

The University of the State of New York
REGENTS HIGH SCHOOL EXAMINATION

НАУКИ О ЖИВОЙ ПРИРОДЕ: БИОЛОГИЯ

Вторник, 10 июня 2025 г. — Время строго ограничено с 9:15 до 12:15

Имя учащегося _____

Наименование 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**, и ответьте 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 буклет 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 экзаменационном буклете.

Все ответы в экзаменационном буклете 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 не будет принят, 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.

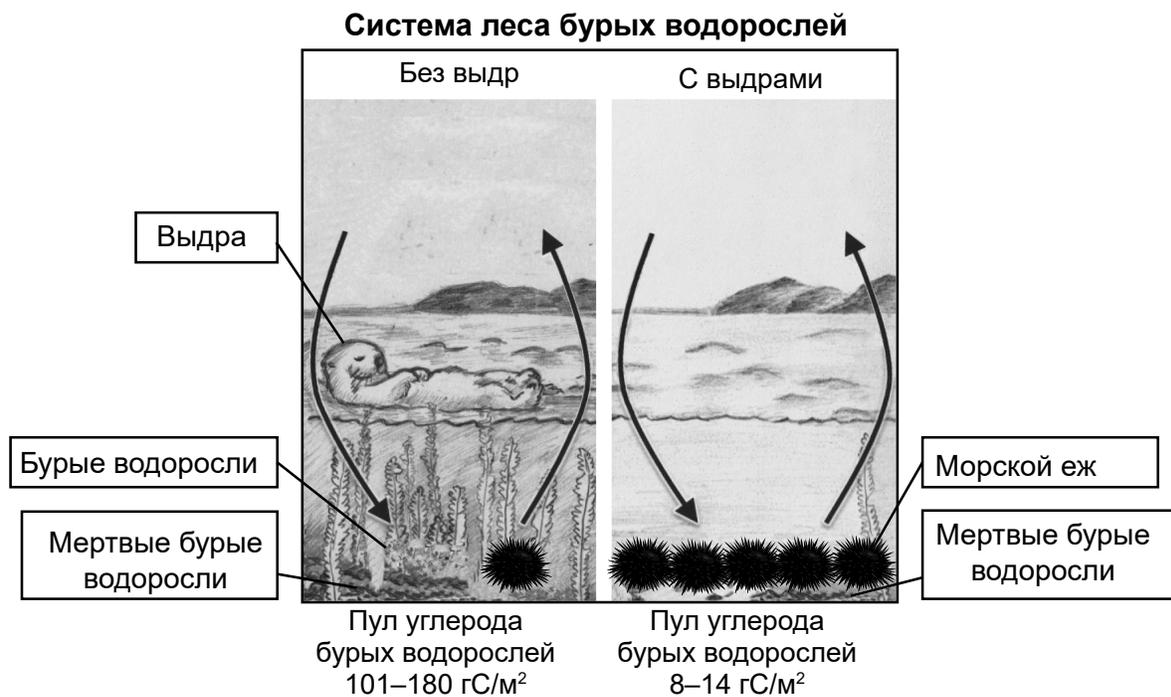
Для ответов на вопросы с 1 по 5 используйте приведенную ниже информацию, а также свои знания по биологии.

Углерод! Откуда он берется? Куда он пропадает?

На Земле углеродные соединения обнаруживаются в океанах, атмосфере и живых организмах, а также хранятся в горных породах и осадочных отложениях. Землю и ее атмосферу можно рассматривать как замкнутую систему. Количество углерода в различных местах земной системы постоянно изменяется.

Морские выдры помогают поддерживать углеродный баланс в своей экосистеме. Они питаются морскими ежами. Это важно, поскольку морские ежи являются травоядными, способными уничтожить целые заросли бурых водорослей. Бурые водоросли — это крупные автотрофные водоросли, растущие быстрее большинства растений. Когда бурые водоросли отмирают, они опускаются в глубины океана. Низкое содержание кислорода на большой глубине может замедлять процесс разложения или делать его неполным.

Ученые рассчитали углеродный пул (сколько углерода содержится в водорослях) при наличии и отсутствии выдр, как показано в модели ниже.



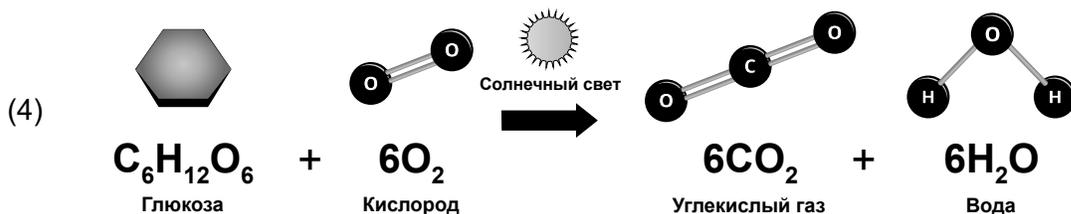
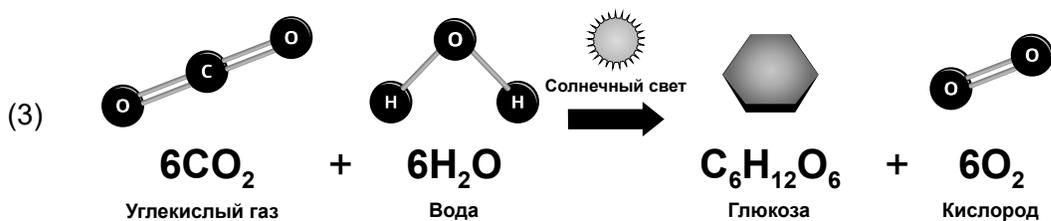
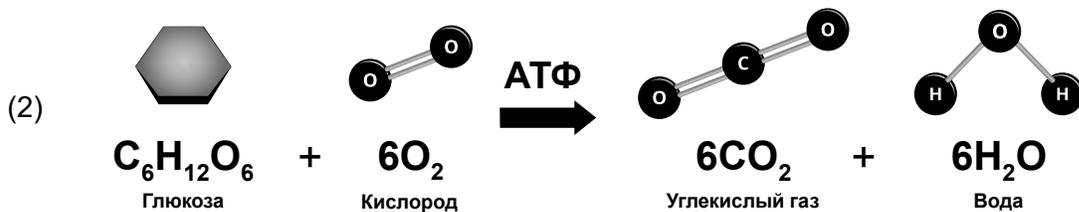
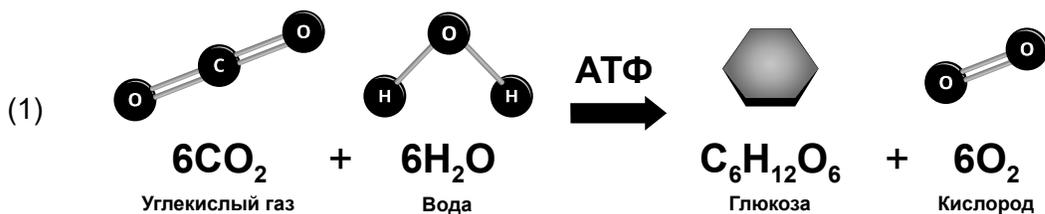
1 Какое утверждение о пуле углерода в бурых водорослях наиболее убедительно подтверждается фактами из информации и модели, представленной выше?

- (1) Накопление углерода увеличивается в присутствии выдр, поскольку морские выдры питаются морскими ежами.
- (2) Накопление углерода увеличивается в присутствии морских ежей, поскольку они регулируют популяцию бурых водорослей.
- (3) Накопление углерода уменьшается в присутствии выдр, поскольку морские выдры питаются бурыми водорослями.
- (4) Накопление углерода уменьшается в присутствии морских ежей, поскольку они осуществляют автотрофное питание.

2 Какое утверждение использует данную модель для описания того, как бурые водоросли способствуют снижению поступления углерода в атмосферу?

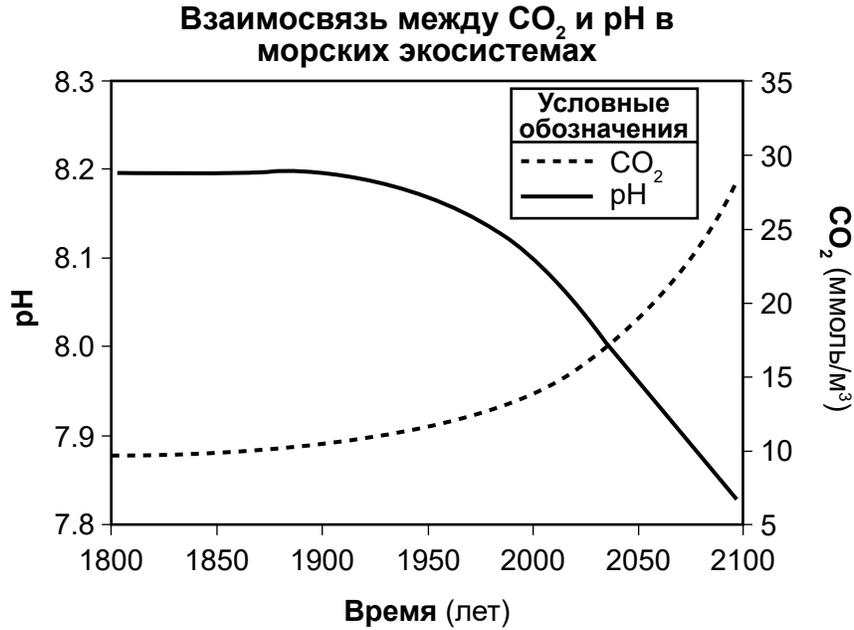
- (1) Бурые водоросли производят углерод в процессе роста в гидросфере.
- (2) Часть углерода, содержащегося в отмерших бурых водорослях, захватывается геосферой морского дна.
- (3) Бурые водоросли производят углерод при погружении в гидросферу.
- (4) Часть углерода, накопленного в бурых водорослях, поступает в геосферу в результате клеточного дыхания.

3 Какая модель отображает процесс преобразования световой энергии в химическую энергию внутри бурых водорослей?



Повышение содержания углекислого газа в атмосфере связано с изменениями в морских экосистемах. При соединении CO_2 с водой образуется угольная кислота, которая понижает pH воды. Значение pH ниже 7.8 может нарушать способность некоторых морских организмов формировать раковины и скелеты. К таким организмам относятся кораллы, мидии, планктон, морские звезды и морские ежи.

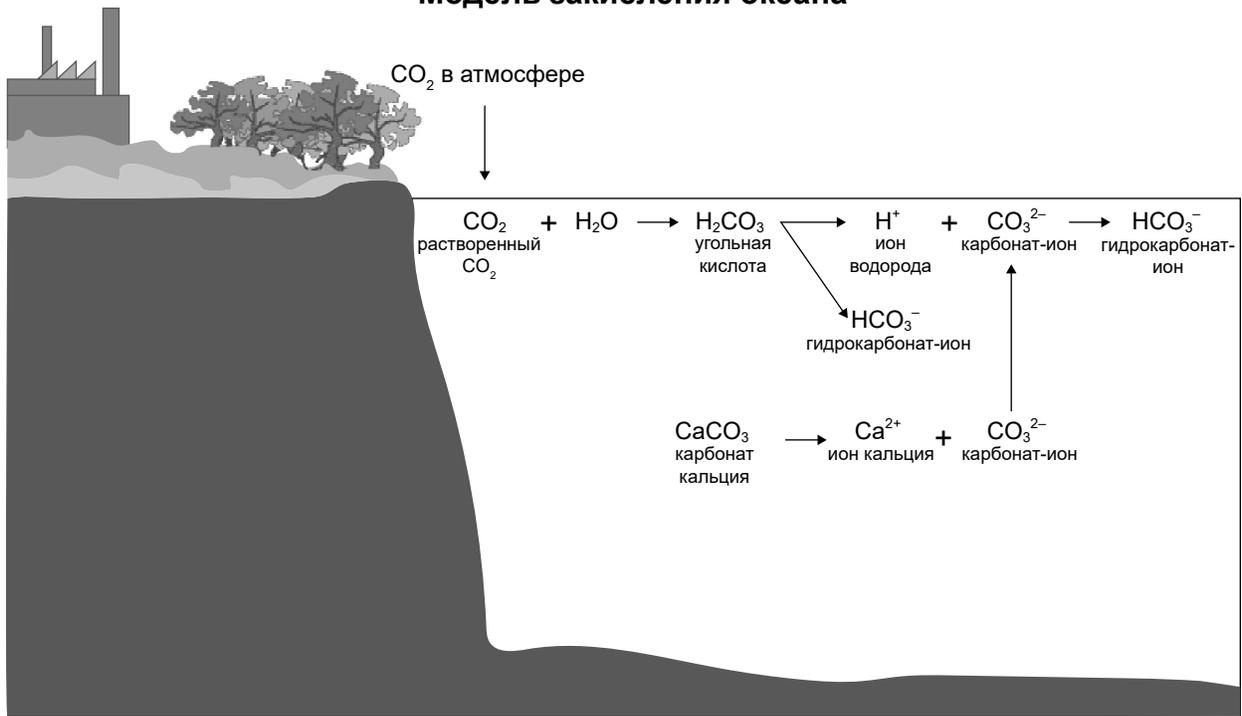
На графике ниже показана зависимость между концентрацией CO_2 в атмосфере и уровнем pH морской воды.



- 4 Если тенденция повышения уровня атмосферного CO_2 сохранится, это может оказать влияние на популяции морских ежей. Приведите доказательства из графика, подтверждающие данное утверждение. [1]

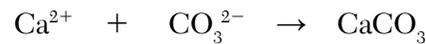
Представленная ниже диаграмма отображает информацию о круговороте углерода.

Модель закисления океана



(Модель не в масштабе)

Модель ниже показывает уравнение, описывающее процесс формирования раковин морскими ежами.



Ионы кальция и карбонат-ионы образуют карбонат кальция.

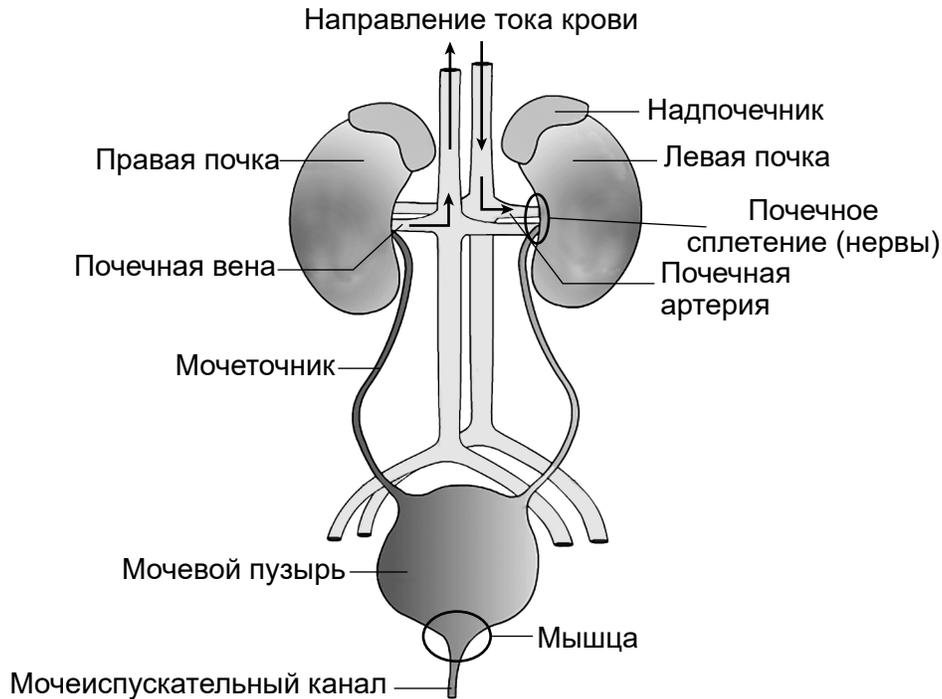
- 5 По мере усиления закисления океана количество доступных карбонат-ионов уменьшается. Используя представленную модель и информацию, опишите, как изменяется круговорот углерода между биосферой и как минимум еще одной сферой при изменении условий окружающей среды. [1]

Для ответов на вопросы с 6 по 10 используйте приведенную ниже информацию, а также свои знания по биологии.

Питьевая вода — это только начало!

Количество поступающей воды должно быть сбалансировано с количеством выделяемой воды. Мочевыделительная система участвует в поддержании водно-солевого баланса в организме.

Мочевыделительная система человека

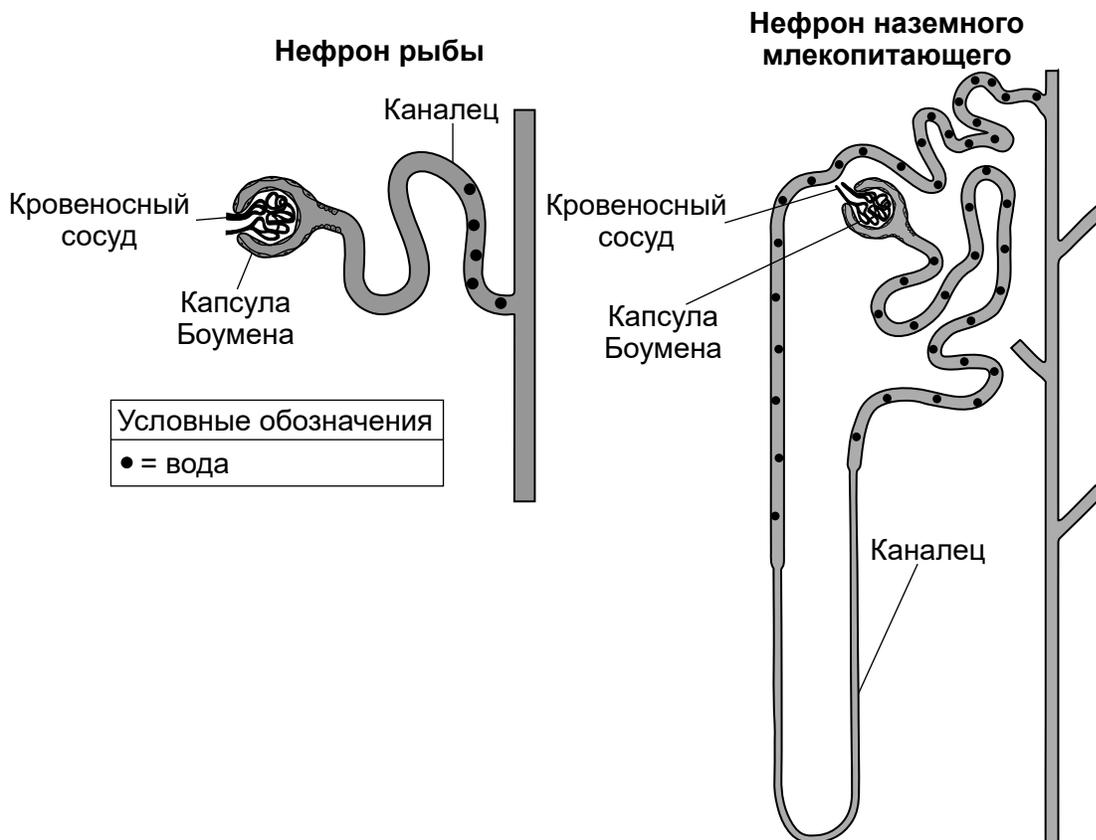


6 Какое утверждение описывает взаимодействие мочевыделительной системы и *одной* другой системы для поддержания гомеостаза в организме человека?

- (1) Надпочечник, часть эндокринной системы, доставляет питательные вещества к клеткам мочевыделительной системы для удаления углекислого газа из крови.
- (2) Внутренний сфинктер мочеиспускательного канала, часть мышечной системы, сокращается, чтобы сигнализировать клеткам мочевыделительной системы о том, что нужно регулировать уровень сахара в крови.
- (3) Головной мозг, часть нервной системы, посылает сигналы к почечному сплетению (нервам), чтобы клетки мочевыделительной системы доставляли кислород в кровь.
- (4) Артерии, часть системы кровообращения, доставляют нефилтрованную кровь к клеткам мочевыделительной системы для удаления продуктов жизнедеятельности.

Каждая почка состоит примерно из миллиона структур, фильтрующих продукты жизнедеятельности, — нефронов. Вода реабсорбируется через определенные части нефрона, например, через каналцы. Представленная ниже модель показывает строение нефрона у двух организмов.

Нефроны различных организмов



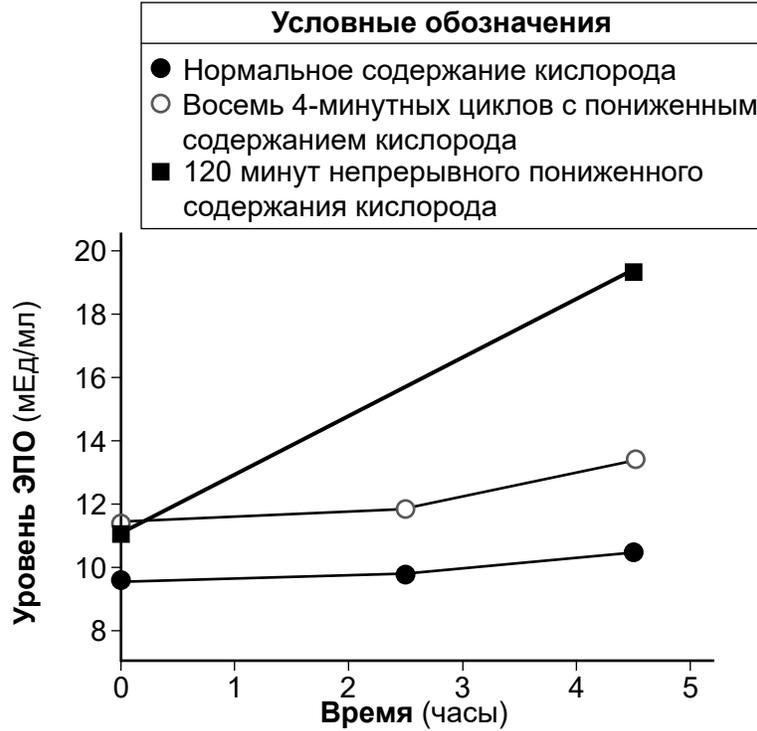
7 Исходя из представленной модели, какое утверждение объясняет, почему естественный отбор привел к эволюции структуры и функции нефрона у наземных млекопитающих?

- (1) Развитие капсулы Боумена в почках животных оказалось более выгодным для млекопитающих, чем для рыб.
- (2) У организмов, обитавших на суше, отбирались нефроны с более длинными канальцами для сохранения потребляемой воды.
- (3) У животных, обитавших в океанах, реках и озерах, отбирались нефроны с более длинными канальцами для фильтрации избыточной поглощенной воды.
- (4) Количество нефронов играет более важную роль в эволюции млекопитающих, чем в эволюции рыб.

Другая функция почки состоит в регулировании количества эритроцитов (красных кровяных клеток). Почки вырабатывают белок, известный как эритропоэтин (ЭПО), который стимулирует усиленное образование эритроцитов.

На графике ниже представлены результаты исследования. Участники находились в различных условиях до начального момента времени (ноль), после чего уровни ЭПО измерялись на протяжении четырех с половиной часов.

Влияние воздействия кислорода на выработку ЭПО



8 Используя представленную информацию, опишите доказательства в поддержку утверждения о том, что воздействие пониженного уровня кислорода запускает механизм обратной связи, позволяющий организму поддерживать гомеостаз. [1]

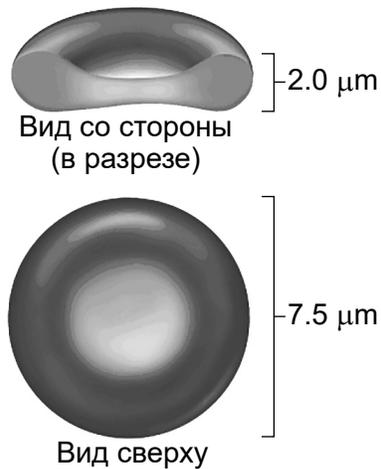
Помимо других функций, эритроциты (красные кровяные клетки) обладают способностью переносить воду. На поверхности клетки находятся структуры, называемые аквапоринами, которые обеспечивают транспорт воды через клеточные мембраны. Благодаря своей уникальной клеточной структуре, эритроциты могут увеличиваться в размере до 74% или уменьшаться до 40% от своего исходного размера.

9 Какое утверждение наилучшим образом объясняет, каким образом эритроциты участвуют в механизме обратной связи, поддерживающем гомеостаз?

- (1) Аквапорины в эритроцитах способствуют обмену воды в средах с различными концентрациями и помогают почкам эффективнее регулировать водно-солевой баланс.
- (2) Аквапорины в эритроцитах препятствуют обмену воды в средах с различными концентрациями и помогают почкам эффективнее регулировать водно-солевой баланс.
- (3) Эритроциты изменяют свою форму для прохождения через почки, но оказывают минимальное влияние на водно-солевой баланс в почках.
- (4) Эритроциты изменяют свою форму для прохождения через почки, но не участвуют в регуляции механизмов обратной связи.

Эритроциты обычно имеют форму двояковогнутого диска. В ходе научного исследования изучалось влияние изменения формы эритроцитов и эластичности их мембраны на способность переносить кислород. Результаты показали, что при снижении эластичности мембраны эритроцитов способность переносить кислород уменьшалась на 18%. При повышении эластичности эритроцитов кислородная емкость увеличивалась на 21%. Когда эритроциты поглощают воду, их мембрана сначала становится более эластичной.

Типичная двояковогнутая форма эритроцитов



10 Какие доказательства подтверждают утверждение о том, что употребление воды после физической нагрузки помогает организму спортсмена поддерживать гомеостаз?

	Количество эритроцитов, поглощающих воду	Эластичность эритроцитов	Скорость переноса кислорода
(1)	увеличивается	снижается	снижается
(2)	увеличивается	увеличивается	увеличивается
(3)	снижается	увеличивается	увеличивается
(4)	снижается	снижается	снижается

Для ответов на вопросы с 11 по 16 используйте приведенную ниже информацию, а также свои знания по биологии.

Ноги или хвост?

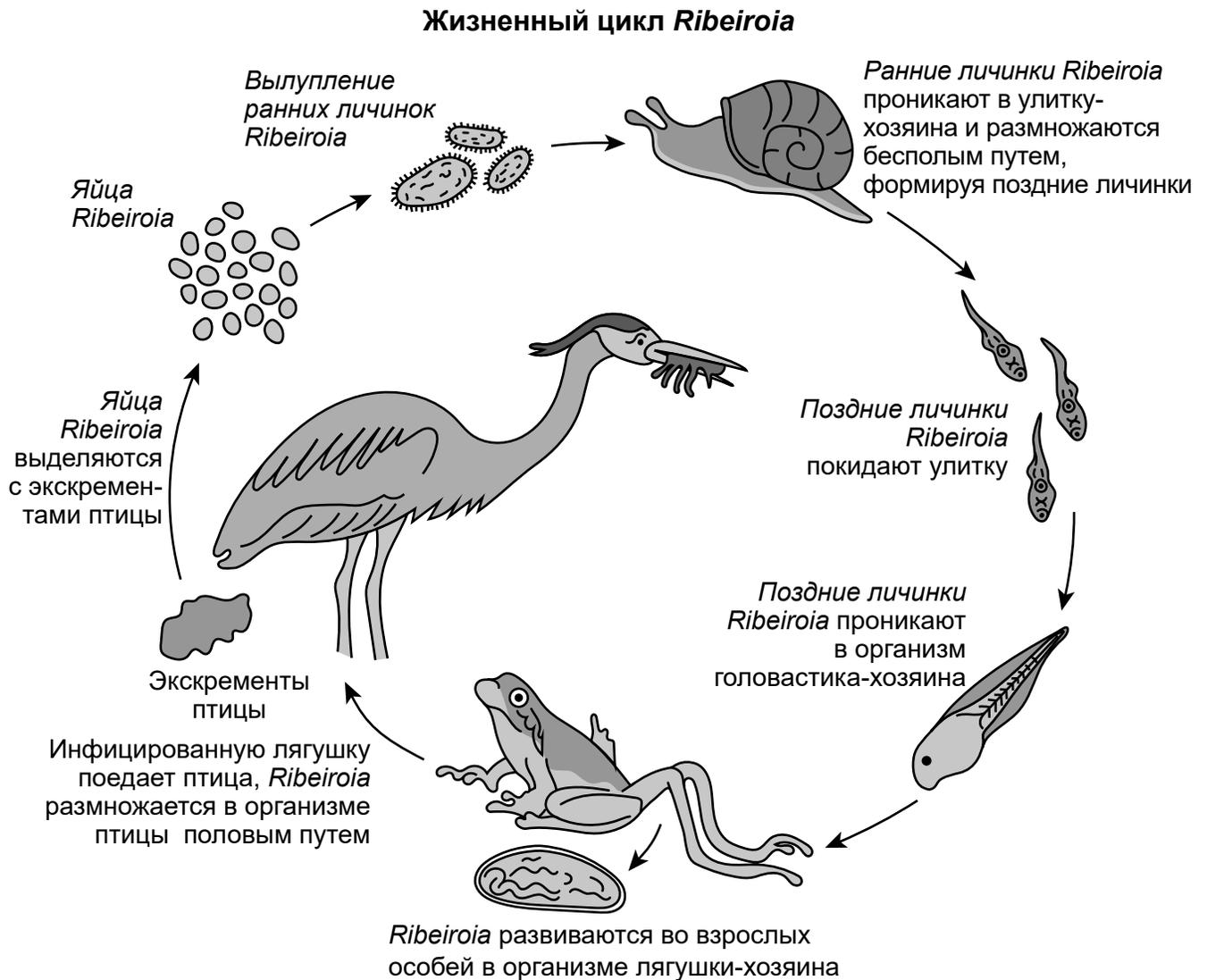
В середине 1990-х годов в нескольких штатах были обнаружены многочисленные лягушки и другие амфибии с дополнительными конечностями. Среди возможных причин этих аномалий назывались ультрафиолетовое излучение, химические загрязнители в воде, паразиты и даже вещества, переносимые по воздуху.

Тихоокеанская квакша с дополнительными конечностями



- 11 Какой вопрос следует задать, чтобы определить, вызваны ли аномалии конечностей у лягушек наследственной мутацией?
- (1) Обитают ли потомки с аномалиями в той же среде, что и родители?
 - (2) Подвергались ли родители воздействию тех же экологических факторов, что и некоторые их потомки?
 - (3) Присутствует ли мутация, вызывающая аномальные конечности, в ДНК половых клеток родителей?
 - (4) Содержат ли клетки конечностей родителей ДНК с мутацией, вызывающей аномальные конечности?

После дальнейших исследований ученые установили, что деформации у лягушек вызваны не генетическими мутациями. Настоящей причиной оказался паразитический плоский червь *Ribeiroia*. Жизненный цикл *Ribeiroia* сложен и включает нескольких хозяев. Схема цикла представлена ниже.

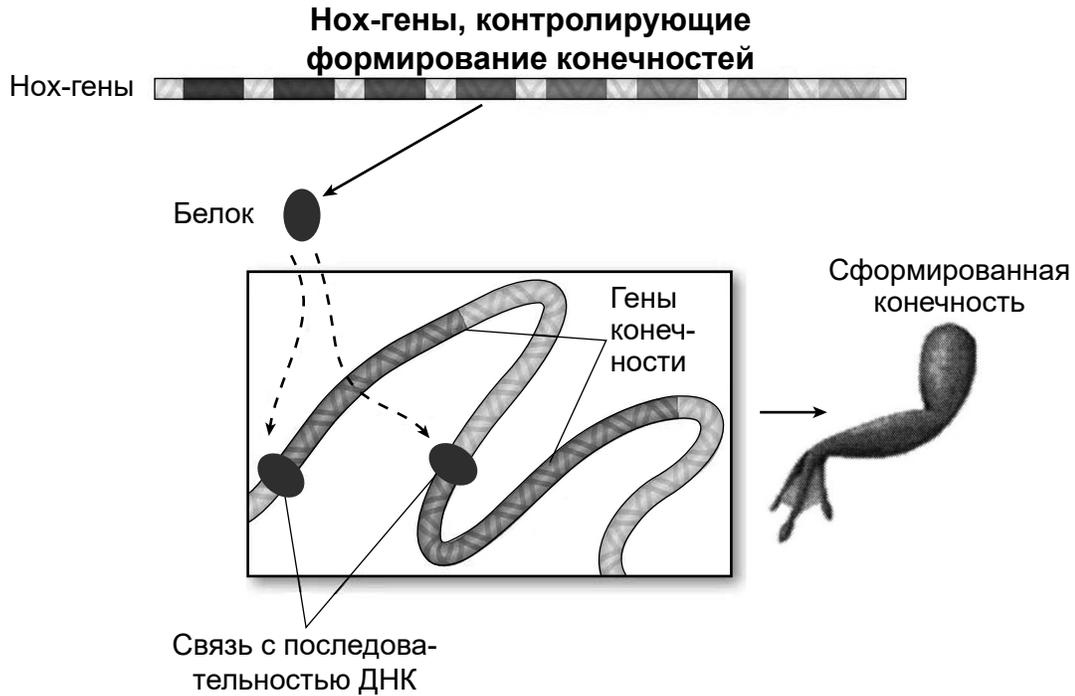


12 Учащийся утверждает, что паразиты *Ribeiroia*, вызывающие наиболее тяжелые аномалии конечностей у лягушек, имеют более высокие шансы на выживание и размножение по сравнению с теми, которые таких аномалий не вызывают. Какое объяснение наилучшим образом подтверждает это утверждение?

- (1) Лягушки с наиболее тяжелыми деформациями конечностей с большей вероятностью будут пойманы птицами, что повышает шансы взрослых особей *Ribeiroia* на выживание и размножение.
- (2) Взрослые особи *Ribeiroia* получают больше возможностей остаться в организме лягушки для завершения всех стадий жизненного цикла, что увеличит их шансы на выживание и размножение.
- (3) Особи *Ribeiroia* получают больше возможностей для полового размножения, поскольку остаются в улитке, выпуская личинки с этим признаком обратно в воду.
- (4) Личинки *Ribeiroia* получают больше возможностей для бесполого размножения и завершения жизненного цикла в организме птицы.

Нох-гены — важная группа регуляторных генов, определяющих план строения тела и ориентацию головы-хвоста у животных на ранних стадиях эмбрионального развития. Установлено, что высокие концентрации ретиноевой кислоты оказывают влияние на активность Нох-генов.

На схеме ниже показано, как белки, синтезируемые активированными Нох-генами, присоединяются к последовательностям ДНК, выполняющим роль молекулярных переключателей, запускающих экспрессию множества различных генов.



13 Используя приведенную выше информацию, какое утверждение наиболее точно объясняет причину развития дополнительных конечностей у лягушек, зараженных паразитами?

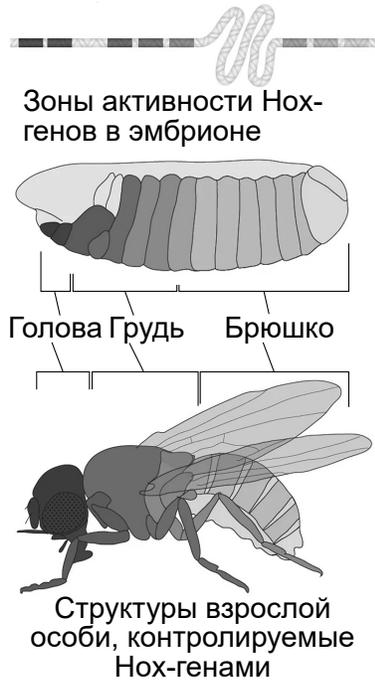
- (1) Нох-гены в конечности вызвали повышение уровня ретиноевой кислоты, что привело к синтезу белков, подавляющих активность генов формирования конечностей.
- (2) Паразиты повысили концентрацию ретиноевой кислоты в конечностях головастика, что заставило Нох-гены транскрибировать больше белков, активирующих гены формирования конечностей.
- (3) Белки, синтезированные в развивающейся конечности, активировали Нох-гены, что привело к повышению уровня ретиноевой кислоты и, как следствие, к формированию дополнительных конечностей.
- (4) Повышенный уровень ретиноевой кислоты, вызванный присутствием паразитов, инактивировал Нох-гены в конечностях головастика, что послужило сигналом для активации генов формирования конечностей.

Учеными установлено, что когда паразит *Ribeiroia* проникает в организм головастика лягушки, он внедряется в зачаток конечности, который впоследствии развивается в конечность взрослой особи. Концентрация вещества, известного как ретиноевая кислота, стремительно возрастает в зачатке конечности головастика вследствие паразитарной инвазии.

- 14 Какой вопрос можно поставить относительно влияния уровней ретиноевой кислоты на наследование наблюдаемых изменений у лягушек?
- (1) Влияют ли уровни ретиноевой кислоты на наследование Нох-генов, кодирующих белки, необходимые для развития конечностей?
 - (2) Влияют ли уровни ретиноевой кислоты на наследование некодирующих участков ДНК, участвующих в формировании конечности?
 - (3) Каким образом сниженные уровни ретиноевой кислоты влияют на наследование белков, кодирующих развитие конечностей?
 - (4) Каким образом повышенные уровни ретиноевой кислоты влияют на наследование некодирующих областей Нох-генов?

Нох-гены также обнаружены у членистоногих. На представленных ниже схемах показана информация о Нох-генах и сегментации тела плодовой мушки. Здесь же изображены планы строения тела других видов членистоногих. Различные оттенки серого указывают на Нох-гены, ответственные за развитие определенных сегментов тела.

Нох-гены, ответственные за развитие плодовой мушки



Строение тела членистоногих



15 Опишите генетические и физические доказательства, подтверждающие гипотезу о том, что все эти членистоногие имеют общего предка. [1]

Нох-гены также присутствуют у млекопитающих и других позвоночных животных, обеспечивая формирование определенных частей тела в правильной ориентации. Конкретные Нох-гены мыши и плодовой мушки могут быть взаимозаменяемыми.

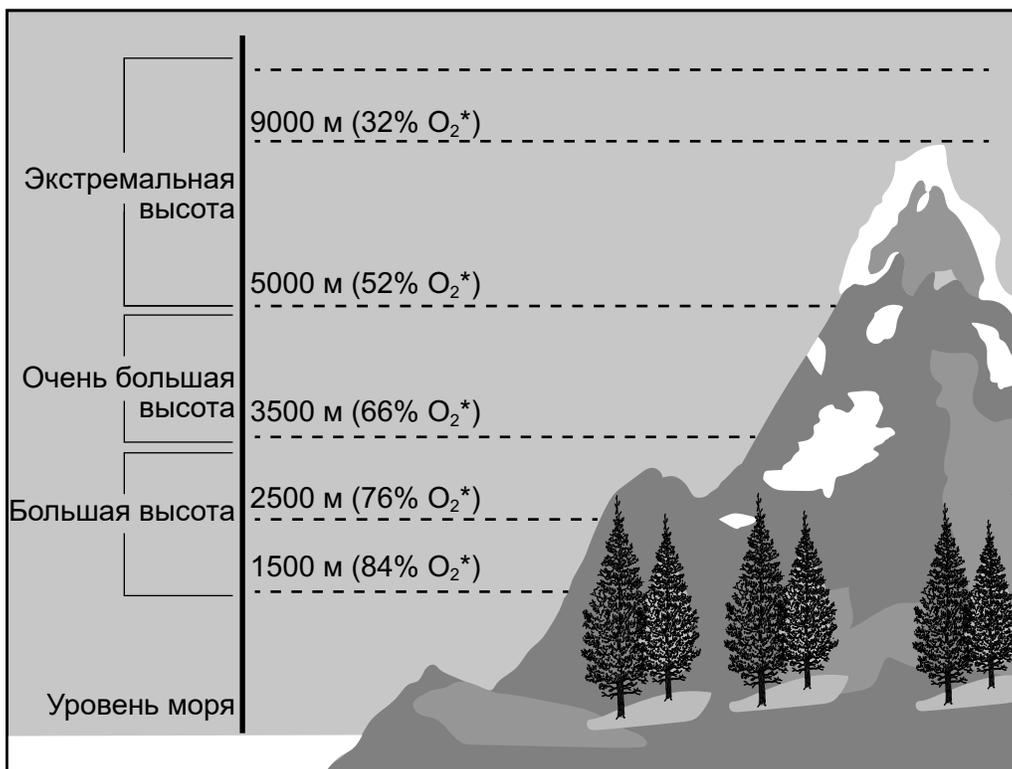
- 16 Сформулируйте объяснение того, почему при замене специфических Нох-генов, активирующих развитие глаз, у мыши и мухи формируются типичные функционирующие глаза. [1]

Для ответов на вопросы с 17 по 21 используйте приведенную ниже информацию, а также свои знания по биологии.

Организмы Тибетского нагорья

Як — травоядное животное, обитающее на высокогорных территориях Тибетского нагорья в Гималайских горах. Яки населяют районы Тибетского нагорья на высотах от 3,000 до 5,000 метров. У яков увеличенные сердце и легкие, а также особый гемоглобин в клетках крови, позволяющий им извлекать больше кислорода из воздуха.

Концентрация атмосферного кислорода на различных высотах



*Процентное содержание кислорода (O₂) на данной высоте по сравнению с уровнем моря

17 Используя приведенные данные, сформулируйте объяснение того, как естественный отбор привел к развитию адаптаций в популяциях яков, позволяющих им выживать в их среде обитания. [1]

Ген EPAS1 участвует в адаптации животных к среде с низким содержанием кислорода. Ученые, изучавшие этот ген у яков, обнаружили, что особи с определенным аллелем данного гена обладали повышенным содержанием гемоглобина, транспортирующего кислород по организму. Этот аллель отличается небольшим изменением в последовательности нуклеиновых кислот от других аллелей гена EPAS1, обнаруженных в популяциях яков.

18 Каково наиболее вероятное происхождение изменения, приведшего к появлению этого аллеля?

- (1) Изменение в последовательности гена EPAS1 произошло во время митоза клеток крови яка.
- (2) Уровни гемоглобина в крови яка вызвали изменения в последовательности гена EPAS1.
- (3) Изменение в последовательности гена EPAS1 произошло во время мейоза гамет яка.
- (4) Як приобрел генетические изменения в гене EPAS1 в ответ на условия с низким содержанием кислорода.

Растения, которыми питаются яки, произрастают в стрессовых условиях. Пониженное атмосферное давление приводит к изменениям в концентрациях газов, как показано ниже.

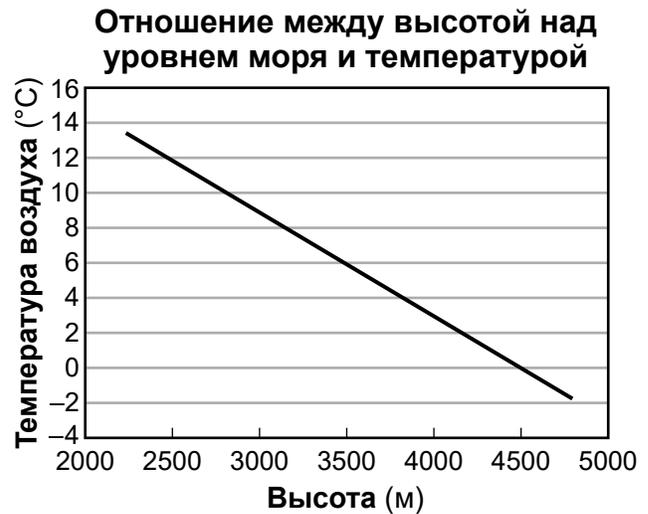


19 Какое утверждение наиболее точно объясняет, почему емкость экосистем для продуцентов на экстремальных высотах *меньше*, чем в экосистемах на уровне моря?

- (1) На больших высотах доступно больше кислорода для клеточного дыхания.
- (2) На экстремальных высотах доступно меньше углекислого газа для фотосинтеза.
- (3) На экстремальных высотах повышается доступность водяного пара, что ограничивает процесс фотосинтеза.
- (4) На больших высотах пониженное давление приводит к ускорению клеточного дыхания.

Пищуха — еще один вид травоядных млекопитающих, обитающих на Тибетском нагорье. Пищухи быстро передвигаются и тратят большую часть времени на поиск пищи и наблюдение за хищниками. Это мелкие животные (длиной 5-9 дюймов), которые живут в системах подземных туннелей, вырытых и поддерживаемых ими, и не имеют увеличенного сердца и легких.

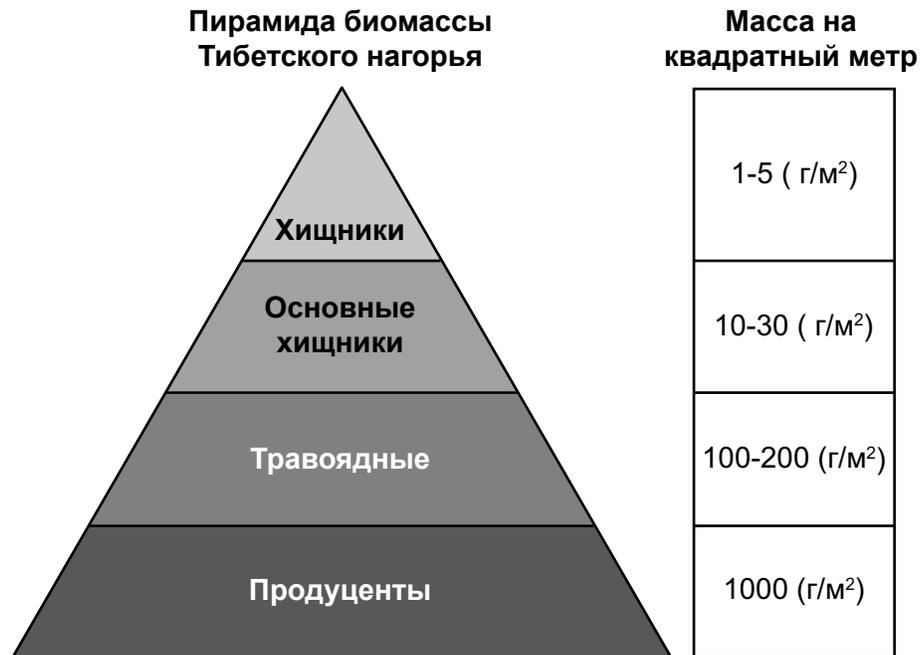
Представленные ниже фотография и график содержат информацию о Тибетском нагорье.



- 20 Сформулируйте объяснение, основанное на фактических данных, как естественный отбор привел к формированию поведенческой адаптации у пищух, которая помогает им выживать в экосистеме Тибетского нагорья. [1]

Другие организмы, входящие в состав экосистемы Тибетского нагорья, включают хищников, таких как волки, орлы и снежные барсы.

Представленная ниже модель отображает приблизительную биомассу на каждом трофическом уровне экосистемы Тибетского нагорья.



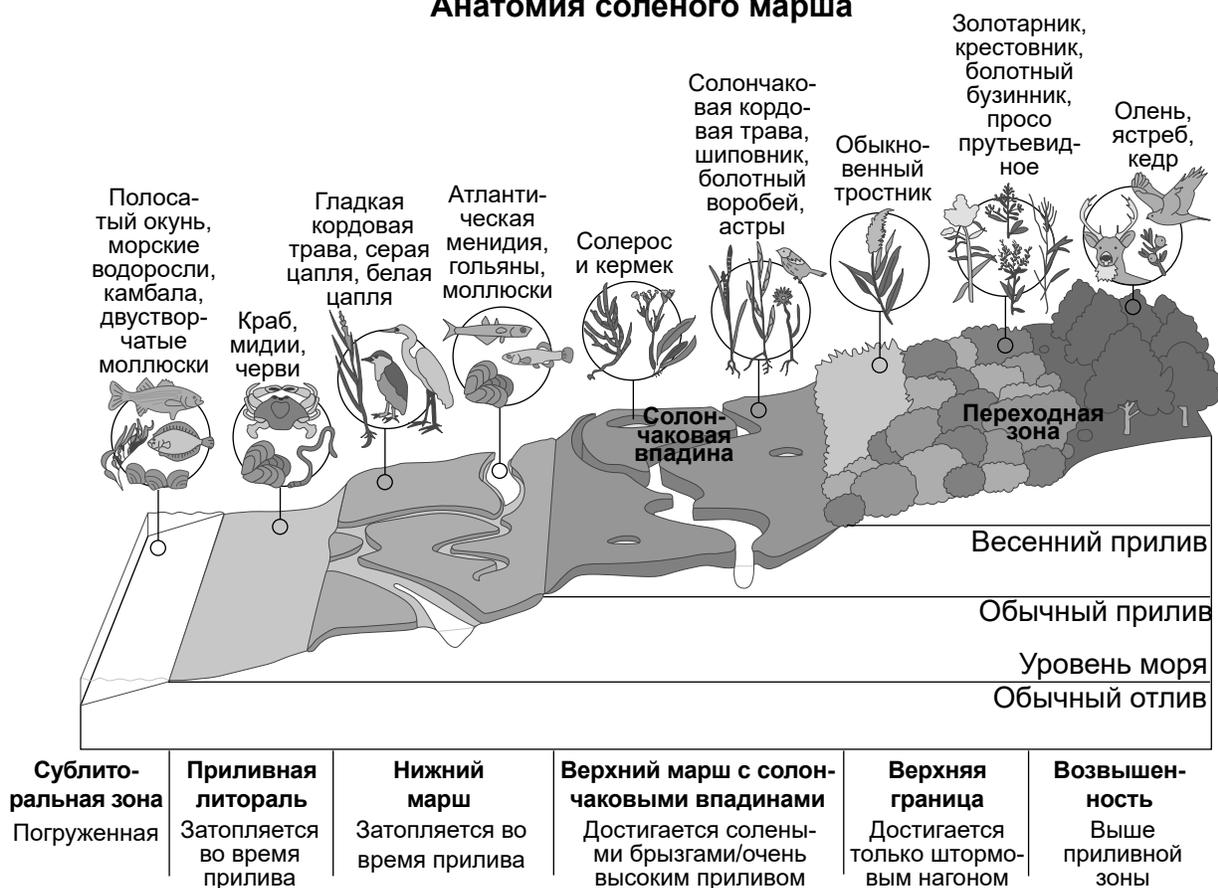
- 21 Используя представленные данные, сформулируйте утверждение о влиянии потока энергии между организмами экосистемы Тибетского нагорья на биомассу. [1]

Для ответов на вопросы с 22 по 27 используйте приведенную ниже информацию, а также свои знания по биологии.

Береговая линия соленого марша

Соленые марши представляют собой уникальные экосистемы, расположенные вдоль океанского побережья, между океаном и сухими возвышенными экосистемами. Они играют важную роль в фильтрации воды, защите побережья и обеспечении необходимой среды обитания. На соленые марши влияют приливы и погодные явления. В зависимости от различных факторов, соленые марши могут иметь разное количество растительности, что влияет на биоразнообразие и функционирование экосистемы. Приведенная ниже модель демонстрирует информацию о типичном соленом марше.

Анатомия соленого марша

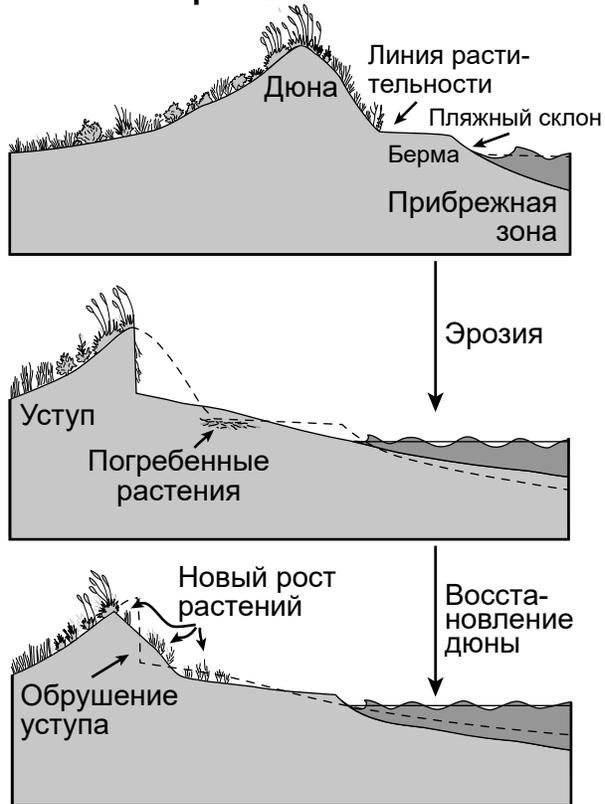


22 Какое утверждение наиболее точно описывает сложные взаимодействия, которые оказали бы самое сильное немедленное воздействие на популяции гладкой кордовой травы в нижнем соленом марше?

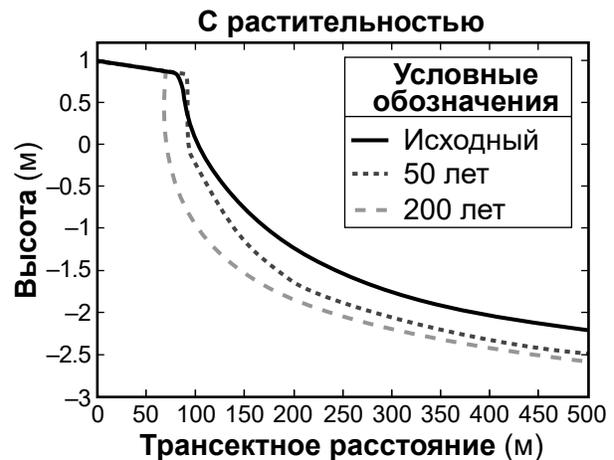
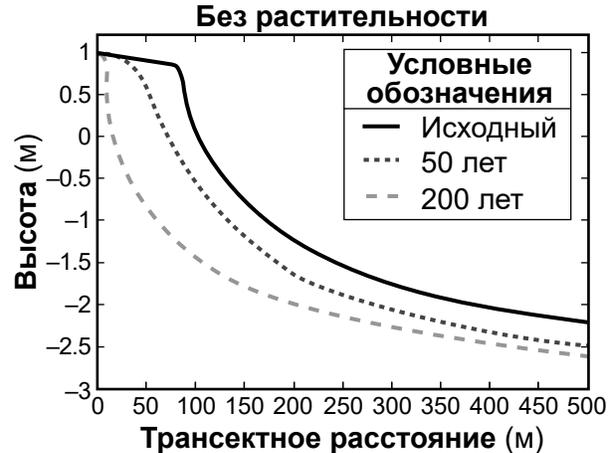
- (1) На популяцию гладкой кордовой травы наибольшее влияние оказал бы приток болотных воробьев, переселяющихся после сильных штормов.
- (2) На популяцию гладкой кордовой травы наибольшее влияние оказало бы повышение уровня моря вследствие глобального потепления, которое влияет на уровень приливов.
- (3) На гладкую кордовую траву наибольшее влияние оказало бы временное повышение солености из-за сильных штормов.
- (4) На гладкую кордовую траву наибольшее влияние оказала бы эрозия почвы вследствие сильных штормов и последующих наводнений.

Эрозия может воздействовать на береговые линии, в том числе на соленые марши. Математические модели часто описывают эрозию береговой линии с помощью трансектного расстояния. Трансектное расстояние обозначает результат измерения одних и тех же песчаных дюн вдоль одной линии между двумя конкретными точками. Вследствие влияния приливов на прибрежные зоны, высота также оказывает воздействие на эрозию. Приведенные ниже модели демонстрируют информацию о факторах, влияющих на береговые линии.

Естественное восстановление береговой линии



Модели эрозии береговой линии

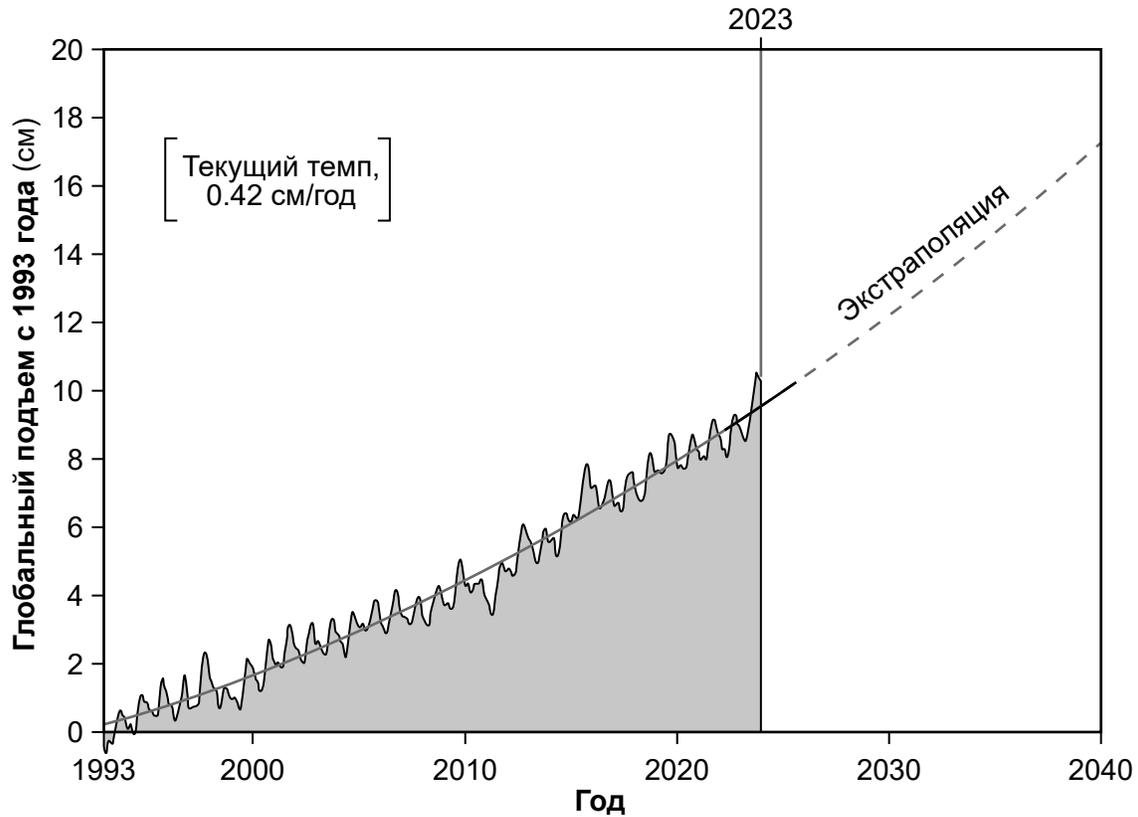


23 Используя предоставленную информацию, ответьте, какое утверждение наиболее точно описывает, как естественная эрозия береговой линии влияет на емкость местообитания в различных масштабах?

- (1) Емкость местообитания быстро снижается на участках береговой линии с растительностью, подверженных эрозии.
- (2) Емкость местообитания быстро возрастает на участках береговой линии с растительностью, подверженных эрозии.
- (3) Емкость местообитания быстро снижается на участках береговой линии без растительности, подверженных эрозии.
- (4) Емкость местообитания быстро возрастает на участках береговой линии без растительности, подверженных эрозии.

Глобальное изменение климата может оказывать воздействие на соленые марши и другие прибрежные экосистемы. На графике ниже представлены данные, собранные НАСА при помощи спутников.

Записи о подъеме уровня моря



24 Используя представленные данные, оцените утверждение о том, что повышение уровня моря повлияет на численность и виды организмов, взаимодействующих в пределах нижнего соленого марша. [1]

В настоящее время разрабатываются стратегии, имитирующие естественное окружение, направленные на снижение эрозии и восстановление прибрежных экосистем. На диаграмме ниже представлена информация о характеристиках различных методов восстановления береговой линии.

Инженерные решения для береговой линии

Название	Живая береговая линия		Жесткие технологии	
	Только растения	Волноломы	Берегоукрепление	Подпорная стенка
Описание	<ul style="list-style-type: none"> • Корни удерживают почву на месте • Создает буферную зону • Гасит небольшие волны 	<ul style="list-style-type: none"> • Естественные конструкции, параллельные существующему местообитанию • Снижает энергию волн 	<ul style="list-style-type: none"> • Укладывается на склон береговой линии • Защищает береговую линию от эрозии и волн 	<ul style="list-style-type: none"> • Вертикальная удерживающая стена параллельно береговой линии • Удерживает берег на месте
Оптимальные условия	Среды с низкой энергией волн	Среды с низкой и умеренной энергией волн	Участки с ранее укрепленными береговыми линиями	Среды с высокой энергией волн
Варианты материалов	Аборигенные растения	Камень и живой риф (устрицы, мидии)	Камень, щебень, бетонные блоки или плиты, мешки, наполненные песком/бетоном	Сталь, древесина, бетон, углеволокно
Преимущества	<ul style="list-style-type: none"> • Создает местообитание • Замедляет проникновение воды вглубь суши и накапливает воду • Сохраняет связь между водной и наземной средой 	<ul style="list-style-type: none"> • Создает местообитание • Замедляет перемещение воды в сторону возвышенностей • Предотвращает исчезновение водно-болотных угодий • Естественные барьеры для волн 	<ul style="list-style-type: none"> • Снижает воздействие волн • Низкие затраты на обслуживание • Может фрагментировать местообитание 	<ul style="list-style-type: none"> • Умеряет воздействие волн • Снижает колебания уровня приливов • Препятствует естественной миграции марша
Недостатки	<ul style="list-style-type: none"> • Отсутствие защиты от высокого уровня воды • Растительность может не прижиться 	<ul style="list-style-type: none"> • Отсутствие защиты от высокого уровня воды • Растительность может не прижиться 	<ul style="list-style-type: none"> • Отсутствие защиты от крупных наводнений или высокого уровня воды • Утрата связи между водной и наземной средой 	<ul style="list-style-type: none"> • Отсутствие защиты от крупных наводнений • Утрата связи между водной и наземной средой • Сокращает местообитания рыб и снижает биоразнообразие
Стоимость Строительство	\$	\$\$	\$\$\$\$	\$\$\$
Использование и обслуживание	\$	\$	\$\$	\$\$

25 Какой тип восстановительного проекта способствовал бы созданию условий, необходимых для развития стабильной экосистемы, поддерживающей сложные взаимодействия между обитающими там организмами?

- (1) Формирование участка соленого марша, которое позволит только одному виду водных растений расти в поврежденной зоне.
- (2) Создание волноломов, препятствующих проникновению рыб и водных растений к береговой линии.
- (3) Высаживание растительности вдоль поврежденных участков береговой линии, что обеспечит убежище для прибрежных организмов.
- (4) Строительство жесткой конструкции, например для берегоукрепления, которая увеличит энергию волн, ударяющих о береговую линию.

26 Какое утверждение наиболее точно описывает сложные взаимодействия в естественной живой береговой линии, подверженной изменяющимся условиям, таким как сильный шторм?

- (1) Эрозия, происходящая во время шторма, может вызвать изменения уклона суши, что подвергает высокорасположенные болотные растения повышенному уровню соли, снижая биоразнообразие.
- (2) Устричные рифы способны снижать эрозию, вызванную штормовыми волнами, что позволяет соленым маршам расширяться в сторону возвышенностей, увеличивая доступность местообитаний для других организмов.
- (3) Волноломы предотвращают эрозию и повышают биоразнообразие, предотвращая миграцию маршей и сохраняя берму во время штормов.
- (4) Сильные штормы не влияют на соленость соленого марша, что приводит к гибели кордовой травы и формированию береговых линий с меньшим количеством растительности для предотвращения эрозии.

Уровни воды в Великих озерах преимущественно являются результатом естественного, нерегулируемого поступления воды в бассейн. В июне 2019 года озеро Онтарио достигло рекордно высокого уровня воды вследствие сильных дождей и штормов. Осуиго (штат Нью-Йорк) — город, расположенный на побережье озера Онтарио.

Значительные повреждения и другие негативные последствия наблюдались по всей системе. Проблемы, связанные с разрушением береговой линии, включали как потерю доходов от рекреационной деятельности в прибрежных городах (катание на лодках, рыбалка, плавание и посещение ресторанов), так и ущерб имуществу домовладельцев и предприятий. Прибрежные сообщества ищут надежные способы уменьшения ущерба имуществу и сохранения культуры пляжного города и возможностей для природного отдыха.

На фотографии изображена береговая линия в Осуиго (штат Нью-Йорк) после наводнения 2019 года.



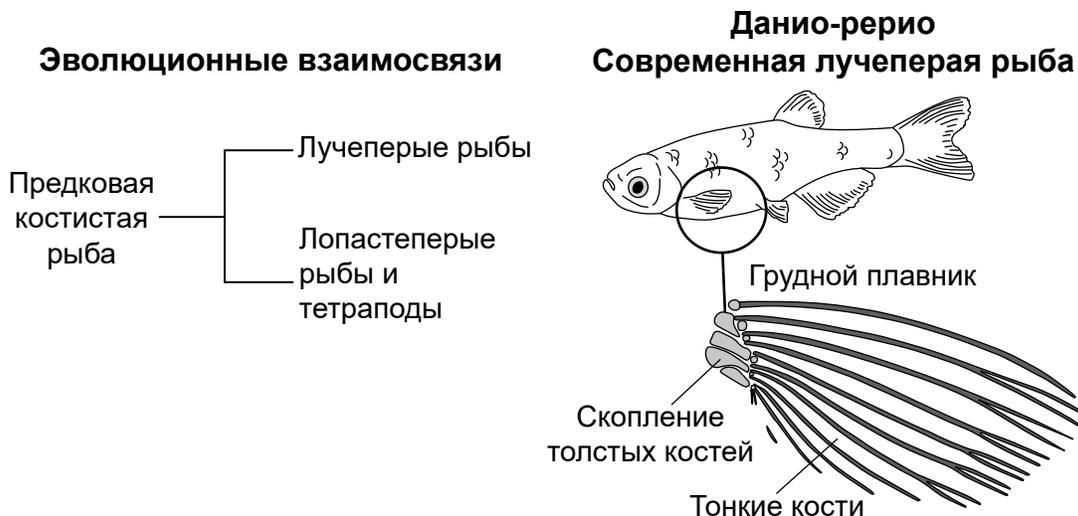
- 27 Определите наилучший возможный вариант восстановления береговой линии в Осуиго, штат Нью-Йорк, из таблицы *Инженерные решения для береговой линии* на основе связанных с ним затрат, надежности и эстетики. Оцените социальные и экологические последствия этого решения, используя эти критерии и их компромиссы. [1]

Для ответов на вопросы с 28 по 32 используйте приведенные ниже информацию и диаграмму, а также свои знания по биологии.

Эволюция конечностей

Тетраподы включают всех позвоночных животных, имеющих четыре конечности с пальцами. Некоторые тетраподы, такие как киты и змеи, не имеют четырех явно выраженных конечностей, но относятся к этой группе, поскольку произошли от четвероногого предка.

Считается, что передние конечности тетраподов эволюционировали из грудных плавников древней костистой рыбы.

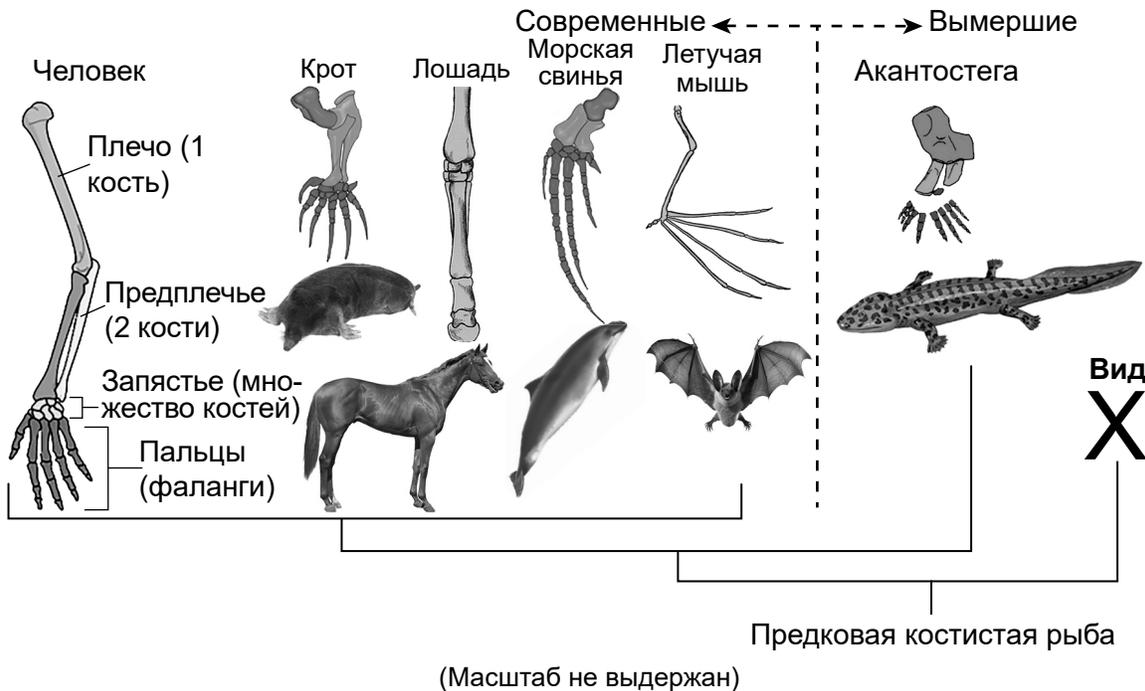


28 Какие доказательства могут подтвердить утверждение о существовании закономерностей в эволюции передних конечностей у потомков предковых костистых рыб?

- (1) Документированные изменения в среде обитания предковых лучеперых рыб, которые привели к изменению количества генов, участвующих в формировании грудных плавников
- (2) Сходства в базовой последовательности генов, контролирующей развитие грудных плавников у данио-рерио и передних конечностей у тетрапод
- (3) Сравнение общего количества плавников у данио-рерио и общего количества конечностей у современных тетрапод
- (4) Информация об использовании передних конечностей в среде обитания современных тетрапод

Схема ниже обобщает современные данные о структуре и ископаемые свидетельства, касающиеся передних конечностей у некоторых современных видов животных и вымерших водных видов животных.

Эволюция передних конечностей тетрапод



29 Какое из приведенных ниже утверждений определяет эволюционные взаимосвязи, показанные на диаграмме?

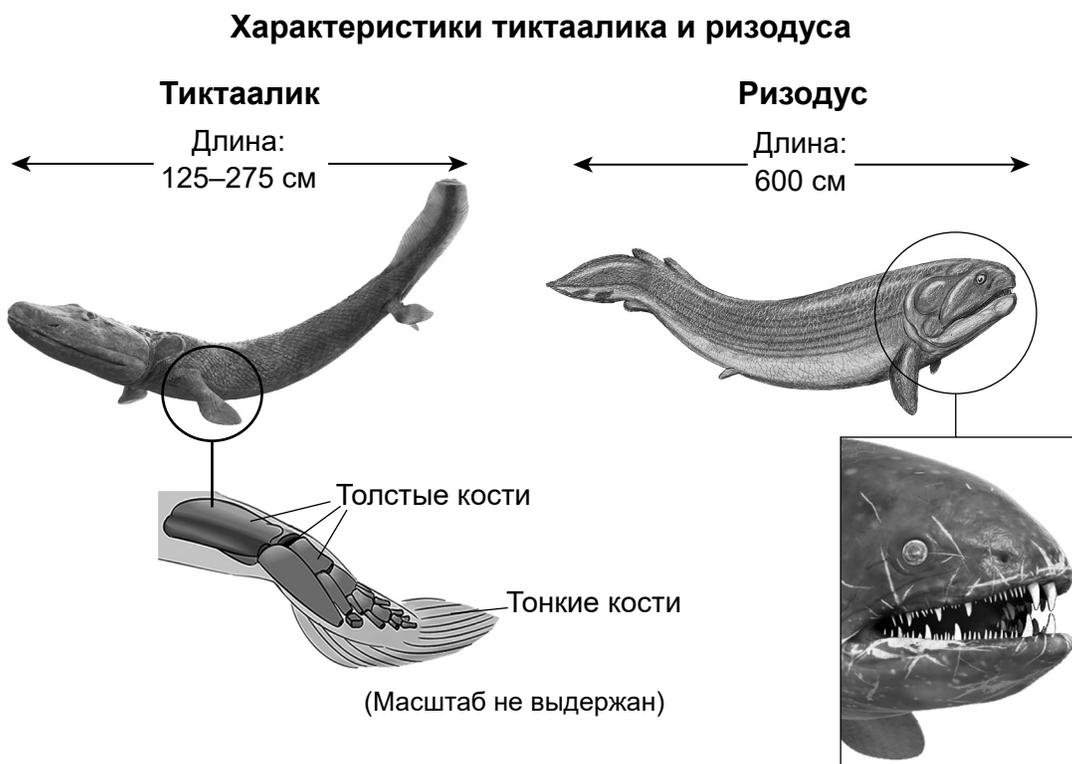
- (1) Передние конечности *акантостеги* и современных видов имеют костную структуру, наиболее приспособленную к жизни на суше, поэтому передние конечности всех видов эволюционировали от вымершего наземного предка.
- (2) Вымершая водная *акантостега* и морская свинья имеют наиболее схожую среду обитания, поэтому они разделяют самого недавнего вымершего общего предка.
- (3) Каждый из современных видов имеет различную костную структуру передних конечностей, поскольку они развили разные структуры в процессе эволюции в своих специфических средах обитания.
- (4) Передние конечности вымерших водных видов и современных видов имеют схожее расположение костей, что свидетельствует об общем происхождении.

30 Составьте объяснение, основанное на доказательствах, что эволюция развития конечностей может быть результатом воздействия факторов окружающей среды. [1]

Ученые ищут переходные ископаемые, чтобы получить доказательства эволюции наземных тетрапод от костистых рыб. Этот недостающий вид обозначен как Вид X на диаграмме эволюции передних конечностей тетрапод. В 2004 году в Канаде были обнаружены окаменелые останки возможного кандидата Его назвали *тиктаалик*. *Тиктаалик* был крупным рыбоподобным организмом, который жил около 385 миллионов лет назад, когда моря были заполнены множеством видов рыб.

Считается, что *тиктаалик* обитал в мелких, теплых водах. В этот период первые растения осваивали сушу, а ползающие насекомые и пауки процветали. *Тиктаалик* мог замечать добычу на суше у кромки воды с помощью глаз, расположенных на верхней части головы. Он также мог использовать свои очень сильные передние плавники для преследования и ловли добычи на берегу. Несмотря на крупные размеры, вероятно, *тиктаалик* сам становился добычей для еще более крупных хищных рыб, таких как гигантский *ризодус*, у которого было два массивных клыка в передней части челюсти.

На диаграмме ниже представлены несколько вымерших организмов:



- 31 Используйте закономерности в строении костей передних конечностей, чтобы подтвердить утверждение исследователя о том, что *тиктаалик* представляет собой промежуточную предковую форму между лучеперыми рыбами и ранним тетраподом, *акантостегой*. [1]

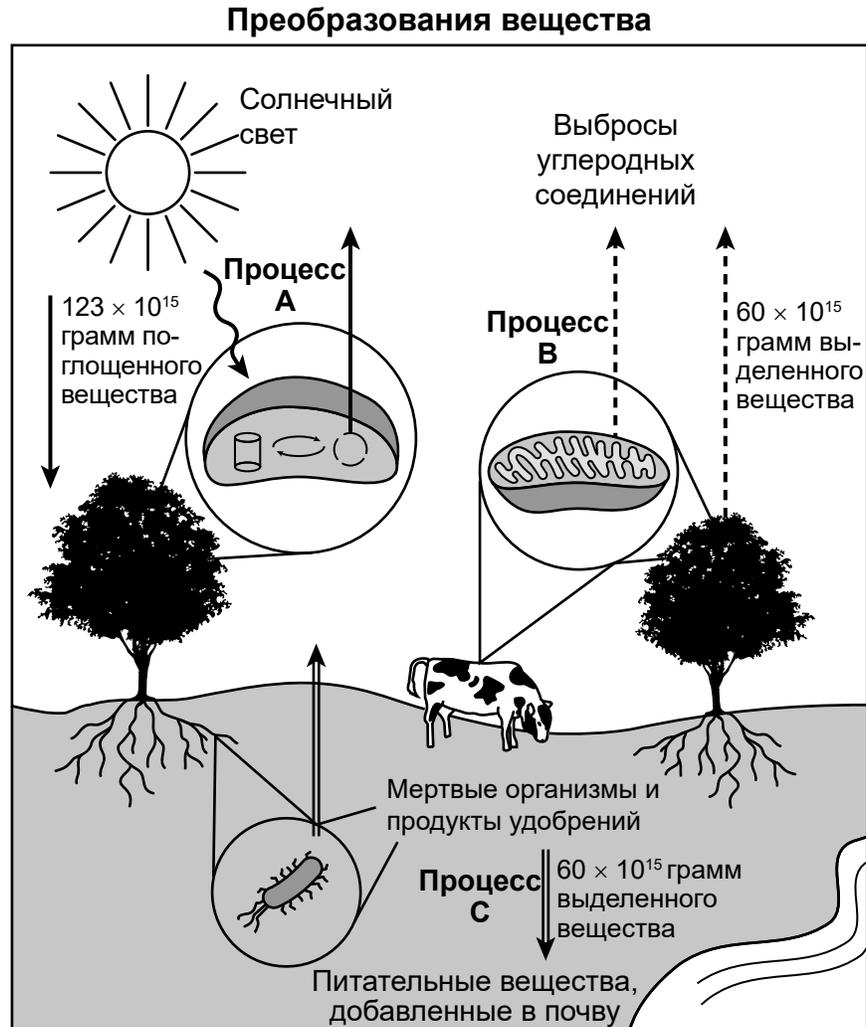
32 Какие доказательства подтверждают объяснение, что животные с признаками, хорошо приспособленными к жизни на суше, эволюционировали из-за факторов окружающей среды, существовавших 385 миллионов лет назад?

- (1) Крупное тело *ризодуса* позволяло ему быстро передвигаться в мелкой воде.
- (2) Расположение глаз *тиктаалика* позволяло ему видеть добычу как на суше, так и в воде.
- (3) *ризодус* имел большие клыки, которые позволяли ему охотиться на *тиктаалика* на суше и в воде.
- (4) *Тиктаалик* мог получать доступ к новым источникам пищи и избегать хищничества со стороны *ризодус* благодаря костной структуре своих плавников, которая позволяла ему передвигаться по суше.

Для ответов на вопросы с 33 по 37 используйте приведенную ниже информацию, а также свои знания по биологии.

Имеет ли это значение?

Углерод, используемый растениями, перемещается между живыми организмами, минералами в почве, гидросферой и атмосферой посредством процессов углеродного цикла.



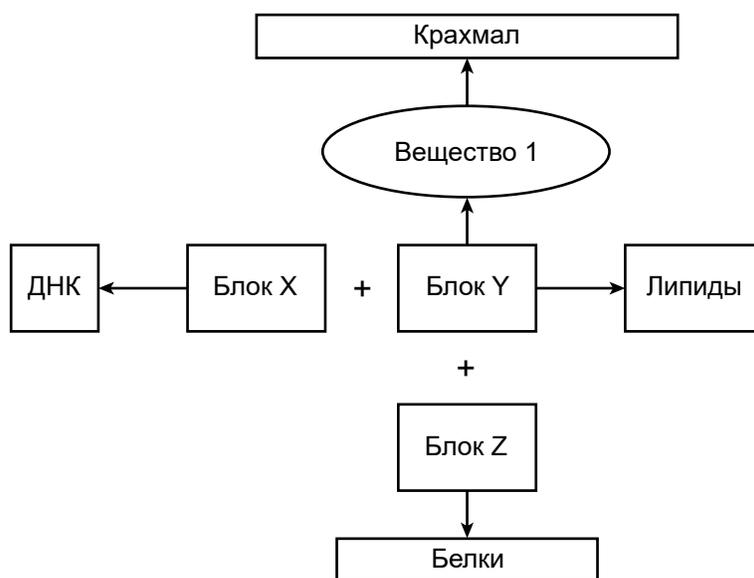
33 Используя информацию из модели, какое утверждение правильно определяет, как движение вещества в этой экосистеме обеспечивает энергией различные организмы?

- (1) Растение поглощает углеродные соединения из атмосферы, которые превращаются в сахар и затем используются коровой во время процесса В для производства доступной энергии.
- (2) Растение поглощает кислород из почвы, который превращается в питательные вещества во время процесса В для производства доступной энергии.
- (3) Корова выполняет процесс С, который высвобождает сахара в атмосферу, а затем они используются растениями во время процесса А для производства доступной энергии.
- (4) Отходы коровы разлагаются через процесс А, который высвобождает сахара в почву, а затем они используются растениями во время процесса С для производства доступной энергии.

34 Используя доказательства из модели, составьте объяснение роли процесса C в круговороте вещества между живыми организмами в этой экосистеме. [1]

Растения перестраивают вещество для создания других необходимых соединений. Модель ниже показывает некоторые соединения, которые синтезируют растения. Блоки X, Y и Z представляют элемент(ы), используемые для создания этих соединений.

Как растения перестраивают вещество



35 Какое объяснение лучше всего подтверждает утверждение, что элементы из вещества 1 в модели соединяются с различными элементами для образования других углеродсодержащих молекул?

- (1) Элементы в блоке Y разбиваются на азот и фосфор, а затем соединяются для образования липидов.
- (2) Молекулы вещества 1 могут соединяться вместе для образования крахмала.
- (3) Элементы в блоке Y соединяются с азотом для создания веществ, которые используются для формирования белков.
- (4) Молекулы вещества 1 могут соединяться вместе для образования ДНК.

36 На основе информации во всех представленных моделях, какое утверждение можно сделать о том, почему вещество 1 необходимо для метаболизма растений?

- (1) Процесс *B* соединяет вещество 1 с другими элементами для образования липидов, используемых растением.
- (2) Процесс *A* перестраивает элементы углерода, водорода и кислорода для образования вещества 1, используемого растением.
- (3) Процессы *A* и *C* соединяют азот и фосфор с веществом 1 для образования белков, используемых растением.
- (4) Процессы *B* и *C* перестраивают азот и вещество 1 для образования ДНК и крахмалов, используемых растением.

37 Составьте объяснение, используя количественные доказательства того, как круговорот вещества в растениях приводит к изменениям количества углерода, хранящегося в атмосфере и биосфере. [1]

Для ответов на вопросы с 38 по 42 используйте приведенную ниже информацию, а также свои знания по биологии.

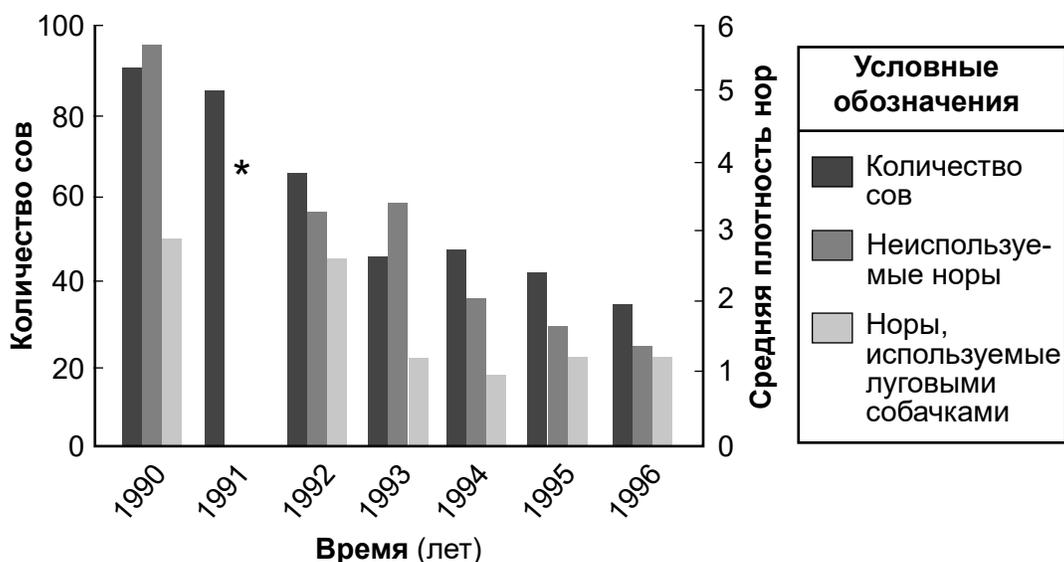
Ключевой вид: чернохвостые луговые собачки

Чернохвостая луговая собачка является ключевым видом, поскольку поддерживает сложную сеть взаимоотношений в экосистемах центральных травянистых равнин Северной Америки. Они питаются преимущественно растениями с высоким содержанием влаги и питательных веществ. Поедая растения, они оставляют обрезки листьев, которые обогащают почву питательными веществами. Они строят норы, которые после того, как оказываются покинутыми, могут служить убежищем для гремучих змей, роющих сов и насекомых. Луговые собачки являются основной добычей для многих организмов, включая черноногого хорька, одного из самых редких и наиболее находящихся под угрозой исчезновения животных в Северной Америке.

Популяция луговых собачек в центральных травянистых равнинах Северной Америки неуклонно сокращается. Наиболее значительными угрозами для луговых собачек являются преобразование пастбищ в пахотные земли, городское развитие, охота и использование ядов, так как они считаются вредителями для местных фермеров и владельцев ранчо.

График ниже показывает данные, собранные в исследовании 17 колоний луговых собачек в Небраске.

Изменения в среднем количестве нор луговых собачек и популяций роющих сов в Северной Америке



*Данные за 1991 год неполные.

38 Как количество нор луговых собачек повлияло на емкость среды для роющих сов в этой местности?

- (1) По мере уменьшения количества нор луговых собачек, количество роющих сов, которых могла поддерживать данная территория, увеличивалось.
- (2) По мере увеличения количества роющих сов, количество луговых собачек, которых могла поддерживать данная территория, уменьшалось.
- (3) По мере уменьшения количества нор луговых собачек, количество роющих сов, которых могла поддерживать данная территория, уменьшалось.
- (4) По мере увеличения количества роющих сов, общее количество нор, которые могла поддерживать данная территория, уменьшалось.

39 Оцените утверждение о том, что значительное уменьшение популяции луговых собачек будет иметь широкомасштабные последствия, указав конкретное взаимодействие между компонентами экосистемы. [1]

Болезнь, известная как сивлатическая чума, вызывается бактерией, переносимой блохами на крысах. Эта болезнь поражает мелких млекопитающих, включая луговых собак. Заболевание проникло в западную часть Соединенных Штатов в результате развития судоходства и распространяется в восточном направлении. График ниже показывает изменения популяций луговых собак, наблюдаемые в двух разных штатах в течение 1990-х годов.



40 Было высказано утверждение, что некоторые луговые собачки в Колорадо обладали выгодным наследственным признаком, который защищал их от чумы. Какое утверждение может служить доказательством в поддержку этого утверждения?

- (1) Популяция луговых собак увеличилась между годами 1 и 2 и годами 7 и 8, но затем сократилась, потому что луговые собачки с защитной вариацией вскоре умерли.
- (2) Популяция луговых собак сократилась между годами 1 и 2 и годами 7 и 8, но смогла восстановиться, потому что луговые собачки с защитными вариациями выжили и размножились.
- (3) Луговые собачки были защищены от чумы, потому что процент луговых собак, переживших чуму, всегда был выше 60.
- (4) Обе популяции луговых собак восстановились от инфекций чумы до 12-го года наблюдений.

41 Популяция луговых собачек в Южной Дакоте показывает колебания в определенном диапазоне. Какая строка таблицы определяет, как различные факторы влияют на емкость среды?

Строка	Фактор, предотвращающий существенное снижение популяции	Фактор, предотвращающий существенное увеличение популяции
(1)	Городское развитие	Количество заброшенных нор
(2)	Истощение питательных веществ почвы	Сокращение пастбищных угодий
(3)	Сохранение травянистых равнин	Хищничество хорьков
(4)	Уменьшение использования ядов	Увеличение питательных веществ в почве

Исследуются различные методы борьбы с этой чумой. Два эффективных метода описаны в таблице ниже.

Вакцинация	Распыление в норах
<ul style="list-style-type: none"> - Оральная вакцина в виде таблетки со вкусом арахисового масла - Защищает от инфекции до 9 месяцев после начала действия - Таблетки должны быть съедены луговыми собачками в течение 7 дней после их размещения 	<ul style="list-style-type: none"> - Инсектицидный порошок распыляется в норы луговых собачек - Убивает блох, переносящих болезнь, которая передается луговым собачкам - Может уменьшить количество блох на срок до 2 лет, начиная сразу после распыления

Место исследования находится вблизи жилых районов и открытых пастбищ, которые используются для выпаса скота и служат средой обитания для диких животных. Исследователей попросили дать рекомендации относительно наилучшей стратегии защиты популяций луговых собачек от чумы без негативного воздействия на близлежащие территории.

42 Опишите метод лечения, вакцинацию или опыление нор, который лучше всего защитит луговых собачек от чумы, учитывая критерии и ограничения стоимости, безопасности *или* надежности. Используйте конкретную информацию из таблицы для обоснования вашего выбора по критерию стоимости, безопасности *или* надежности. [1]

Для ответов на вопросы с 43 по 48 используйте приведенную ниже информацию, а также свои знания по биологии.

Природа или воспитание?

В течение одной зимы в 20-м веке Нидерланды пережили сильный голод (острую нехватку продовольствия). Некоторые женщины, находившиеся на ранних стадиях беременности во время голода, родили детей, которые, несмотря на плохое питание матерей, имели удивительно средний или даже выше среднего вес при рождении.

- 43 Какой вопрос поможет определить роль ДНК в передаче генетической информации, повлиявшей на вес при рождении детей, чьи матери находились в условиях голода?
- (1) Происходят ли гены, играющие роль в определении веса при рождении, от обоих родителей?
 - (2) Происходят ли гены, состоящие из аминокислот, из ДНК только одного родителя?
 - (3) Происходят ли гены, состоящие из белка, из ДНК обоих родителей?
 - (4) Содержат ли клетки желудка матери гены, играющие роль в определении веса при рождении?

Ученые установили, что дети, чьи матери находились на ранних сроках беременности во время голода (дети голода), страдали от ожирения и хронических заболеваний во взрослом возрасте чаще, чем их братья и сестры, не подвергавшиеся такому воздействию. У детей голода наблюдались изменения в экспрессии некоторых генов. Один из этих генов, известный как IGF2 (инсулиноподобный фактор роста 2), кодирует гормон.

Приведенная ниже таблица кодонов может использоваться для определения аминокислот, кодируемых последовательностью ДНК.

Кодоны в мРНК

Первое основание	Второе основание								Третье основание
	U		C		A		G		
U	UUU	Фенилаланин	UCU	Серин	UAU	Тирозин	UGU	Цистеин	U
	UUC	Фенилаланин	UCC	Серин	UAC	Тирозин	UGC	Цистеин	C
	UUA	Лейцин	UCA	Серин	UAA	Стоп	UGA	Стоп	A
	UUG	Лейцин	UCG	Серин	UAG	Стоп	UGG	Триптофан	G
C	CUU	Лейцин	CCU	Пролин	CAU	Гистидин	CGU	Аргинин	U
	CUC	Лейцин	CCC	Пролин	CAC	Гистидин	CGC	Аргинин	C
	CUA	Лейцин	CCA	Пролин	CAA	Глутамин	CGA	Аргинин	A
	CUG	Лейцин	CCG	Пролин	CAG	Глутамин	CGG	Аргинин	G
A	AUU	Изолейцин	ACU	Треонин	AAU	Аспарагин	AGU	Серин	U
	AUC	Изолейцин	ACC	Треонин	AAC	Аспарагин	AGC	Серин	C
	AUA	Изолейцин	ACA	Треонин	AAA	Лизин	AGA	Аргинин	A
	AUG	Метионин или старт	ACG	Треонин	AAG	Лизин	AGG	Аргинин	G
G	GUU	Валин	GCU	Аланин	GAU	Аспарагиновая кислота	GGU	Глицин	U
	GUC	Валин	GCC	Аланин	GAC	Аспарагиновая кислота	GGC	Глицин	C
	GUA	Валин	GCA	Аланин	GAA	Глутаминовая кислота	GGA	Глицин	A
	GUG	Валин	GCG	Аланин	GAG	Глутаминовая кислота	GGG	Глицин	G

Часть последовательности ДНК IGF2 представлена в таблице ниже.

ДНК	СТС	САС	ССТ
мРНК	GAG	GUG	CGA
Аминокислота	глутаминовая кислота	валин	аргинин

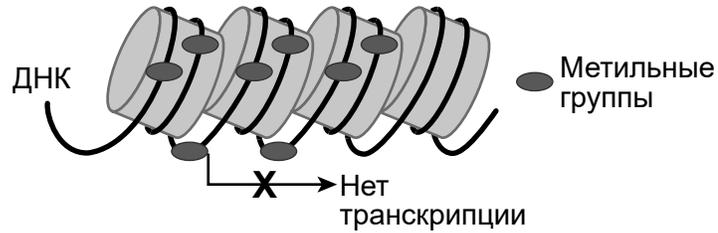
44 Учащийся утверждал, что изменение СТС на ССТ в ДНК приведет к синтезу другого белка. Какое объяснение подтверждает это утверждение?

- (1) Когда GAG превращается в САС, в белок включается аспарагиновая кислота вместо глутаминовой кислоты.
- (2) Когда GAG превращается в САС, в синтезируемом белке изменений не происходит.
- (3) Когда GAG превращается в САС, в белке валин заменит глутаминовую кислоту.
- (4) Когда GAG превращается в САС, все аминокислоты, составляющие белок, изменятся.

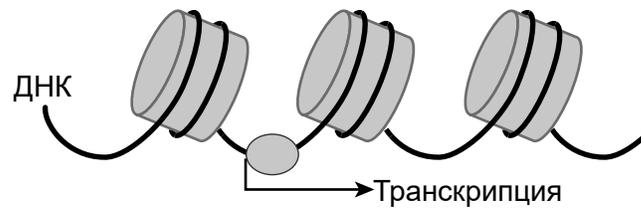
В клетке ДНК взаимодействует с различными молекулами. Она также взаимодействует с метильными группами в процессе, известном как метилирование.

Метилированная и неметилированная ДНК

Метилированная ДНК



Неметилированная



Ген IGF2 кодирует гормон, стимулирующий рост плода. У детей голода метилирование гена IGF2 было менее выраженным, чем обычно наблюдается у других детей.

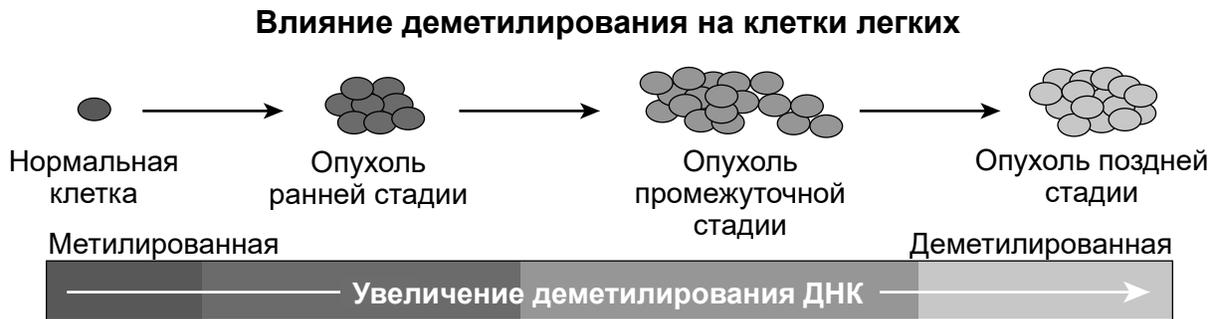
45 Сформулируйте объяснение, основанное на доказательствах, как структура неметилированной ДНК влияет на функцию IGF2, что приводит к увеличению веса при рождении. [1]

Исследователи на протяжении многих лет наблюдали за здоровьем детей голода и их потомства. Результаты исследования выявили схожие закономерности у их потомства.

46 Какое утверждение наиболее убедительно подтверждается доказательствами того, что потомство имело схожие проблемы со здоровьем, несмотря на отсутствие воздействия голода?

- (1) Уровни метилирования ДНК наследуются только в течение одного поколения.
- (2) Уровни метилирования ДНК могут наследоваться на протяжении многих поколений.
- (3) Последовательность нуклеотидов ДНК является единственным фактором, влияющим на экспрессию генов.
- (4) Последовательность нуклеотидов ДНК защищена от мутаций благодаря метилированию.

Помимо голода во время беременности, другие факторы окружающей среды, такие как никотин при курении, могут вызывать деметилирование (удаление метильных групп) участков ДНК, ответственных за деление клеток. Результат этого деметилирования показан в модели ниже.



47 Используя доказательства из модели, опишите, как нарушение потока информации влияет на клетки легких с деметилированной ДНК. [1]

48 Какое утверждение определяет решение, которое исследователи могли бы использовать для замедления роста и прогрессирования опухоли?

- (1) Использовать радиацию для удаления метильных групп из генов опухоли.
- (2) Использовать генную терапию для модификации ДНК с целью ускорения деления клеток в опухолевых клетках.
- (3) Использовать препараты для добавления метильных групп к генам, вызывающим усиление клеточного деления.
- (4) Использовать препараты, увеличивающие скорость митоза во всех клетках организма.

