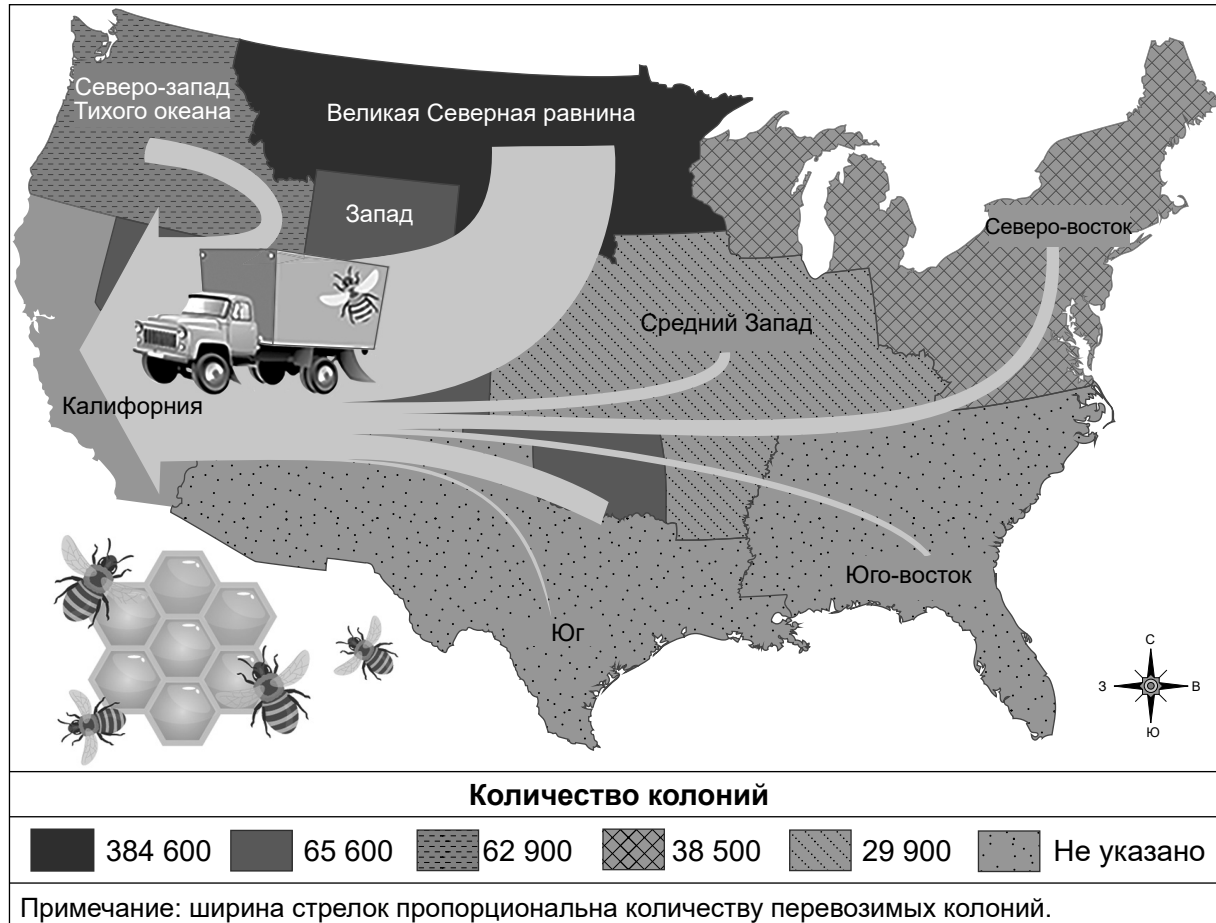
31 Какое заявление подтверждается доказательством того, что изменение окружающей среды, в которой обитают медоносные пчелы, может привести к их вымиранию?

- (1) Поскольку медоносные пчелы были завезены в Северную Америку и подверглись воздействию разных изменений окружающей среды, их популяция и генетическое разнообразие увеличились.
- (2) Когда в колонии медоносных пчел попали паразитические клещи, численность популяции пчел увеличилась, а генетическое разнообразие уменьшилось.
- (3) Объединение колоний пчеловодами не влияет ни на размер улья, ни на разнообразие пчел в ульях.
- (4) Поскольку со временем медоносные пчелы пережили множество изменений, их генетическое разнообразие и популяции уменьшились.

Пчел может не быть на участках, где они нужны для опыления. Без пчел доступные для человека запасы пищи были бы сильно ограничены. Пчеловоды бережно перевозят ульи на большие расстояния в грузовиках для предоставления услуг по опылению.

На карте и в таблице представлены некоторые сведения о транспортировке колоний медоносных пчел.

Перевозка колоний медоносных пчел в Калифорнию, 1 июля 2017 года — 1 января 2018 года



Преимущества и недостатки перевозки колоний медоносных пчел

Преимущества	Недостатки
• Постоянный доступ к местам, богатым нектаром • Ожидается, что к 2028 году мировой рынок меда превысит \$1 млрд • Ящики с ульями легко и компактно помещаются в грузовики • Возможность опыления многих культур, например миндальных деревьев • Сбор нектара с разных растений для производства меда • Пчеловоды могут перевозить ульи в зоны с оптимальной температурой, влажностью и другими условиями окружающей среды • Повышение урожайности меда (производство)	• Нарушение естественного ритма колонии • Повышение вероятности возникновения болезней за счет укрупнения колоний • Усиление конкуренции с местными ульями • Повышенное воздействие пестицидов на колонии • Сильная жара, шум, ветер, плохая вентиляция и нехватка воды для колонии вызывают стресс во время путешествий • Для пчел требуется дополнительная пища и проверки здоровья во время поездки • Внешний вид грузовиков с сеткой и брезентом может оказаться визуально непривлекательным

- 32 Укажите, является ли перевозка ульев эффективным решением для опыления сельскохозяйственных культур, предназначенных для потребления человеком, установив флажок (✓) в поле Эффективно или Не эффективно ниже. Обоснуйте свою оценку, используя каждый из специфических критериев и компромиссов, связанных с затратами, безопасностью и влиянием на окружающую среду. [1]

☐

Эффективно

☐

Не эффективно

Для ответа на вопросы с 33 по 37 используйте приведенную ниже информацию, а также свои знания в области науки о живой природе — биологии.

Лесной садовод

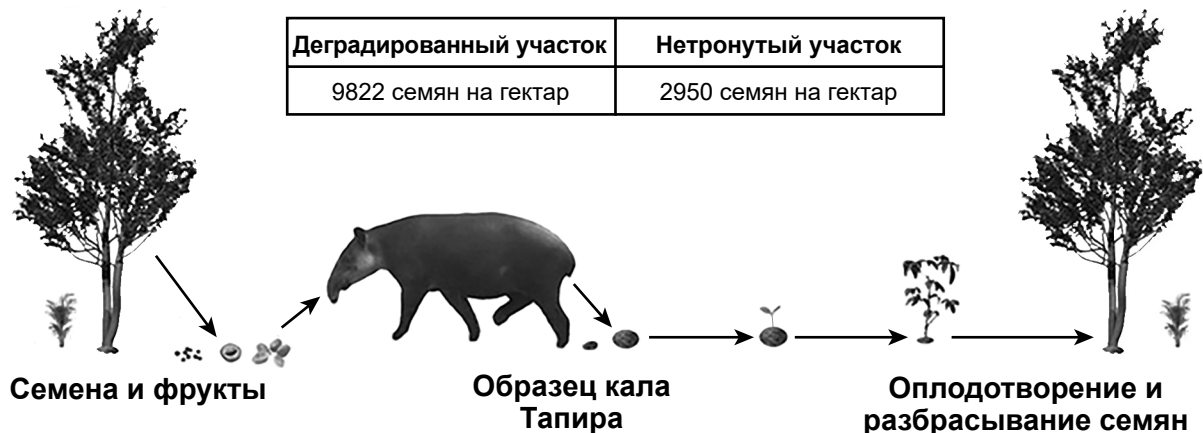
Тапиры — вид млекопитающих, обитающих в тропических лесах. Один вид — тапир Бэрда — обитает в джунглях Коста-Рики в Центральной Америке. Этот вид существует по меньшей мере 50 миллионов лет и имеет наиболее близкое родство с лошадьми и носорогами.

Тапиры поедают самые разнообразные растения и фрукты. Они играют жизненно важную роль в своей экосистеме как «садоводы леса», способствуя регенерации лесов и круговороту питательных веществ. Тапиры едят плоды деревьев, выделяя семена из плодов в своих фекалиях. Это способствует распределению семян по всему лесу, как показано на диаграмме ниже.

Одно из исследований показало, что роль тапира в регенерации лесов становится еще более важной, когда лес подвергается деградации (негативному воздействию).

В Центральной Америке популяции тапиров сокращаются из-за их низкой репродуктивности, разрушения среды обитания и браконьерства (незаконной охоты). Сейчас они включены в список вымирающих видов.

Разбрасывание семян тапирами



Ученые утверждают, что важно сохранить популяции тапира Бэрда, так как они вносят вклад в сохранение биоразнообразия экосистемы тропических лесов. В 1929 году несколько тапиров были вновь завезены на остров в Центральной Америке в попытке восстановить там популяцию. В течение следующих 60 лет осуществлялся сбор данных для отслеживания тенденций изменения численности популяции тапиров Бэрда на острове.

На графике ниже показаны некоторые сведения о популяции тапиров Бэрда и связанной с ней человеческой деятельности.



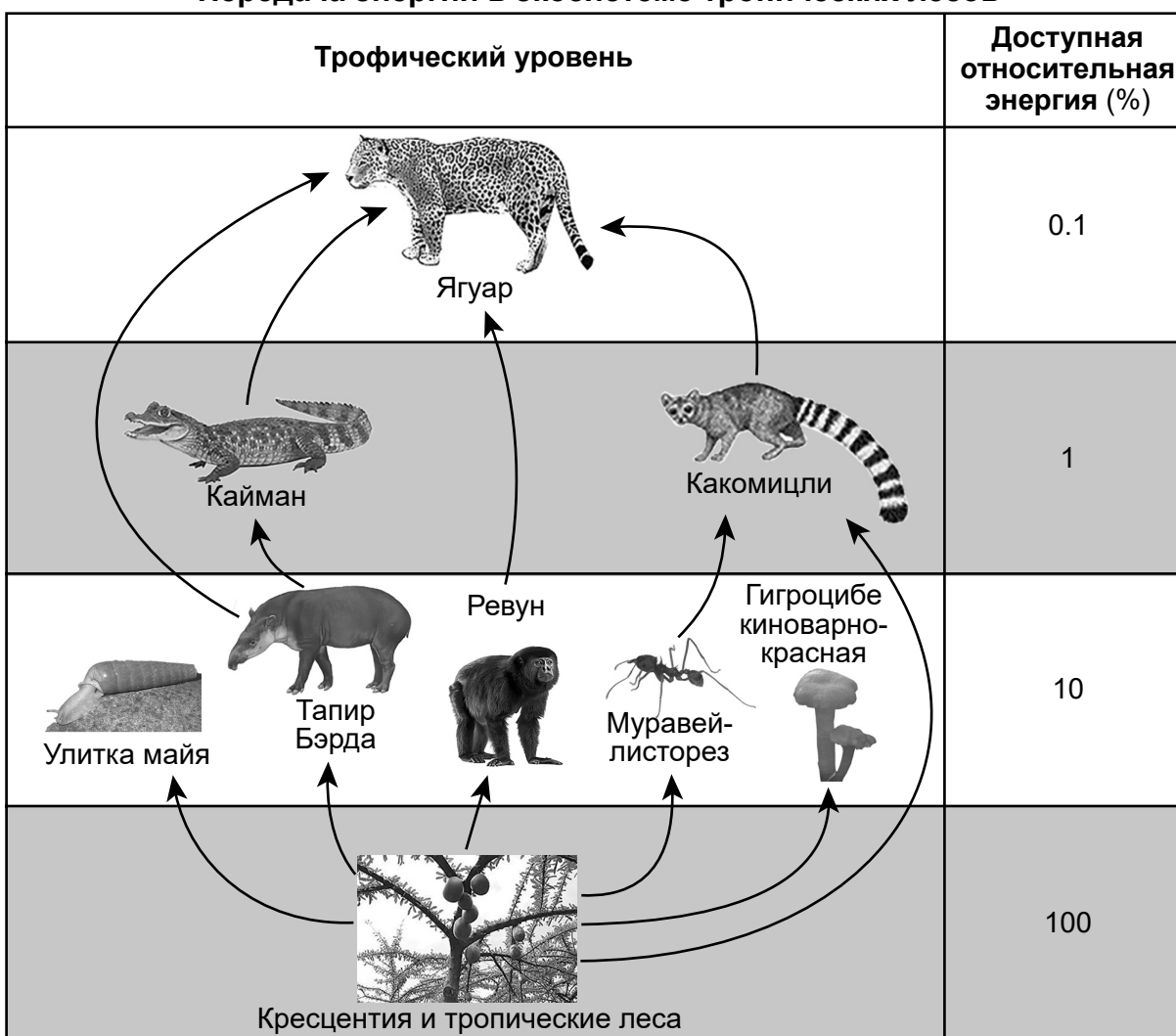
- 33 Объясните и приведите доказательства, почему с **сокращением** популяции тапиров может измениться круговорот углерода в лесу, в результате чего повысится уровень углекислого газа. [1]

34 Какое утверждение можно было бы использовать для оценки решений, используемых учеными для уменьшения влияния человека на эту популяцию тапира Бэрда?

- (1) Повторное заселение тапиров не принесло успеха, поскольку популяция сокращалась в течение 10 лет после каждого повторного заселения.
- (2) Повторное заселение тапиров оказалось успешным, поскольку численность популяции тапиров увеличивалась, а затем оставалась стабильной при повторных заселениях.
- (3) Дополнительное питание не привело к успешному повышению популяции тапиров, поскольку популяция сокращалась даже после предоставления дополнительного питания.
- (4) Предоставление дополнительного питания оказалось успешным решением, поскольку после предоставления питания популяция оставалась стабильной до конца исследования.

На схеме ниже показано взаимодействие между тапирами и другими организмами в экосистеме тропических лесов.

Передача энергии в экосистеме тропических лесов



35 Какое утверждение объясняет, почему в этой экосистеме тропических лесов тапиров Бэрда будет больше, чем ягуаров?

- (1) Ягуары чаще едят кайманов, чем тапиров Бэрда, поскольку в кайманах содержится больше доступной энергии, чем в тапирах Бэрда.
- (2) Ягуары находятся на более высоком трофическом уровне, чем тапир Бэрда, поэтому у них имеется большая процентная доля энергии для обеспечения своей популяции.
- (3) У тапиров Бэрда на их трофическом уровне доступно меньше источников энергии, чем у ягуаров на их уровне.
- (4) Тапиры Бэрда находятся на более низком трофическом уровне, чем ягуары, поэтому им доступно больше энергии, которую можно использовать для поддержания большей популяции.

36 Было сделано заявление о том, что если общая тенденция, наблюдавшаяся в популяции тапиров в период с 1930-х по 1990-е гг., сохранится, потребуется изменение сложных взаимодействий, необходимых для поддержания стабильности экосистемы. Изложите свою оценку заявления *и* используйте доказательства из схемы *передачи энергии в экосистеме тропических лесов* *и* на графике, чтобы обосновать свою оценку. [1]

Оценка: _____

Обоснование с доказательством: _____

37 В каком заявлении содержится правильное объяснение потока энергии в этой экосистеме леса?

- (1) Для передачи энергии по экосистеме тапир задействует процесс фотосинтеза.
- (2) Кресцентия улавливает энергию в процессе фотосинтеза и затем передает ее по экосистеме.
- (3) Энергия трансформируется ягуаром в процессе клеточного дыхания, а затем передается по экосистеме.
- (4) Грибы улавливают энергию Солнца в процессе клеточного дыхания, которая затем передается по экосистеме.

Для ответа на вопросы с 38 по 41 используйте приведенную ниже информацию, а также свои знания в области науки о живой природе — биологии.

Влияние кофеина на организм

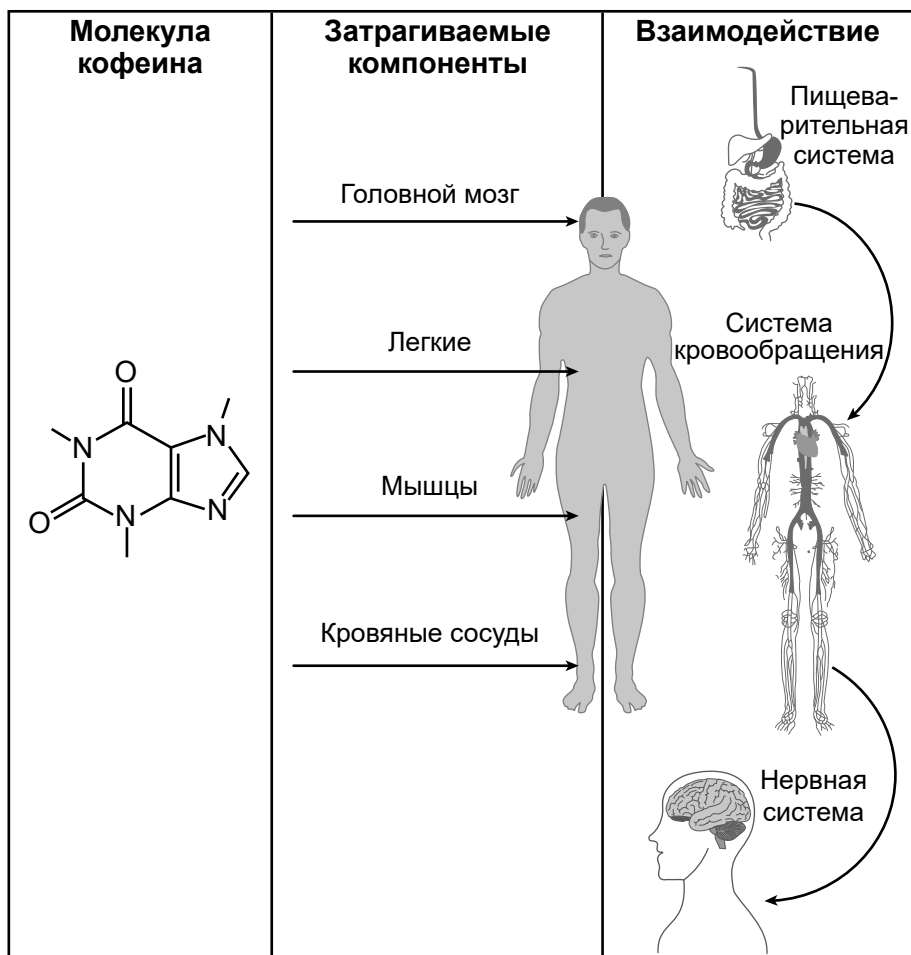
Кофеин — природное соединение, содержащееся более чем в 60 растениях. Многие из этих растений используются в продуктах питания. Однако на этикетках не всегда указывается количество кофеина в продукте, что затрудняет получение точной информации о количестве потребляемого за день кофеина.

К побочным эффектам потребления относятся повышенная тревога, бессонница, тахикардия, раздражимость, обезвоживание и проблемы с пищеварением, например тошнота.

По рекомендациям одной из организаций врачей-педиатров подросткам в возрасте 12–18 лет не следует употреблять более 100 мг кофеина в день. К сожалению, многие подростки и взрослые в значительной степени превышают этот предел из-за возросшей популярности энергетических напитков, в которых может содержаться до 300 мг кофеина.

На диаграмме ниже показаны некоторые системы организма, на которые влияет кофеин.

Системы организма, на которые влияет кофеин

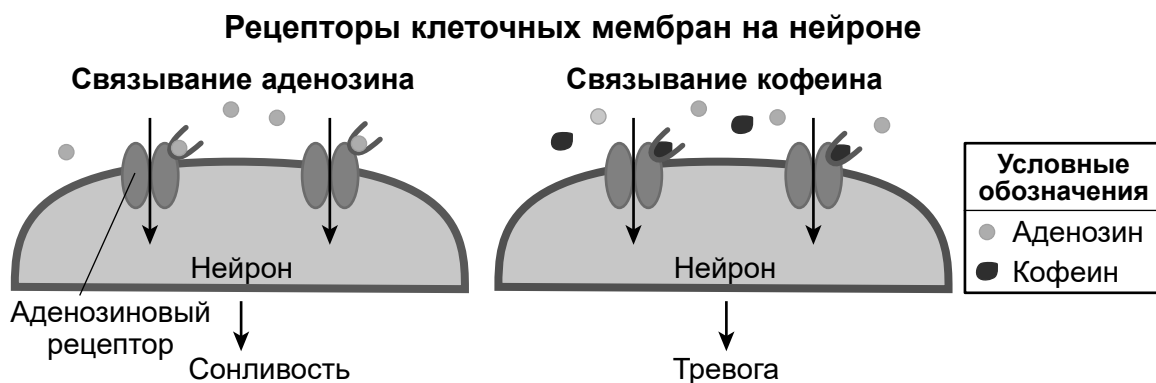


38 В каком утверждении наилучшим образом описано взаимодействие между двумя представленными на схеме системами организма, за счет которого возможно усвоение кофеина в организме?

- (1) Кофеин через кишечник поступает в пищеварительную систему, а затем доставляется прямо в нервную систему, высвобождая энергию.
- (2) Кофеин всасывается в кровеносные сосуды системы кровообращения из кишечника пищеварительной системы для использования в организме.
- (3) Кофеин поступает через альвеолярные мешки легких дыхательной системы, а затем диффундирует в капилляры системы кровообращения для использования в организме.
- (4) Кофеин поступает через мышцы мышечной системы, которые доставляют его в пищеварительную систему, высвобождая энергию.

Существует несколько факторов, влияющих на то, как человек реагирует на кофеин. Одна из них имеет отношение к способности кофеина связываться с аденозиновыми рецепторами в мембранах клеток разных типов. У человека аденозин помогает регулировать многие процессы, например поглощение кислорода и сон. Ген *ADORA2A* кодирует аденозиновый рецептор.

На схеме ниже показано взаимодействие аденозина и кофеина с нервными клетками (нейронами) мозга.



39 На основе предоставленных доказательств объясните, как структура гена *ADORA2A* определяет структуру и функцию аденозинового рецептора. [1]

У анцестральной формы гена *ADORA2A* имеется основание С в определенном месте. В более позднем варианте С в одном или обоих аллелях заменена на Т, как показано ниже. Это изменение может влиять на индивидуальную реакцию на кофеин. Медленно реагирующие люди более чувствительны к кофеину и могут оставаться под его воздействием в течение более длительного периода времени. Люди с быстрой реакцией могут ощущать действие кофеина в течение более короткого периода времени.

Генетическая вариативность гена *ADORA2A*

	СС (Анцестральная форма)	ТС/СТ	ТТ
Аллель 1	G C T A C G C C C	G C T A T G C C C	G C T A T G C C C
Аллель 2	G C T A C G C C C	G C T A C G C C C	G C T A T G C C C
Реакция на кофеин	Медленная	Медленная	Быстрая

40 В каком заявлении правильно описана причина недавней наследственной вариации гена *ADORA2A*?

- (1) Факторы окружающей среды взаимодействовали с ДНК клеток тела родителей, изменяя последовательность основания гена *ADORA2A*.
- (2) В процессе митоза в нейронах одного из родителей в гене *ADORA2A* возникла новая генетическая комбинация.
- (3) Во время репликации ДНК в гене *ADORA2A* произошла ошибка, которая была передана в гаметах по меньшей мере одного из родителей.
- (4) Постоянное воздействие кофеина вызвало изменение экспрессии гена *ADORA2A* одного из родителей.

41 Когда кофеин связывается с аденозиновым рецептором, он в основном переваривается ферментом CYP1A2. Какой вопрос можно было бы задать, чтобы наилучшим образом уточнить, как ДНК кодируется для формирования фермента CYP1A2 и передается от родителей к потомству?

- (1) Если фермент CYP1A2 у родителей повреждается высокой температурой, влияет ли это на то, как их ребенок будет переваривать кофеин?
- (2) Могут ли вариации гена, кодирующего фермент CYP1A2, передаваться от родителей к отпрыску?
- (3) Если в процессе развития отпрыск подвергается воздействию кофеина, влияет ли это на то, как он будет переваривать кофеин?
- (4) Может ли ген, кодирующий фермент CYP1A2, находиться в некодирующем участке ДНК и передаваться от родителей к отпрыску?

Для ответа на вопросы с 42 по 45 используйте приведенную ниже информацию, а также свои знания в области науки о живой природе — биологии.

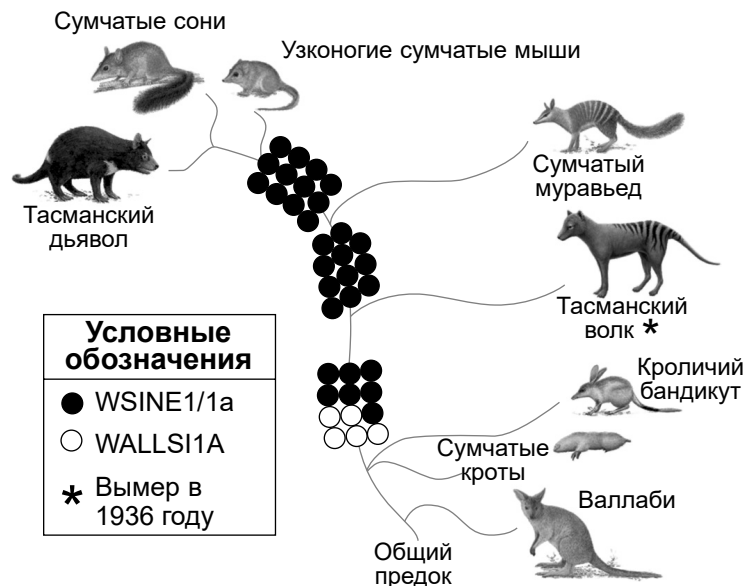
Формы адаптации в Австралии

Австралия — уникальный биоразнообразный континент, где обитает много сумчатых. Сумчатые — это тип млекопитающих с сумкой для вынашивания детенышей. Австралия когда-то была частью суперконтинента, на котором в период между 178 и 168 миллионами лет назад жили самые ранние сумчатые. Австралия начала отделяться от основной массы суши около 130 миллионов лет назад, забрав с собой своих сумчатых. Когда около 65 миллионов лет назад произошло массовое вымирание, условия на Земле изменились, что позволило плацентарным млекопитающим захватить большинство экосистем за исключением Австралии, где сумчатые продолжают доминировать до сих пор.

Проводится изучение генома тасманийского волка, вымершего сумчатого, чтобы определить, какое отношение он имеет к современным сумчатым. Были проанализированы специфические участки генома со множественными вставками. Эти сегменты включали гены *WALLS1A* и *WSINE1/1a*.

Ниже приводится некоторая информация о сумчатых.

Дерево предков современных сумчатых



42 Какое утверждение служит доказательством наличия общего предка у сумчатых?

- (1) У билби более поздний общий предок с сумчатым кротом, чем у тасманийского волка, потому что многократные вставки гена отделили тасманийского волка от билби.
- (2) У валлаби и тасманийского дьявола есть более поздний общий предок, поскольку у них много вставок одного гена.
- (3) У тасманийского волка и сумчатого муравьеда есть более поздний общий предок, поскольку у них много вставок одного гена.
- (4) У сумчатых сонь и узконогих сумчатых мышей менее тесные родственные связи, чем у узконогих сумчатых мышей и тасманийского дьявола, поскольку у узконогих сумчатых мышей и тасманийского дьявола больше вставок генов.

43 Какое заявление о последствиях изменения условий окружающей среды подтверждается представленными доказательствами?

- (1) Отделение Австралии от других континентов обеспечило большее количество мест обитания для большего разнообразия сумчатых.
- (2) У сумчатых млекопитающих не было генетических вариаций, необходимых для выживания в новых условиях окружающей среды после массового вымирания.
- (3) Изоляция Австралии привела к вымиранию сумчатых сонь, сумчатых кротов и валлаби, из-за чего многие ниши стали доступными для заполнения плацентарными млекопитающими.
- (4) Генетическая вариативность, которая привела к появлению плацентарных млекопитающих, не проявлялась в пределах изолированных популяций сумчатых в Австралии.

Коалы — еще одно обитающее в Австралии сумчатое, имеющее уникальную диету, состоящую в основном из листьев эвкалипта. Эвкалипт содержит химические вещества, токсичные для большинства животных. Коалы обладают специализированной пищеварительной системой и медленным обменом веществ, что позволяет им употреблять эвкалипт.

Гигантская коала была близким родственником современной коалы, но она не выжила до наших дней.

В таблице ниже представлена некоторая информация о коалах.

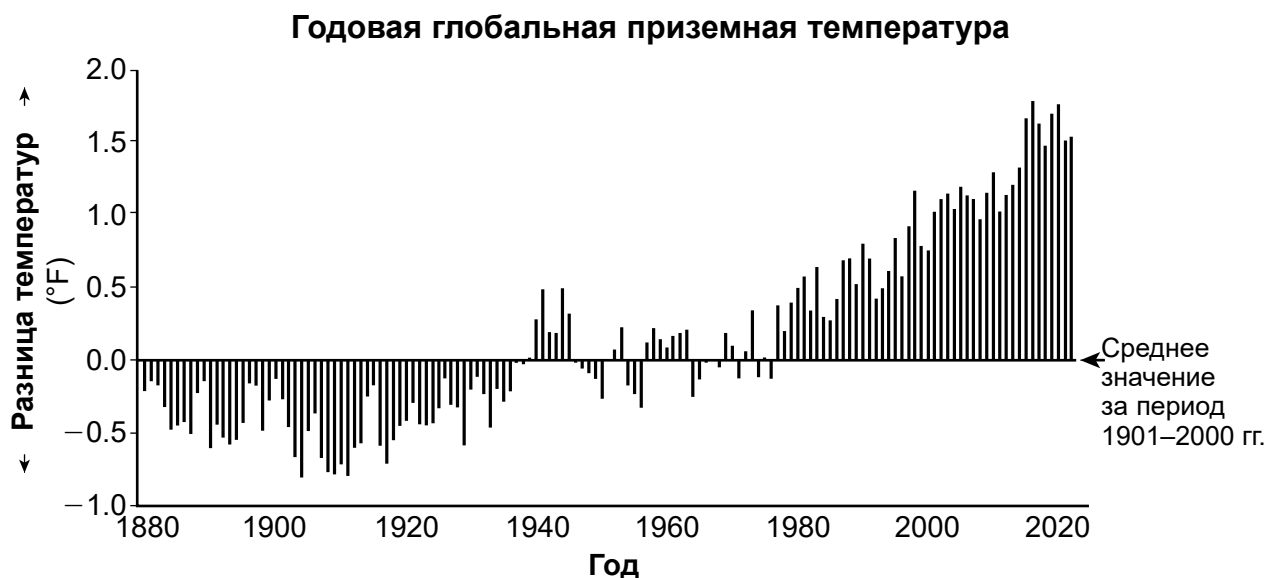
История видов коалы

Вид	Примерный временной диапазон	Окружающая среда	Диета	Средний вес (кг)
Гигантская коала	15 миллионов — 12 тысяч лет назад	- Влажный климат - Обширные тропические леса с небольшим количеством эвкалиптовых деревьев	В основном листья эвкалипта	15–20
Современная коала	25 миллионов лет назад — наши дни	- Сухой климат - Фрагментарные смешанные лесные массивы с большим количеством эвкалиптовых деревьев	Только листья эвкалипта	4–15

44 На основе представленных доказательств объясните, почему современная коала смогла выжить, а гигантская — вымерла. [1]

С конца 1800-х годов ученые зафиксировали увеличение размеров некоторых структур, которые отвечают за регуляцию температуры у нескольких австралийских животных. Например, такие выступающие части тела, как клювы у попугаев, хвосты у землероек и крылья у летучих мышей в настоящее время длиннее, чем в прошлом.

На графике ниже показано изменение окружающей среды, которое произошло за тот же период времени.



45 Какое объяснение изменения выступающих частей тела у некоторых австралийских животных подтверждается доказательствами?

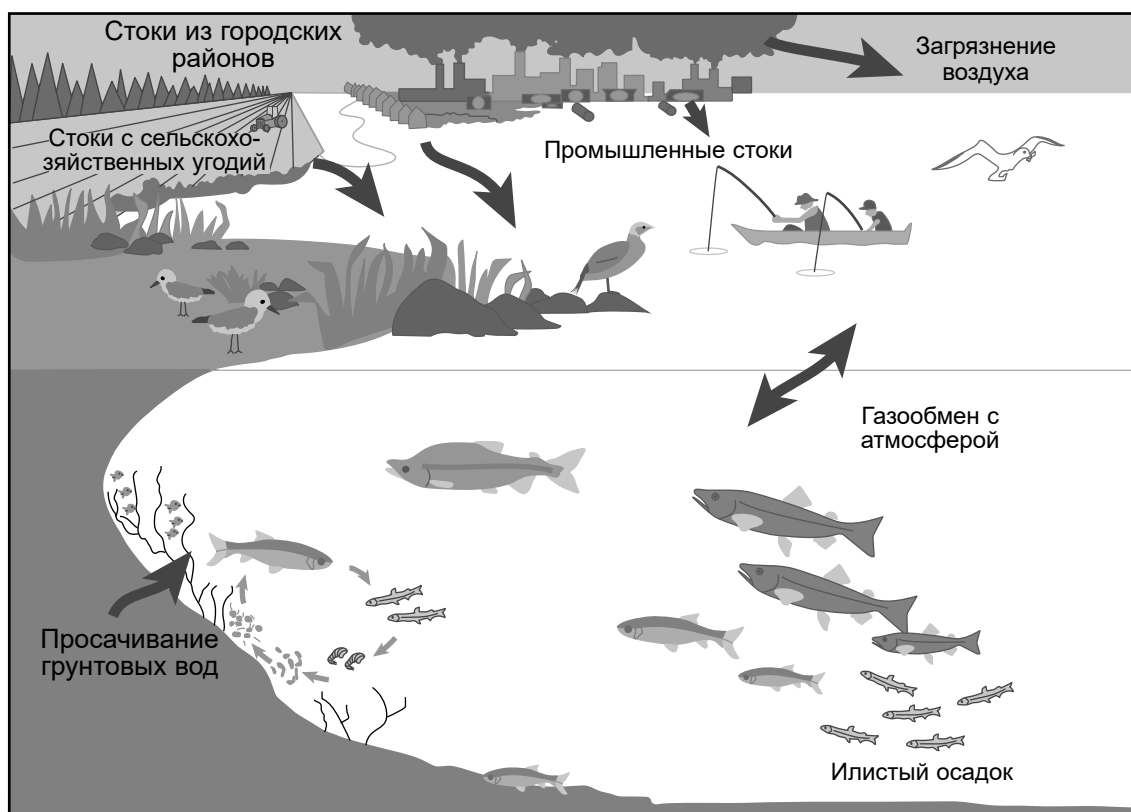
- (1) У попугаев уменьшился размер клюва, чтобы снизить теплопотери во время еды.
- (2) Повышение глобальной приземной температуры привело к уменьшению частотности генов, отвечающих за признаки, которые помогают регулировать температуру тела.
- (3) Повышение глобальной приземной температуры привело к повышению частотности генов, отвечающих за признаки, которые помогают регулировать температуру тела.
- (4) Крылья летучих мышей стали длиннее, потому что более длинные крылья повышают температуру тела, когда летучая мышь находится в состоянии покоя.

Для ответа на вопросы с 46 по 49 используйте приведенную ниже информацию, а также свои знания в области науки о живой природе — биологии.

Повышение уровня ртути

Озеро Ондондага расположено в городе Сиракузы, штат Нью-Йорк. Начиная с 1880-х годов промышленная компания, расположенная рядом с озером, начала сбрасывать загрязненные ртутью отходы прямо в озеро Ондондага. Сброс продолжался до 1970 года. В течение этого периода рыбалка и купание были запрещены из-за опасений по поводу влияния ртути на здоровье живых организмов. Очистка и восстановление озера являются частью текущих усилий по восстановлению территории и включают в себя реализацию долгосрочных программ обслуживания и мониторинга для обеспечения эффективности принятых мер. На диаграмме ниже показаны различные пути попадания загрязнений в озеро.

Пути попадания загрязнений в озеро

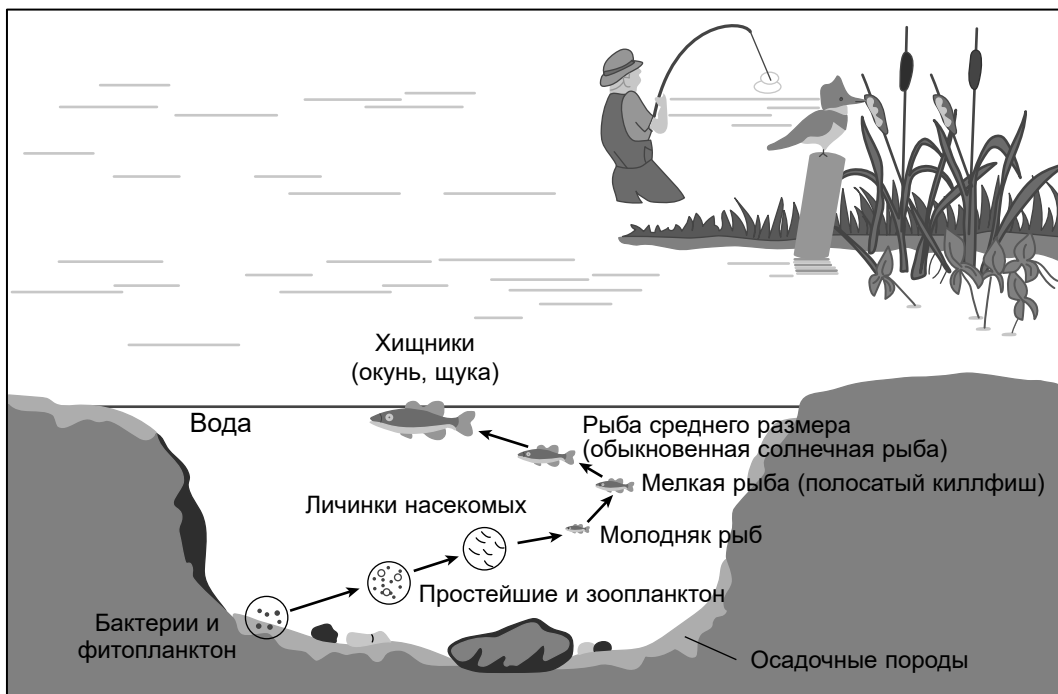


46 Какое решение позволит сильнее **снизить** влияние деятельности человека на окружающую среду озера Ондондага и его биоразнообразие?

- (1) Установка электрических насосов для изменения направления подземных вод, вытекающих из озера и просачивающихся в окружающую почву.
- (2) Предъявление требования к заводам химически преобразовывать ртутные отходы в плотные соединения, которые можно отфильтровать до того, как сточные воды попадут в озеро.
- (3) Добавление большего количества химических удобрений на сельскохозяйственных фермах вблизи озера для уменьшения производства продуктов питания.
- (4) Добавление большего количества чужеродных видов рыб в озеро для повышения газообмена с атмосферой.

Планы по устранению загрязнения оказались в умеренной степени успешными. Запрет на рыбалку от 1970 года был снят, но некоторые ограничения сохраняются. Потребление рыбы, выловленной из озера Онондага, ограничено из-за потенциально опасного уровня ртути, накапливающегося в тканях рыбы. На диаграмме и в таблице ниже показаны уровни концентрации ртути в пищевой цепи типичной экосистемы озера. Ртуть измеряется в нанограммах на килограмм (нг/кг).

Концентрация ртути в пищевой цепи



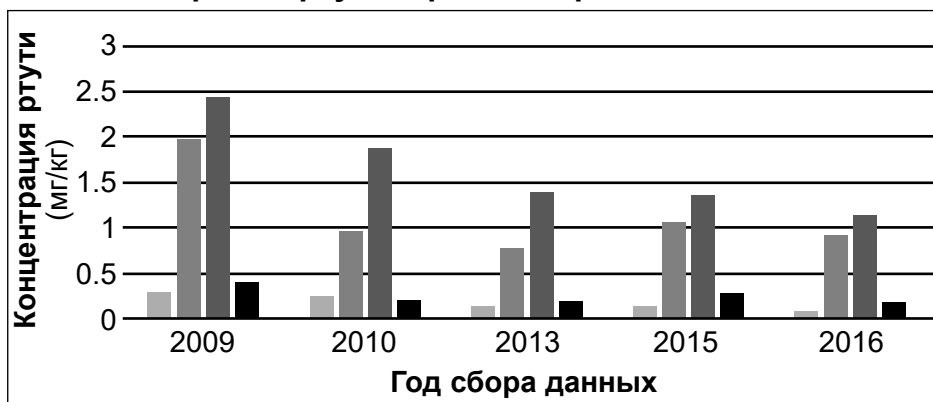
Описание	Концентрация ртути (нг/кг)
Хищники (окунь, щука)	10 000 000
Рыба среднего размера (обыкновенная солнечная рыба)	1 000 000
Мелкая рыба (полосатый киллфиш)	100 000
Молодняк рыб	10 000
Личинки насекомых	1000
Простейшие и зоопланктон	100
Бактерии и фитопланктон	10
Вода	1

47 Исходя из математической информации на диаграмме и в таблице, укажите, какое утверждение объясняет, почему хищники на вершине пищевой цепи особенно уязвимы к воздействию загрязнения ртутью в озере Ондага?

- (1) По мере потребления мелких рыб крупными рыбами ртуть, содержащаяся в их тканях, передается потребителю, в результате чего у хищников уровень ртути в десять раз выше, чем у их жертв.
- (2) По мере потребления мелких рыб крупными рыбами ртуть, содержащаяся в их тканях, удаляется из окружающей среды, в результате чего экосистема восстанавливается в десять раз быстрее.
- (3) Организмам на более низких трофических уровнях приходится потреблять в 100 раз больше ртути, чем им нужно, поскольку они являются кормовой базой для производителей.
- (4) Организмы на более высоких трофических уровнях живут дольше других рыб, и в течение жизни они поглощают в десять раз больше ртути из воды.

Цель успешных программ восстановления состоит в том, чтобы уровень ртути в тканях рыбы составлял менее 0,3 части на миллион. Слишком большое количество ртути может негативно сказаться на репродуктивном здоровье, а также на общем здоровье организма. Исследователи в течение семи лет отбирали образцы уровня ртути из тканей четырех видов рыб. Собранные данные приведены ниже.

Уровни ртути в рыбе озера Ондага



Условные обозначения	
Тип рыбы	Средняя масса
Полосатый киллфиш	1–5 г
Малоротый окунь	2994 г
Светлоперый судак	10 886 г
Обыкновенная солнечная рыба	450 г

- 48 На основе представленных данных оцените заявление о том, что программа восстановления повлияла на сложные взаимодействия в экосистеме озера Ондага и может привести к изменению численности популяции видов хищников. [1]

Рыбаков предупредили о том, что им не следует есть некоторые виды рыб, которые они ловят в озере Онондага. Сотрудники органов здравоохранения пытаются разработать эффективный план информирования общественности, чтобы предотвратить употребление в пищу этой вредной рыбы.

Критерии:

- необходимо обеспечить предоставление информации как можно большему количеству людей, которые занимаются рыбалкой;
- должен быть надежным — необходимо предоставлять людям информацию таким образом, чтобы они могли сделать выбор не есть рыбу.

Ограничения:

- должен стоить как можно меньше;
- не должно быть потребности в постоянной возможности взаимодействия с сотрудниками.

Ниже представлена таблица с возможными решениями.

Решения	Факторы, которые следует учитывать
1 — листовки	– Предоставление важной информации рыбакам – Сотрудникам необходимо раздавать листовки – Легко выбросить/проигнорировать
2 — знаки на причалах/ берегах	– Предоставление важной информации рыбакам – После установки знаков персонал не требуется – Только некоторые рыбаки захотят прочитать информацию
3 — катера правоохранительных органов	– Сотрудники будут предоставлять достоверную информацию каждому человеку, с которым они разговаривают – Смогут выявлять рыбаков, находящихся в группе риска – Требуется персонал для постоянного патрулирования

49 Выберите **одно** решение из таблицы для эффективного оповещения рыбаков о рисках для здоровья при употреблении рыбы, содержащей опасные уровни ртути, и объясните, каким образом оно соответствует заданным критериям и ограничениям. [1]

Решение: _____

Пояснение: _____
