

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

# НАУКИ О ЖИВОЙ ПРИРОДЕ: БИОЛОГИЯ

Вторник, 20 января 2026 года — время строго ограничено с 1:15 до 4:15

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.

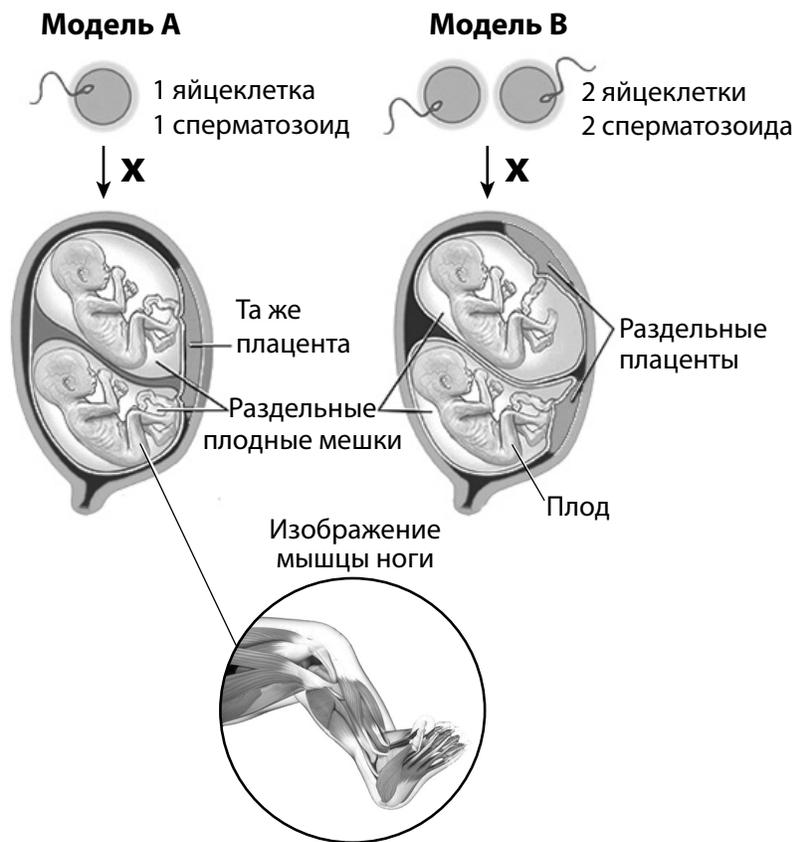
**НЕ ОТКРЫВАЙТЕ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БУКЛЕТ ДО ПОДАЧИ СИГНАЛА.**

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

### Два типа близнецов

Близнецы — это два ребенка, развивающиеся в результате одной беременности. Наиболее распространены два типа близнецов: однояйцевые и разнояйцевые. Гены разнояйцевых близнецов различаются так же, как у родных братьев и сестер, не являющихся близнецами, тогда как однояйцевые близнецы имеют одинаковый набор ДНК. Однако по мере взросления однояйцевых близнецов их физические характеристики могут изменяться, и между ними появляются различия, позволяющие отличить одного от другого.

Ниже приведены модели, показывающие особенности развития близнецов.



- 1 Используя информацию, представленную в моделях, определите, какая из моделей (А или В) отражает развитие эмбрионов, которые впоследствии станут однояйцевыми близнецами, и укажите одну или несколько структур на выбранной модели, которые можно использовать в качестве доказательства вашего ответа. [1]

Модель: \_\_\_\_\_

Структура (-ы):

---

---

2 Какое утверждение описывает процесс, происходящий в точке X внутри моделей, в результате которого формируются специализированные клетки в тканях ноги плода?

- (1) Оплодотворенная яйцеклетка делится на клетки мышечной и костной ткани с разной ДНК.
- (2) Яйцеклетка и сперматозоид могут превращаться в клетки мышечной и костной ткани развивающегося плода.
- (3) Клетка в организме развивающегося плода может делиться и образовывать клетки мышечной и костной ткани с одинаковой ДНК, но с разной формой и функцией.
- (4) Развивающийся плод имеет часть клеток мышечной и костной ткани от матери, а часть — от отца.

3 Используя доказательства и логические рассуждения, обоснуйте утверждение о том, что процессы, происходящие при половом размножении, приводят к тому, что у разнояйцевых близнецов формируются различные признаки. [1]

---

---

---

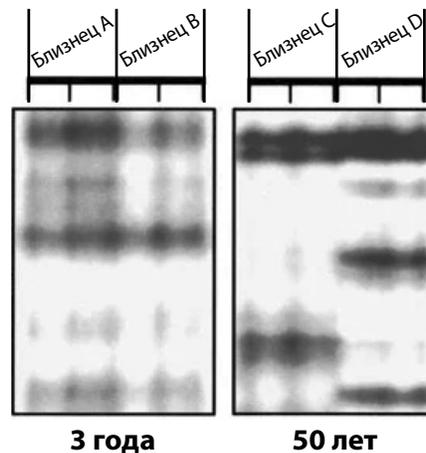
Ученые исследуют вопрос о том, как экспрессия генов у однояйцевых близнецов может изменяться под воздействием эпигенетических факторов. Эпигенетические изменения происходят, когда определенные химические группы, например метильные группы, присоединяются к ДНК клетки и влияют на экспрессию отдельных генов. С эпигенетическими изменениями связаны и такие факторы окружающей среды и особенности образа жизни, как питание. Ниже представлена модель, показывающая, как метильные группы могут присоединяться к молекуле ДНК.

### Метилированная ДНК



Электрофорез — это процесс, который используется для сравнения перемещения фрагментов ДНК в геле. На изображении ниже показано сравнение образцов ДНК, полученных из клеток тела однояйцевых близнецов в возрасте 3 и 50 лет.

### Сравнение ДНК по электрофорезу



- 4 Исследователь стремится определить причину различий, наблюдаемых между однояйцевыми близнецами в возрасте 50 лет по сравнению с близнецами в возрасте 3 лет. Какой вопрос ему следует задать, чтобы установить причину этих различий?
- (1) Как количество метильных групп, присоединенных к ДНК у 50-летних, сравнивается с количеством у 3-летних?
  - (2) Почему ДНК у 3-летних и 50-летних содержит одинаковые типы азотистых оснований?
  - (3) Если метильные группы присоединяются к ДНК однояйцевых близнецов, как они будут наследоваться потомством?
  - (4) Как сравниваются последовательности ДНК в клетках 3-летних и 50-летних однояйцевых близнецов?
- 5 У одного из 50-летних близнецов, близнеца С, обнаружен повышенный риск развития диабета, поскольку определенный ген у него метилирован. У другого близнеца, близнеца D, этот же ген не имеет признаков метилирования. Каким образом можно с помощью генетических технологий предотвратить развитие диабета у близнеца С в будущем?
- (1) Использовать сплайсинг-ферменты для удаления метильных групп из аминокислотной последовательности гена, вызывающего диабет.
  - (2) Разработать и применять лекарственные препараты, которые удаляли бы метильные группы, обеспечивая нормальную экспрессию гена.
  - (3) Разработать лекарственные препараты, способные добавлять метильные группы в другие участки ДНК близнеца С.
  - (4) Использовать сплайсинг-ферменты для добавления метильных групп к белкам близнеца С с целью предотвращения диабета.

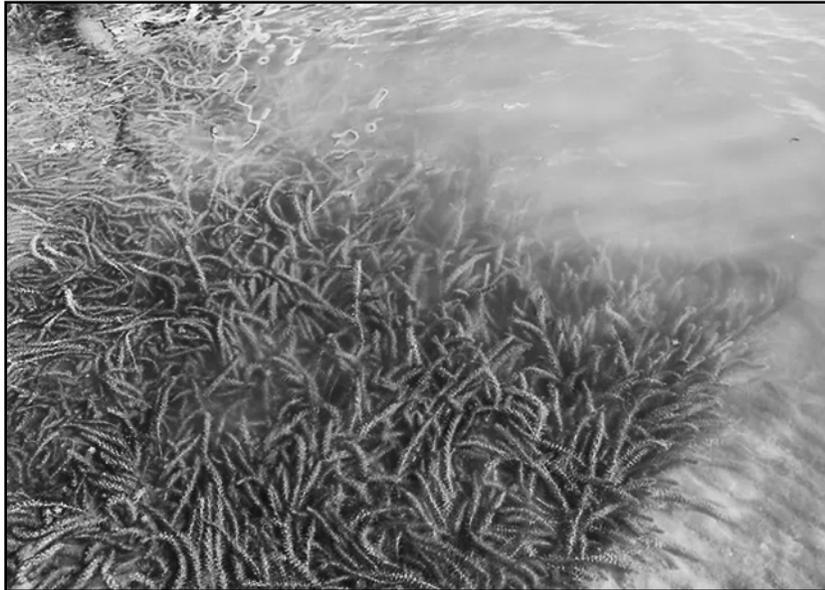
Для ответов на вопросы с 6 по 9 используйте приведенную ниже информацию, а также свои знания по биологии.

### **Захватчик пространства**

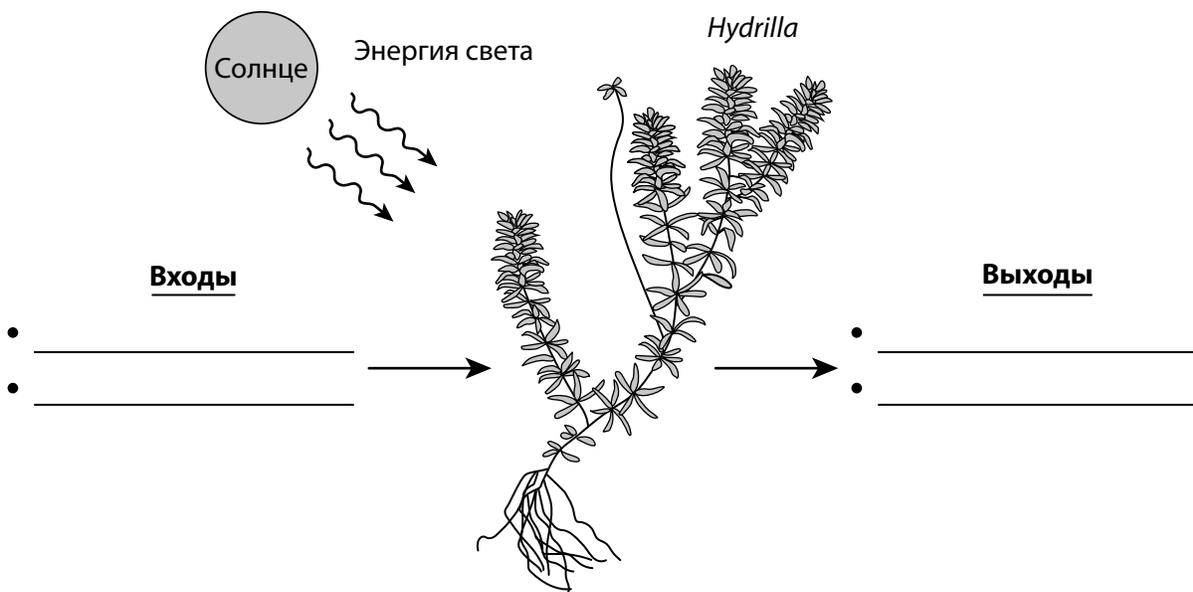
*Hydrilla* — это инвазивное водяное растение с чрезвычайно высокой скоростью роста. Длина его побегов может увеличиваться до 2,5 см в день, что приводит к образованию плотных сплетений в водоемах. У *Hydrilla* такие же возможности для фотосинтеза, как и у местных видов растений, например у ряски, однако она захватывает их пространство, используя доступные ресурсы быстрее и эффективнее.

Плотные заросли, образуемые *Hydrilla* формируются за счет длинных стеблей, ветвящихся у поверхности воды. Эти стебли легко отделяются от родительского растения под воздействием движения воды, активности животных или деятельности человека, например при плавании на лодке. Небольшой фрагмент *Hydrilla* способен образовать новую популяцию.

### **Заросли Hydrilla**

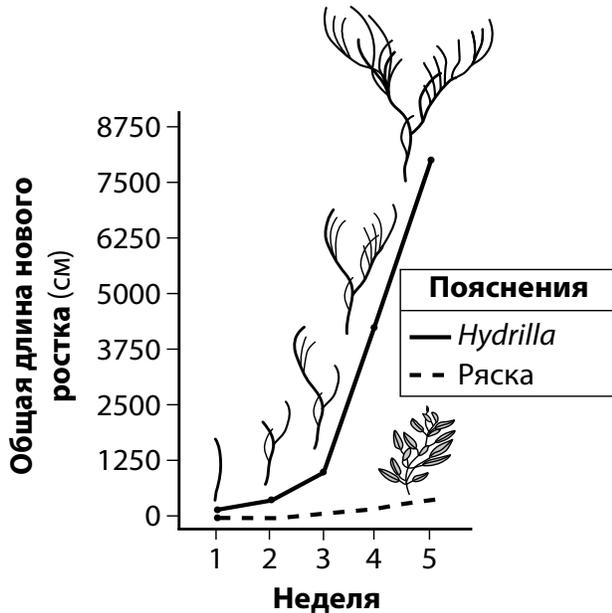


- 6 Какой вопрос помог бы ученику собрать информацию, необходимую для правильного понимания роли ДНК в передаче признаков от исходного растения *Hydrilla* к потомству, которое вырастает из его отделенных частей?
- (1) Имеет ли новое потомство *Hydrilla* такие же признаки, как исходное растение, потому что оно получило половину своей ДНК от каждого родительского растения?
  - (2) Имеет ли потомство признаки, идентичные исходной популяции, потому что ДНК в новой популяции *Hydrilla* такая же, как ДНК в отделившихся частях родительского растения?
  - (3) Отличаются ли растения новой популяции *Hydrilla* от родительских растений, потому что имеют разное количество ДНК друг от друга?
  - (4) Имеет ли ДНК гамет, производимых *Hydrilla*, то же строение, что и ДНК клеток листьев растения, в результате чего потомство имеет одинаковые физические признаки?
- 7 Завершите данную модель указав входы и выходы процесса, который используется *Hydrilla* для вытеснения местных видов растений. [1]

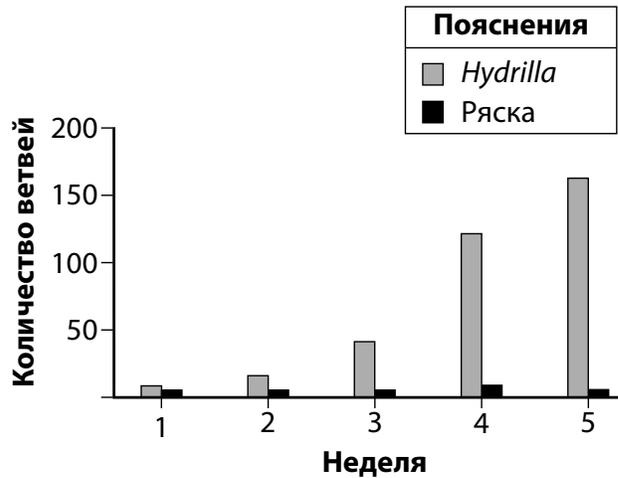


*Hydrilla* может использовать ограниченное количество света, проникающего через поверхность воды в утренние часы, в то время как другие растения не способны это делать. *Hydrilla* использует эту энергию, чтобы направлять свои побеги из глубины воды вверх — к поверхности.

### Средний рост *Hydrilla* по сравнению с ряской



### Количество ветвей, произведенных *Hydrilla* и ряской



8 Какое утверждение, основанное на представленных математических данных, подтверждает, что способность *Hydrilla* эффективно захватывать ресурсы оказывает *негативное* влияние на биоразнообразие водной экосистемы, в которой она обитает?

- (1) *Hydrilla* может образовывать больше побегов за пять недель, чем местная ряска, что приводит к увеличению количества кислорода, выделяемого при клеточном дыхании. Это вызывает уменьшение числа других организмов в экосистеме.
- (2) *Hydrilla* может удваивать длину новых побегов каждую неделю, используя избыточное количество азота из окружающей среды для синтеза липидов. Это приводит к снижению численности других организмов.
- (3) *Hydrilla* образует более длинные разветвления, чем местная ряска, и поглощает солнечный свет быстрее. Это сокращает количество доступных ресурсов и снижает биоразнообразие.
- (4) *Hydrilla* образует примерно в 15 раз больше разветвлений, чем местная ряска. Это позволяет ей быстрее вытеснять другие виды растений и снижает биоразнообразие.

Такая рекреационная деятельность людей как катание на лодках и рыбалка, способствует распространению фрагментов *Hydrilla* в разные водоемы по всей территории США. Для контроля численности популяции *Hydrilla* в местных водных экосистемах применяются различные методы.

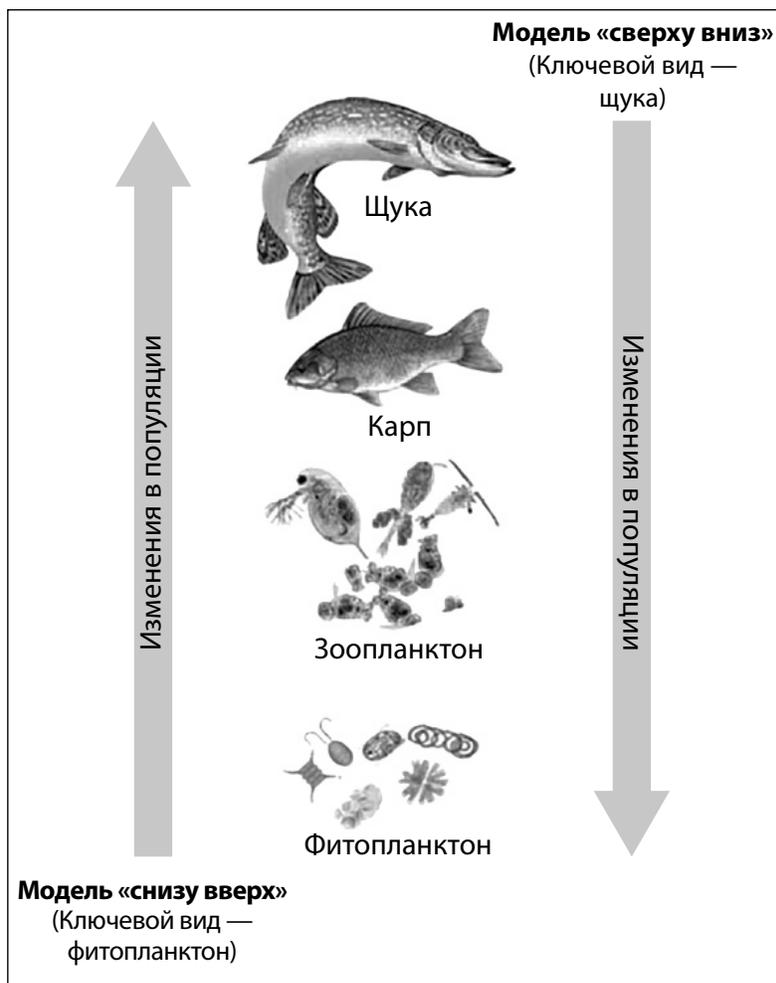
- 9 Какое решение позволит наилучшим образом контролировать популяцию *Hydrilla* в водоемах, *не нанося* вреда местным видам?
- (1) Привлечение волонтеров для удаления ряски из местных водоемов до начала рыболовного сезона
  - (2) Применение гербицидов в тех водоемах, где обнаружена *Hydrilla*, в начале сезона катания на лодках
  - (3) Использование химических веществ, покрывающих поверхность воды и блокирующих свет в прудах
  - (4) Обязательная проверка лодок на наличие *Hydrilla* перед их пропуском в водоем

Для ответов на вопросы с 10 по 13 используйте приведенную ниже информацию, а также свои знания по биологии.

### Правило ключевых видов

Некоторые организмы играют непропорционально большую роль в экосистеме. Присутствие или отсутствие таких видов оказывает очень сильное влияние на остальную часть экосистемы и на то, как она функционирует. Эти организмы называются ключевыми видами. Воздействие таких изменений называется трофическим каскадом и может происходить как сверху вниз, так и снизу вверх в пределах трофических уровней пищевой цепи, как показано на схеме ниже.

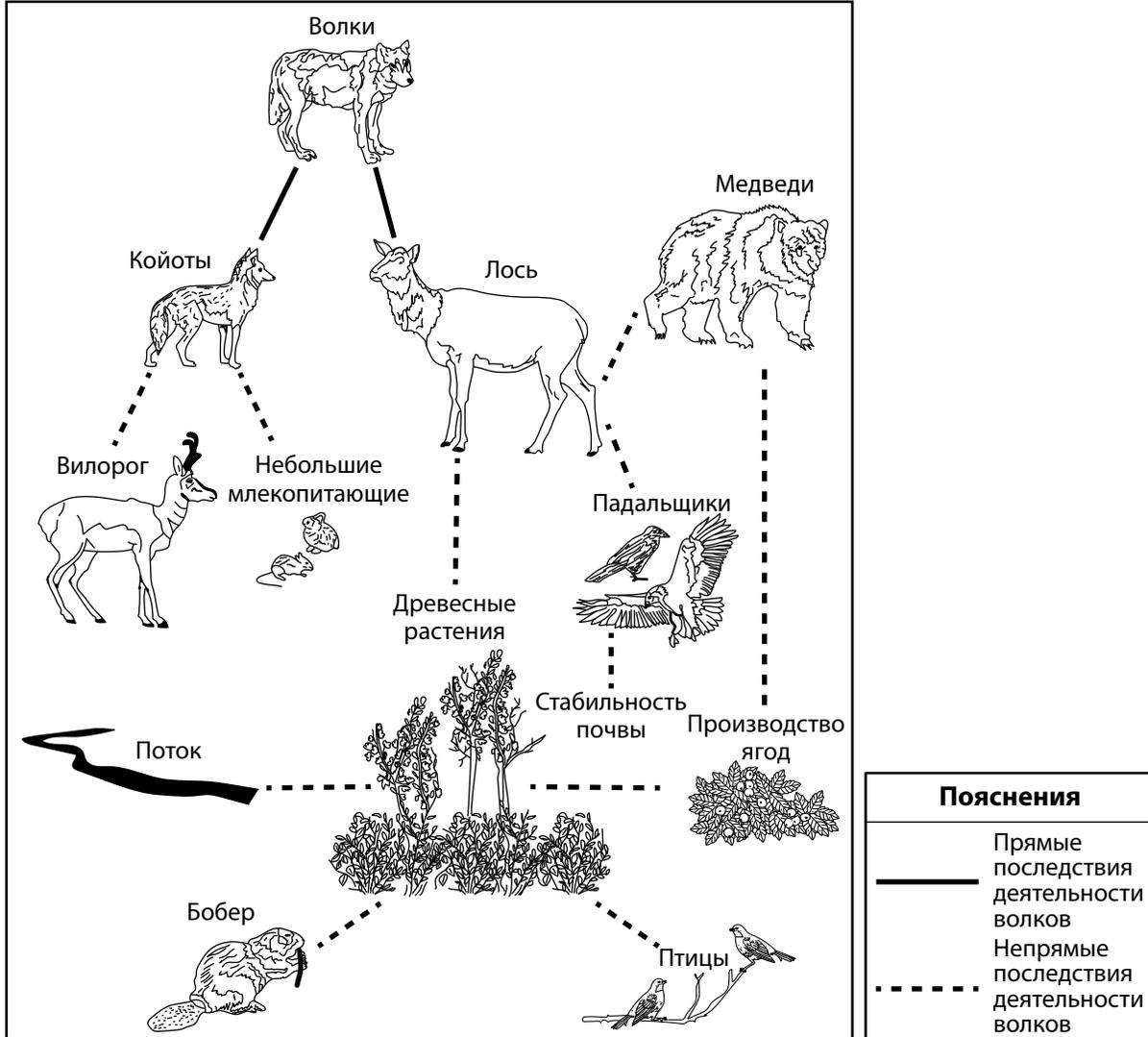
### Каскадная модель «снизу вверх» и «сверху вниз» для водной экосистемы



- 10** В каком из утверждений содержится подтверждение того, что сложные взаимодействия между трофическими каскадами, происходящими снизу вверх и сверху вниз, играют важную роль в поддержании относительно стабильной численности организмов в экосистеме?
- (1) Когда численность щуки и фитопланктона увеличивается, экосистема остается стабильной, что указывает на выживание всех организмов.
  - (2) При уменьшении численности щуки или фитопланктона стабильность экосистемы резко снижается.
  - (3) Значительное увеличение численности зоопланктона приведет к нарушению устойчивости экосистемы с трофическим каскадом сверху вниз, но не повлияет на экосистемы с каскадом снизу вверх.
  - (4) В трофическом каскаде сверху вниз зоопланктон способствует поддержанию стабильности экосистемы, тогда как карпы поддерживают устойчивость в каскаде снизу вверх.
- 11** Какое утверждение лучше всего объясняет роль фитопланктона как ключевого вида в данной экосистеме с точки зрения круговорота углерода в биосфере?
- (1) Фитопланктон возвращает углерод в атмосферу в виде углекислого газа при фотосинтезе, и этот углерод может использоваться другими организмами.
  - (2) Атмосфера поглощает углерод как часть продуктов, выделяемых фитопланктоном, и этот углерод может использоваться другими животными.
  - (3) Фитопланктон возвращает углерод в геосферу в виде углекислого газа при разложении, и этот углерод может использоваться другими организмами.
  - (4) Гидросфера поставляет углекислый газ фитопланктону, что позволяет фитопланктону обеспечивать питательными веществами других животных.

Ключевые виды могут включать крупных хищников, например популяцию волков в Йеллоустонском парке. Модель, представленная ниже, иллюстрирует некоторые прямые и косвенные эффекты влияния хищного образа жизни волков на популяции организмов внутри экосистемы.

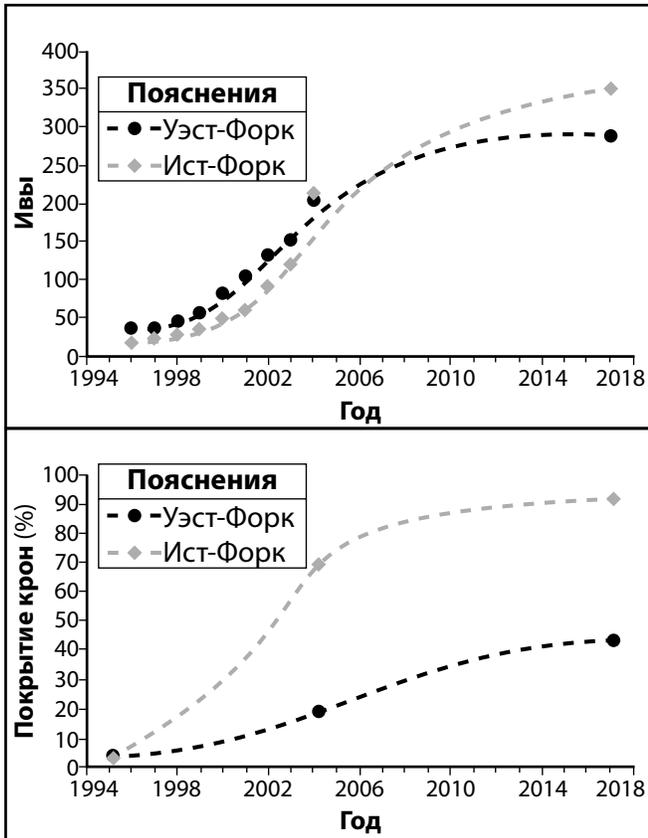
### Некоторые последствия хищного образа жизни волков в Йеллоустонском парке



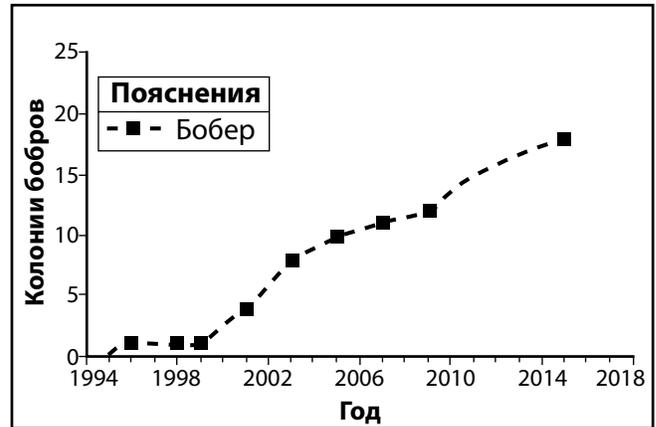
В начале XX века волков в Йеллоустонском парке чрезмерно истребляли. К 1926 году волки были полностью удалены с территории парка. После этого численность лосей в Йеллоустоне значительно возросла, и они начали объедать деревья, такие как ивы, тополя и осины, в больших количествах. Бобры также питались этими деревьями и использовали их для строительства плотин.

В 1995 году волков вновь завезли в парк. На графиках ниже показаны изменения, произошедшие после их возвращения, в двух районах Йеллоустона — Ист-Форк и Уэст-Форк. Представлены данные о численности популяции ив, о площади древесного покрова (кронах деревьев) и о численности популяции бобров после повторного введения волков в систему.

### Изменения в популяции деревьев Йеллоустуна



### Изменения в популяции бобров



- 12 Используя данные графиков и приведенную информацию, опишите, как решение людей о повторном внедрении волков в Йеллоустон в 1995 году повлияло на биоразнообразии данной территории. [1]

---



---



---



---

В некоторых исследованиях отмечается, что присутствие волков связано с изменениями в поведении лосей. Для наблюдения за передвижениями лосей в тех районах Йеллоустонского парка, где численность волков была высокой, использовались GPS-трекеры.

- 13 Какое утверждение будет служить доказательством того, что повышение выживаемости лосей в Йеллоустоне связано с их поведением в стаде?
- (1) Данные GPS показали, что крупные стада лосей имели такие же показатели выживаемости, как и отдельные особи.
  - (2) Данные GPS показали, что стада лосей начали пастись в других районах парка, где численность волков была ниже.
  - (3) Данные GPS показали, что изменение мест выпаса стада увеличивало вероятность того, что часть лосей останется в безопасности, в то время как другие могли стать жертвами хищников.
  - (4) Данные GPS показали, что по мере того как волки перемещались в районы, где кормились лоси, стада лосей оставались на тех же участках.

Для ответов на вопросы с 14 по 18 используйте приведенную ниже информацию, а также свои знания по биологии.

### Решение проблемы аллергии на кошек

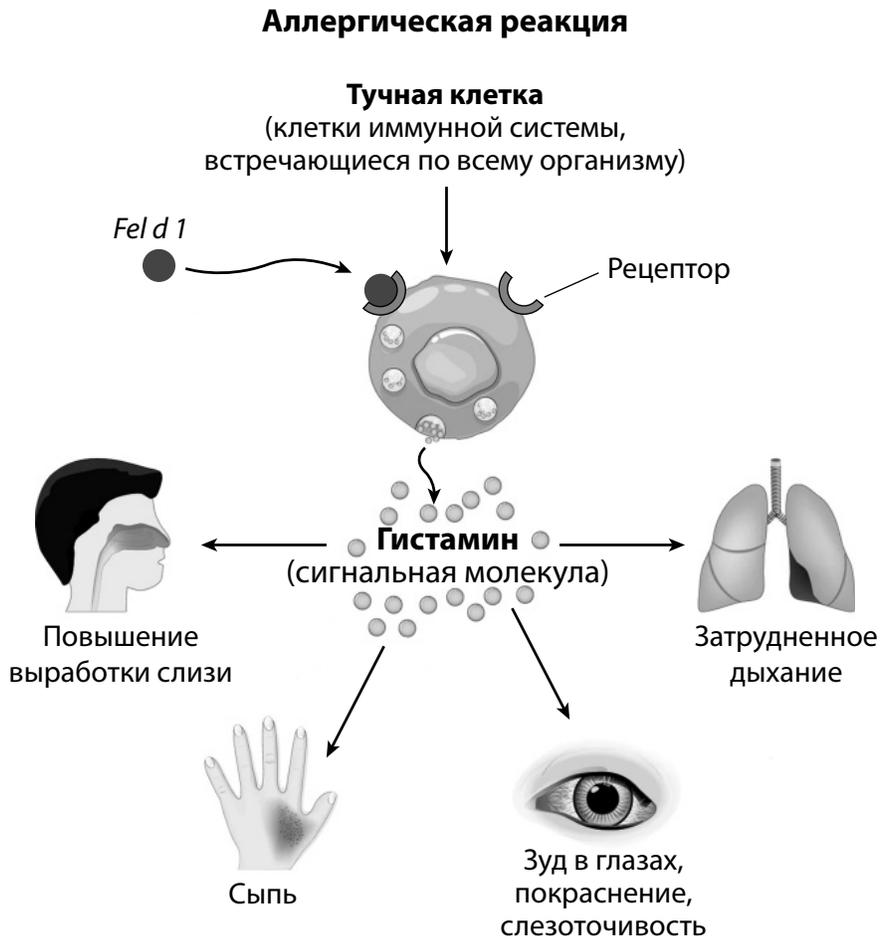
Домашние кошки являются очень популярными питомцами. Однако у 10–20 % людей кошки вызывают аллергические реакции. Симптомы аллергии возникают при воздействии аллергена, которым нередко является белок. Большинство симптомов аллергии на кошек связано с белком *Fel d 1*. Этот белок вырабатывается клетками различных структур организма кошки, включая слюнные железы ротовой полости и сальные железы кожи.

Ниже представлена информация о структуре белка *Fel d 1*.

Белок	Частичная аминокислотная последовательность
<i>Fel d 1</i> (аллерген)	GLU TYR VAL GLU GLN VAL ALA GLN TYR LYS ALA LEU

- 14 В каком из утверждений содержится подтверждение того, что структура ДНК определяет структуру молекулы белка *Fel d 1*, вырабатываемого клетками организма кошек?
- (1) Белки, содержащиеся в ДНК клеток организма кошки, хранят код для определенных аминокислот, необходимых для синтеза *Fel d 1*.
  - (2) ДНК в клетках организма кошки кодирует определенную последовательность аминокислот, что приводит к образованию *Fel d 1* в некоторых клетках.
  - (3) Определенная аминокислотная последовательность, присутствующая в клетках организма кошки, создает необходимую ДНК для синтеза *Fel d 1* в некоторых клетках.
  - (4) ДНК, необходимая клеткам организма кошки, хранится в ядре и высвобождается, когда требуется выработка *Fel d 1*.

Часть механизма, ответственного за проявление симптомов аллергии на кошек, показана в модели ниже.



- 15 Используя приведенную выше модель, опишите, как компоненты иммунной системы и дыхательной системы взаимодействуют, когда человек с аллергией на кошек подвергается воздействию *Fel d 1*. [1]

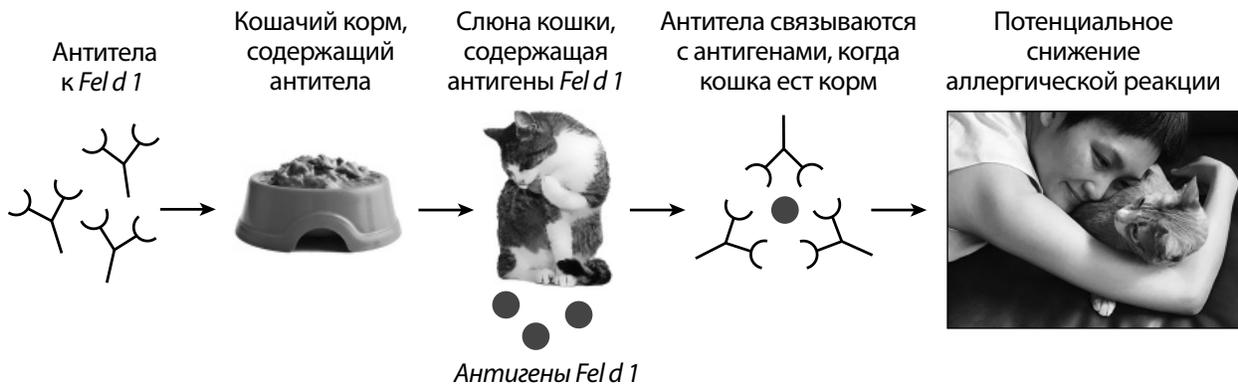
---

---

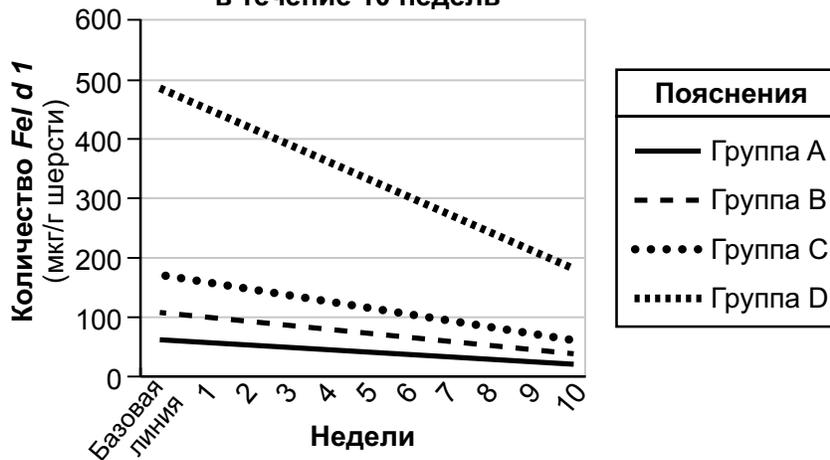
---

Недавно одна компания выпустила новый корм для кошек с добавлением антител. По заявлению производителя, кормление кошек этим кормом может снизить количество белка *Fel d 1* на шерсти животных. Количество *Fel d 1*, вырабатываемого кошками, зависит от пола, уровня тестостерона и возраста. В исследовании 105 кошек были разделены на четыре группы в зависимости от их исходного уровня *Fel d 1*. Всем животным давали одинаковое количество корма с добавлением антител в течение нескольких недель. Результаты исследования представлены на графике ниже.

### Процедура, использованная для снижения *Fel d 1* у кошек



Изменение уровней *Fel d 1* в течение 10 недель



16 Какое утверждение объясняет различия, наблюдаемые к 10-й неделе в количестве *Fel d 1* на грамм шерсти у кошек из группы А?

- (1) Антитела в корме действовали как генетический фактор, предотвращая выработку *Fel d 1* клетками слюнных желез у кошек.
- (2) Антитела в корме действовали как фактор окружающей среды, предотвращая выработку *Fel d 1* клетками слюнных желез у кошек.
- (3) Антитела в корме действовали как генетический фактор, связываясь с избыточным количеством *Fel d 1*, вырабатываемого кошками.
- (4) Антитела в корме действовали как фактор окружающей среды, связываясь с избыточным количеством *Fel d 1*, вырабатываемого кошками.

Другие исследователи используют технологию CRISPR-cas9 для решения проблемы кошачьих аллергенов. CRISPR-cas9 — это генетическая технология, позволяющая ученым редактировать участки ДНК организма путем удаления, добавления или изменения последовательностей генов. Исследователи вводили в оплодотворенные кошачьи яйцеклетки дополнительную ДНК до начала митотического деления. Это мешало клеткам с измененной ДНК вырабатывать функционирующий белок, вызывающий аллергию.

17 Какое утверждение о полученном с использованием этой технологии наборе генов котят подтверждается приведенной информацией?

- (1) Все клетки организма котят будут содержать генетические изменения, поэтому ген сможет передаваться потомству.
- (2) Генетическое изменение произойдет только в клетках кожи и слюнных железах котят, поэтому оно не будет передаваться потомству.
- (3) Половина клеток организма котят будет содержать измененные гены, поэтому существует 50%-ная вероятность передачи нового гена потомству.
- (4) Генетическое изменение произойдет только в репродуктивных клетках, поэтому данный признак будет передаваться потомству.

18 Объясните, как гены определяют структуру аллергена *Fel d 1* и почему использование технологии CRISPR-cas9 для редактирования ДНК кошки привело к тому, что клетки ее слюнных желез перестали вырабатывать функциональный белок *Fel d 1*. [1]

---

---

---

---

Для ответов на вопросы с 19 по 22 используйте приведенную ниже информацию, а также свои знания по биологии.

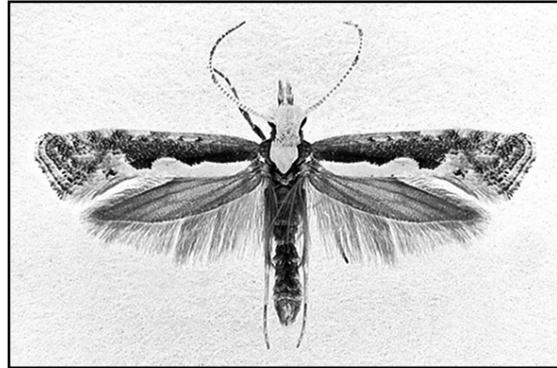
### Вредитель, с которым трудно справиться

Капустная моль — инвазивный вид, широко распространенный во многих районах штата Нью-Йорк. Личиночная стадия этого насекомого представляет серьезную угрозу для сельского хозяйства, поскольку личинки поедают листья и повреждают такие культуры, как капуста, брокколи и цветная капуста. Для борьбы с вредителями, включая капустную моль, применяются химические пестициды, например бутан-фипронила. Ниже представлена информация об этом виде.

**Личинка**



**Взрослые особи**



**Влияние бутана-фипронила на коэффициент сопротивления бабочек-молей с течением времени**



19 Исходя из данных графика, какое утверждение лучше всего объясняет изменение коэффициента устойчивости капустной моли?

- (1) Доля особей, устойчивых к бутан-фипронила, со временем уменьшалась, так как устойчивые особи имели меньшие шансы на выживание и размножение.
- (2) Доля особей, устойчивых к бутан-фипронила, со временем увеличивалась, так как неустойчивые особи имели больше шансов на выживание и размножение.
- (3) Доля особей, устойчивых к бутан-фипронила, со временем увеличивалась, так как устойчивые особи имели больше шансов на выживание и размножение.
- (4) Общая устойчивость популяции моли не изменилась, но доля устойчивых особей увеличивалась, поскольку их потомство с большей вероятностью выживало и размножалось.

- 20 Какой вопрос задал бы ученый, чтобы уточнить роль ДНК в передаче устойчивости к буган-фипронилу от одного поколения к следующему?
- (1) Возникает ли устойчивость к пестицидам у личинок в результате мутации соматических клеток?
  - (2) Совпадает ли ДНК личинок, устойчивых к пестицидам, с ДНК взрослых особей?
  - (3) Обладают ли родительские особи геном, который обеспечивает устойчивость к пестицидам в их гаметах?
  - (4) Наследуют ли все потомки идентичную ДНК от обоих родителей?

В качестве альтернативы химическим пестицидам некоторые сельскохозяйственные культуры обрабатываются бактериями *Bacillus thuringiensis* (*Bt*). *Bt* вырабатывают белки, токсичные для определенных видов насекомых, и могут использоваться как природные пестициды. Ученые исследовали влияние токсинов *Bt* на личинок капустной моли. В таблице ниже приведены некоторые данные, полученные в ходе этого исследования.

**Смертность (%) личинок капустной моли при воздействии четырех токсинов *Bt***

Личинки капустной моли	Тип токсина <i>Bt</i>	Смертность (%)
Группа 1	Cry1Aa	98
	Cry1Ab	97
	Cry1Ac	94
	Cry1F	100
Группа 2	Cry1Aa	11
	Cry1Ab	2
	Cry1Ac	10
	Cry1F	0

- 21 Какое утверждение лучше всего объясняет различие в уровне смертности, наблюдаемое у двух групп личинок капустной моли?
- (1) Личинки группы 1, вероятно, обладают признаком устойчивости к токсинам *Bt*, поскольку их смертность выше.
  - (2) Личинки группы 2, вероятно, обладают признаком устойчивости к токсинам *Bt*, поскольку их смертность ниже.
  - (3) Личинки группы 1, вероятно, обладают признаком устойчивости к химическим пестицидам, поскольку их смертность ниже.
  - (4) Личинки группы 2, вероятно, обладают признаком устойчивости к химическим пестицидам, поскольку их смертность выше.

Существует множество механизмов, вызывающих устойчивость насекомых к пестицидам. Один из таких механизмов изменяет выработку белка, необходимого для переноса веществ через клеточную мембрану. Этот механизм встречается как у капустной моли, так и у огневки кукурузной. Огневка кукурузная также может вырабатывать устойчивость к токсинам *Bt*.

### **Взрослая особь огневки кукурузной**



- 22 Опишите научные данные, которые могли бы подтвердить, что огневка кукурузная и капустная моль имеют общего предка. [1]

---

---

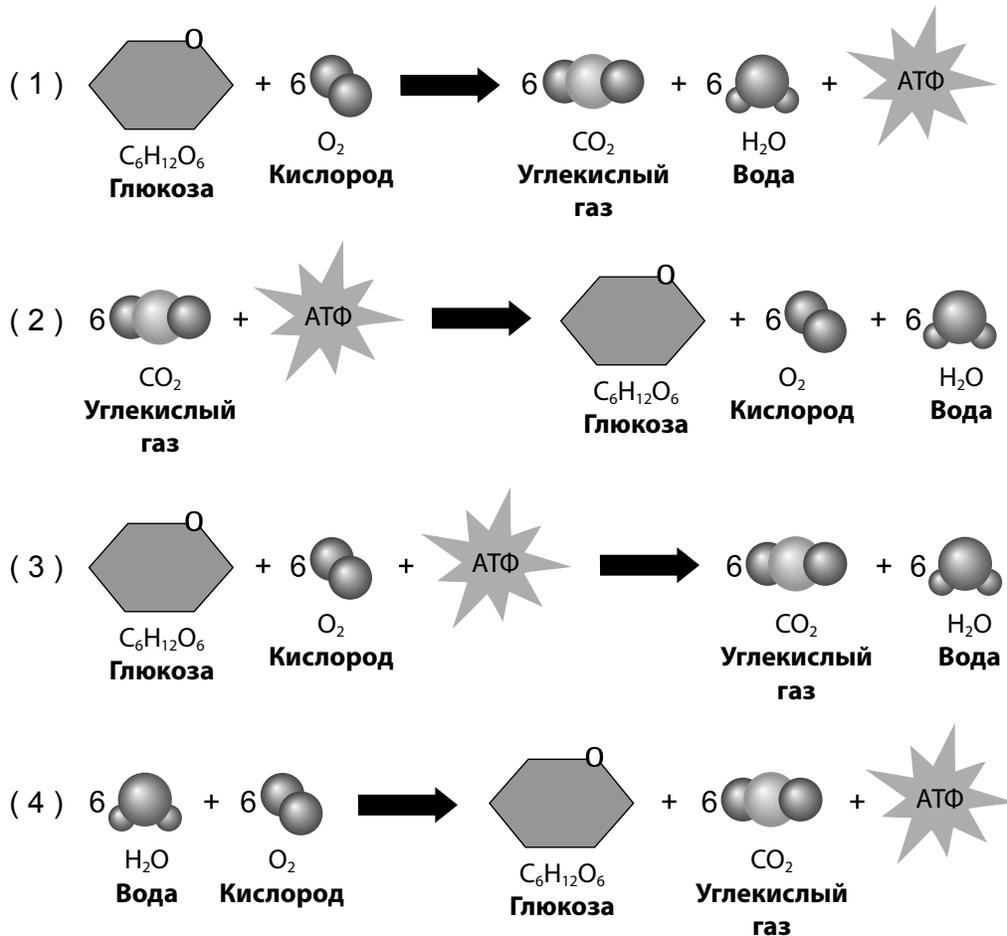
---

Для ответов на вопросы с 23 по 27 используйте приведенную ниже информацию, а также свои знания по биологии.

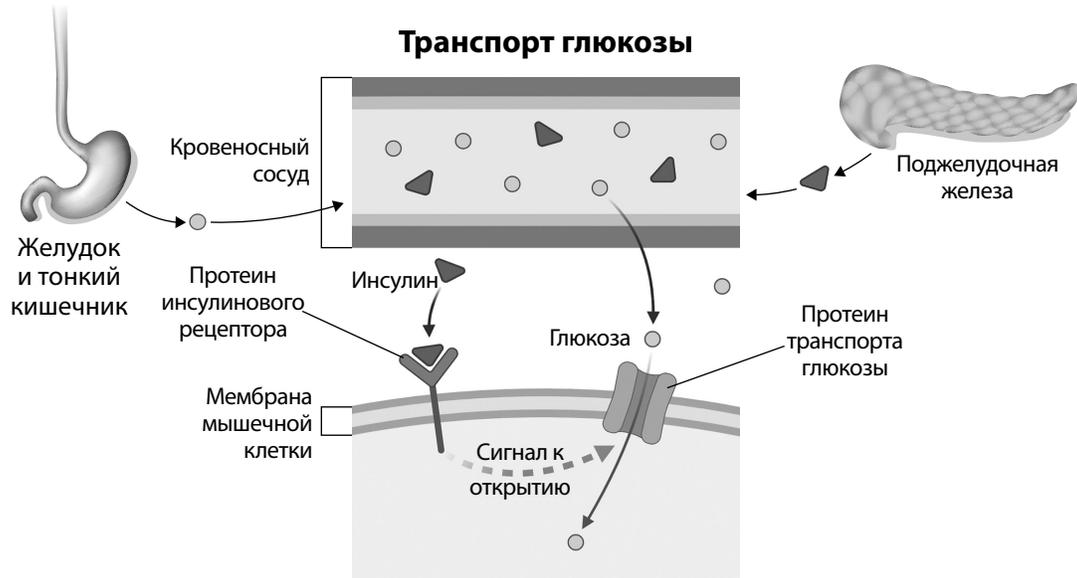
### Диабет

Диабет — это хроническое заболевание, при котором нарушается способность организма регулировать уровень сахара (глюкозы) в крови. Существует несколько форм диабета, включая диабет 1-го и 2-го типа. Для диагностики диабета используются различные симптомы. Одним из симптомов, связанных с этим заболеванием, является слабость мышц и усталость.

23 Какая модель отражает процесс, который может быть нарушен при сахарном диабете и приводит к мышечной усталости?



Приведенная ниже модель показывает взаимодействие структур внутри систем организма, которые поддерживают нормальный уровень глюкозы в крови у человека без диабета.



24 Используя приведенную выше модель, укажите *две* системы организма и опишите, как эти системы взаимодействуют, чтобы регулировать уровень глюкозы у человека *без* диабета. [1]

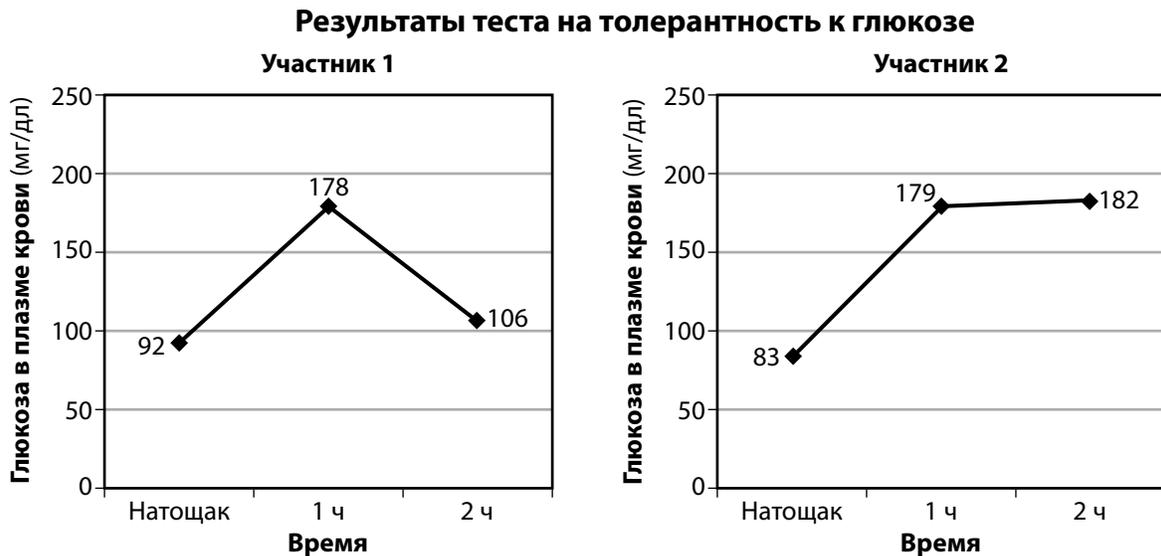
---

---

---

Диабет 1-го и 2-го типа различаются по причинам возникновения, началу развития и способам контроля, хотя оба связаны с нарушением выработки или действия инсулина. Диабет 1-го типа характеризуется сниженной способностью поджелудочной железы вырабатывать инсулин. При диабете 2-го типа инсулин вырабатывается в нормальном количестве, но клетки организма не реагируют на него должным образом.

Тест на толерантность к глюкозе используется для выявления нарушений в регуляции уровня глюкозы в крови. Двадцати участникам исследования было предложено воздержаться от приема пищи перед употреблением 75 г глюкозы. Затем через определенные промежутки времени у них брали образцы крови чтобы оценить реакцию организма. На графиках ниже показаны данные двух участников исследования.



- 25 Используя приведенные данные, опишите роль инсулина в механизме обратной связи, который помогает поддерживать гомеостаз у участника 1, но *не* у участника 2. [1]

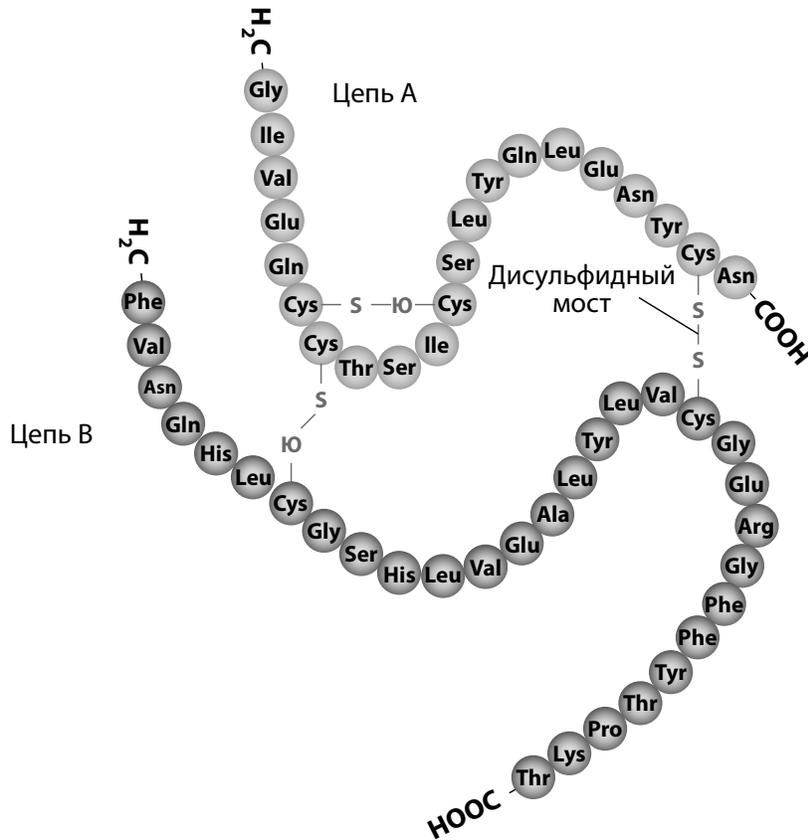
---

---

---

Белки состоят из одной или нескольких цепей аминокислот. Такие связи, как дисульфидные мостики, могут образовываться между аминокислотами двух разных цепей и способствуют формированию структуры белка. На приведенной ниже модели показана часть молекулы белка инсулина.

### Модель сегмента протеина инсулина



26 Какое доказательство лучше всего подтверждает утверждение о том, что мутация может изменить структуру инсулина?

- (1) Если изменятся инструкции, кодирующие аминокислоту цистеин (Cys), то в цепь аминокислот может быть включена другая аминокислота, что снизит способность образовывать дисульфидный мостик и изменит структуру инсулина.
- (2) Если изменятся инструкции, кодирующие аминокислоту тирозин (Tyr), то в цепь аминокислот может быть включена другая аминокислота, что снизит способность образовывать дисульфидный мостик и изменит структуру инсулина.
- (3) Если инструкции, кодирующие другую аминокислоту, изменятся так, что будут кодировать Cys, то расположение дисульфидного мостика изменится, снижая способность к его образованию, но структура инсулина сохранится.
- (4) Если инструкции, кодирующие другую аминокислоту, изменятся так, что будут кодировать Tyr, то расположение дисульфидного мостика изменится, усиливая способность к его образованию, но структура инсулина сохранится.

Лечение диабета стало более эффективным благодаря прогрессивным технологиям. В таблице ниже представлена информация о возможных стратегиях контроля диабета у человека.

### Возможные стратегии контроля диабета у человека

Метод лечения	Описание
Персональные инъекции	<p><b>Преимущества</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Улучшение контроля уровня сахара в крови</li> <li>• Возможная потеря веса</li> <li>• Эффективное снижение уровня глюкозы в крови</li> </ul> <p><b>Риски</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Гипогликемия (низкий уровень глюкозы)</li> <li>• Реакции в месте инъекции (боль, покраснение, зуд, отек)</li> <li>• Высокая стоимость (расходные материалы)</li> </ul>
Терапия с использованием инсулиновой помпы	<p><b>Преимущества</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Точное введение инсулина</li> <li>• Гибкость образа жизни (график приемов пищи, физическая активность)</li> <li>• Меньшая частота инъекций</li> </ul> <p><b>Риски</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Проблемы с местом введения (раздражение, инфекция, закупорка помпы)</li> <li>• Неисправность помпы (может вызвать резкое снижение уровня сахара)</li> <li>• Высокая стоимость (помпа, расходные материалы; не все страховки покрывают расходы на помпу)</li> </ul>
Непрерывный мониторинг уровня глюкозы (сенсоры)	<p><b>Преимущества</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Получение данных о глюкозе в режиме реального времени</li> <li>• Улучшение контроля уровня сахара в крови</li> <li>• Снижение риска осложнений, связанных с инъекциями</li> </ul> <p><b>Риски</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Сложность использования (требуется обучение)</li> <li>• Высокая стоимость (сенсоры и расходные материалы; не все страховки покрывают расходы на сенсоры и расходные материалы)</li> </ul>
Трансплантация поджелудочной железы	<p><b>Преимущества</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Улучшение контроля уровня сахара в крови</li> <li>• Замедление / предотвращение долгосрочных осложнений</li> <li>• Независимость от инсулина (не требуется внешний инсулин)</li> </ul> <p><b>Риски</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Хирургические осложнения (кровотечения, инфекции, тромбы) и высокая стоимость</li> <li>• Пожизненное применение иммунодепрессантов, повышающих риск инфекций</li> <li>• Возможная недостаточная функция пересаженной поджелудочной железы</li> </ul>

27 Проанализируйте предложенные стратегии контроля диабета человека. Укажите **один** критерий *и* **одно** ограничение, которые ученые учитывали при принятии этих решений, чтобы наилучшим образом удовлетворить потребности и пожелания людей, страдающих диабетом [1]

---

---

---

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

### Поведение и угрозы для медоносных пчел

Медоносные пчелы — это общественные насекомые, живущие в больших кооперативных колониях, называемых семьями. Они жизненно важны для здоровья многих экосистем. Питаясь пыльцой и нектаром цветов, пчелы способствуют опылению множества цветущих растений.

Пчелы демонстрируют групповое принятие решений при выборе нового места для формирования улья. Факторы стресса, такие как увеличение численности семьи, разрушение улья животными, разрушение среды обитания человеком или нехватка пищи, сигнализируют пчелам о необходимости найти новое место для улья. Это вызывает роевое поведение. Семьи численностью до 10 000 пчел посылают сотни пчел-разведчиц, чтобы найти возможные новые места, после чего все вместе выбирают оптимальное.

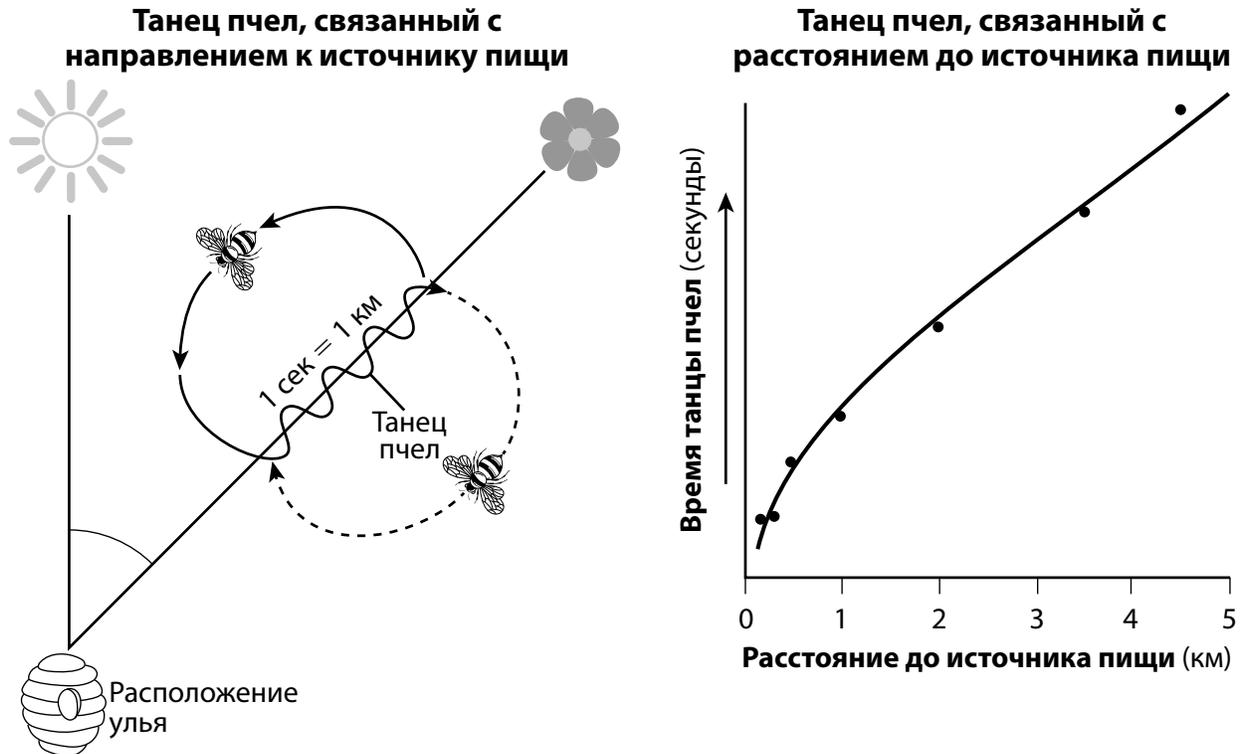
### Рой медоносных пчел



28 Какое решение сообщество могло бы использовать, чтобы наиболее эффективно *снизить* влияние человеческой деятельности на популяции медоносных пчел?

- (1) Применять гербициды, чтобы ограничить рост растений, конкурирующих с пищевыми источниками пчел.
- (2) Создавать сады и общественные пространства с местными цветущими растениями.
- (3) Создавать закрытые пространства вокруг ульев, чтобы пчелы не могли покидать территорию.
- (4) Применять пестициды для уничтожения других насекомых, питающихся пыльцой и нектаром.

Когда рабочая пчела находит новый источник пищи, она возвращается в улей и совершает так называемый «танец пчел». Пчела движется по траектории в форме восьмерки и виляет брюшком. Скорость и направление этого движения сообщают другим пчелам, где находится новый источник пищи. Ниже приведены модели, показывающие информацию об этом поведении.

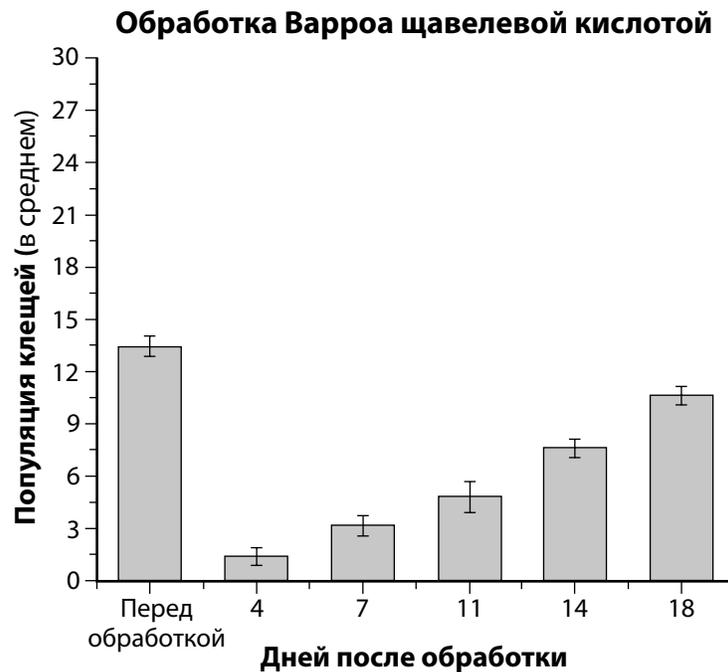


29 Исходя из приведенной информации, каким образом танец пчел отдельной рабочей особи оказывает положительное влияние на улей?

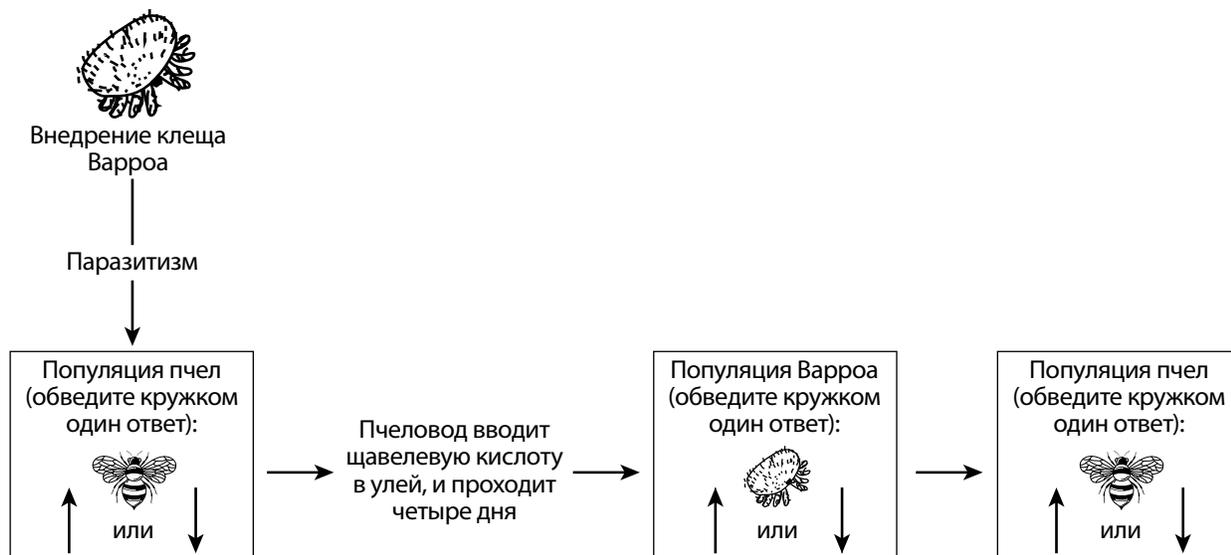
- (1) Возможность общения с помощью танца пчел позволяет пчелам находить другие ульи и делиться с ними ресурсами.
- (2) Возможность общения с помощью танца пчел позволяет пчелам в улье лучше избегать хищников.
- (3) Возможность общения с помощью танца пчел позволяет пчелам в улье эффективнее собирать ресурсы.
- (4) Возможность общения с помощью танца пчел позволяет пчелам в улье распознавать, какие растения являются источниками пищи.

Клещ рода *Varroa* — инвазивный паразит западных медоносных пчел. Заражение клещами *Varroa* может привести к гибели пчелиной семьи. Клещ питается как взрослыми пчелами, так и личинками и может убить личинок до их вылупления. Взрослые пчелы стараются защитить улей, очищая его от клещей и удаляя зараженных особей.

Пчеловоды обрабатывают сильно зараженные ульи щавелевой кислотой, которая уничтожает клещей рода *Varroa*. На графике ниже показано, как изменялось количество клещей в пчелиных семьях до и после обработки щавелевой кислотой.



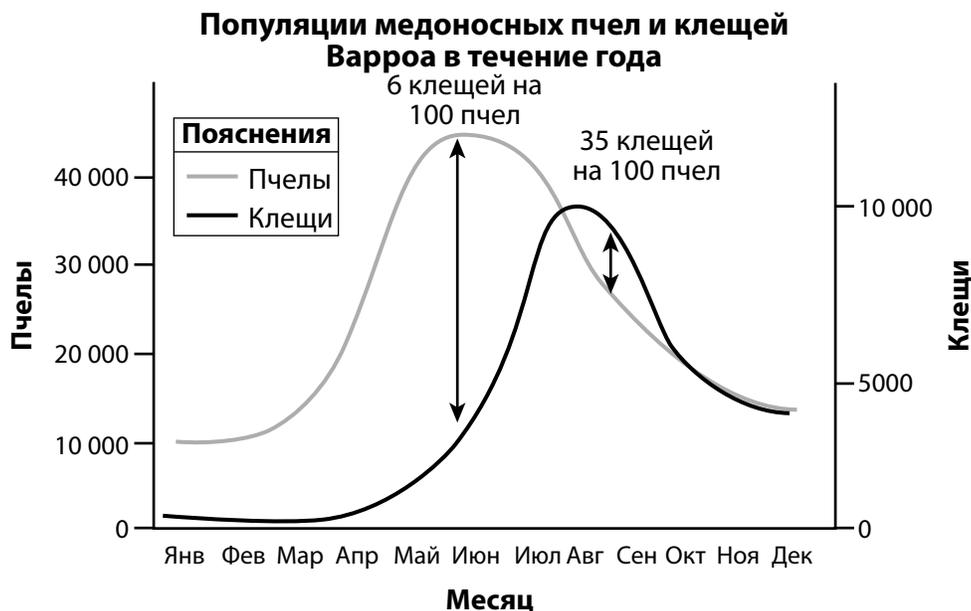
- 30 Используя предоставленную информацию, завершите схему ниже, обведя стрелку в *каждом* поле, которая описывает тенденцию изменения численности популяции и лучше всего подтверждает объяснение того, что популяции пчел зависят от воздействия клещей и обработки щавелевой кислотой. [1]



31 Исходя из представленных данных, какое объяснение лучше всего описывает эффективность использования обработок щавелевой кислотой каждые 18 дней для снижения численности инвазивных клещей рода *Varroa* со временем?

- (1) Этот метод будет эффективным, поскольку количество живых клещей продолжает уменьшаться в течение нескольких недель после воздействия щавелевой кислоты.
- (2) Этот метод не будет эффективным, потому что при частых обработках отдельный клещ рода *Varroa* может выработать устойчивость к щавелевой кислоте.
- (3) Этот метод не будет эффективным, потому что клещи рода *Varroa* с природной устойчивостью к щавелевой кислоте будут выживать и размножаться.
- (4) Этот метод будет эффективным, потому что он дает клещам рода *Varroa* достаточно времени, чтобы они «научились» избегать ульев, обработанных щавелевой кислотой.

В холодные зимние месяцы у клещей рода *Varroa* может быть период покоя. По мере увеличения численности пчел клещи рода *Varroa* выходят из состояния покоя и начинают заражать пчел в больших количествах. Исследования показали, что уровень заражения выше 5 % осенью снижает выживаемость колонии пчел, а превышение этого уровня приводит к большим потерям в течение зимы. На графике ниже показано, как на протяжении года изменялось число пчел и клещей в улье.



32 Используя доказательства и логические рассуждения, оцените утверждение о том, что время года, в которое проводится обработка против клещей рода *Varroa*, может определять, сформируется ли в следующем году новая экосистема [1]

Утверждение обоснованно

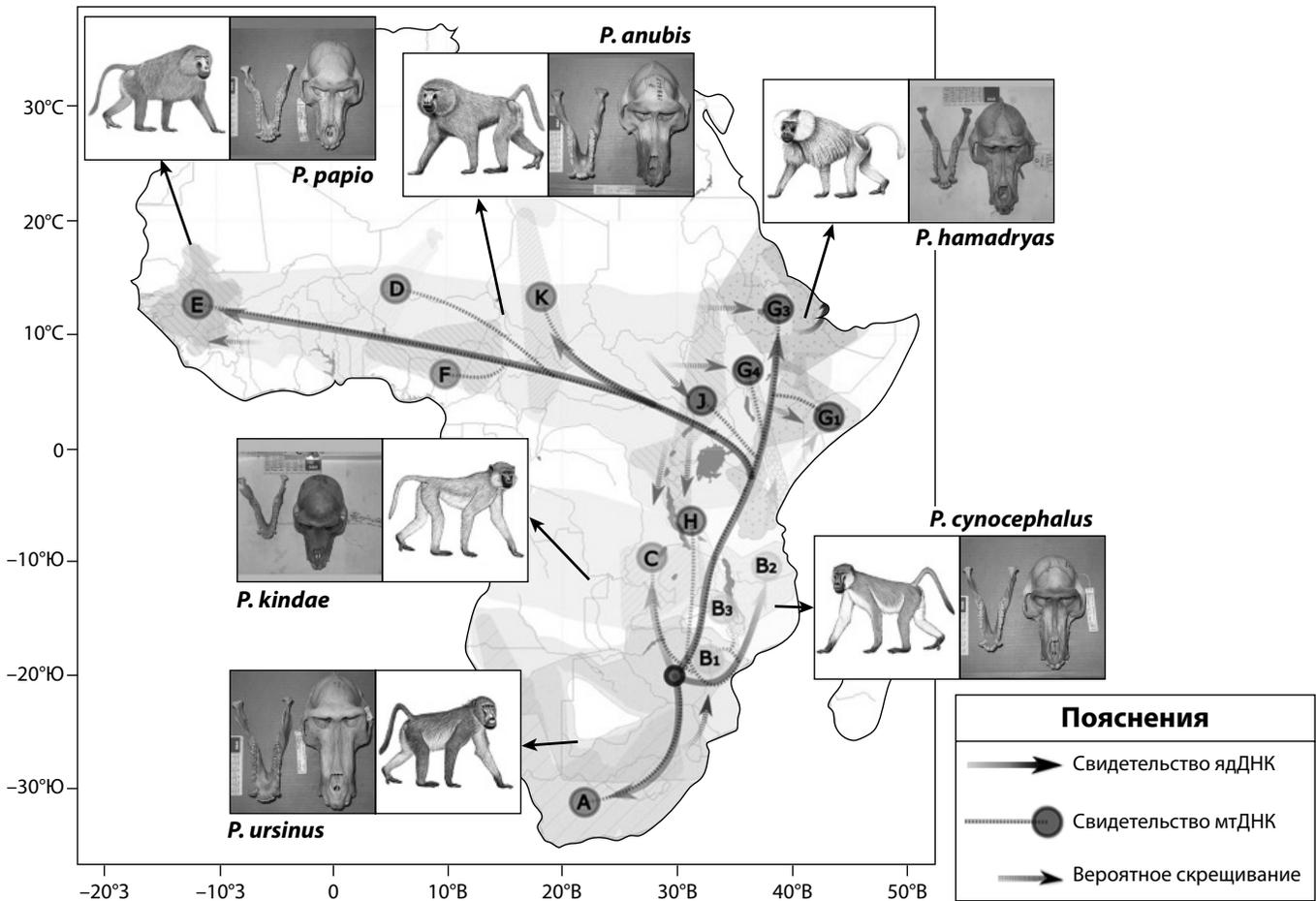
Утверждение не обоснованно

Для ответов на вопросы с 33 по 36 используйте приведенную ниже информацию, а также свои знания по биологии.

### Эволюция бабуинов

Африканские бабуины изучаются с точки зрения их эволюционных связей. Хотя все бабуины тесно связаны между собой и способны к размножению, им присвоены разные видовые названия из-за различий во внешнем облике, поведении и среде обитания. Поскольку все виды бабуинов могут скрещиваться, ученые внимательно изучают генетические закономерности как в ядерной ДНК (ядДНК), так и в митохондриальной ДНК (мтДНК). Митохондриальная ДНК содержится в митохондриях и наследуется только от материнских особей, которые, в отличие от самцов, с большей вероятностью остаются в географическом регионе, где родились. Приведенные ниже схемы показывают информацию об африканских бабуинах и их биомах. Каждая буква обозначает отдельную группу мтДНК.

#### Африканские бабуины

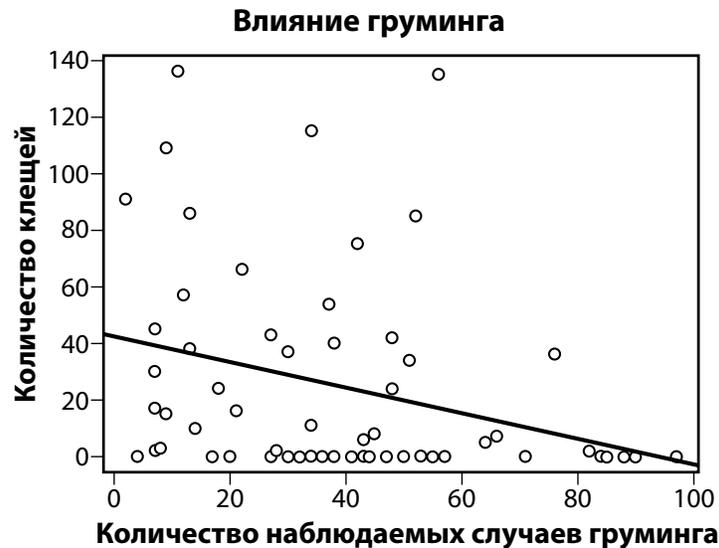


## Карта биомов Африки



- 33 Какое из приведенных эмпирических доказательств подтверждает утверждение о том, что африканские бабуины имеют общего предка?
- (1) Изменения в мтДНК влияли на форму черепа на протяжении поколений.
  - (2) Черепа современных бабуинов идентичны в группах А и С.
  - (3) Изменения в мтДНК произошли в одной местности.
  - (4) Более длинная шерсть на морде появилась в результате изменений в ядДНК у групп А и В.
- 34 Какое доказательство лучше всего объясняет, что эволюция африканских бабуинов является результатом воздействия факторов окружающей среды?
- (1) Шерсть на морде *P. rario* наилучшим образом защищает его от песчаных бурь пустыни.
  - (2) Челюсть *P. kindae* делает его более приспособленным к различным условиям среды.
  - (3) Шерсть на морде *P. hamadryas* помогает ему сливаться с высокими деревьями.
  - (4) Челюсть *P. ursinus* делает его более приспособленным к жизни в тропическом лесу.

Африканские бабуины проявляют социальное поведение, называемое грумингом, которое включает удаление паразитов, таких как клещи, переносящие инфекционные и токсические заболевания. Клещи предпочитают сухие районы со среднегодовым количеством осадков менее 750 мм. Эти паразиты наносят вред африканским бабуинам, снижая способность крови переносить кислород, что может привести к гибели детенышей и молодых особей. Поведение, связанное с грумингом, укрепляет связи и социальные отношения, которые помогают группе строить и поддерживать взаимоотношения. Исследования показали, что склонность к участию в подобных социальных взаимодействиях зависит от определенных генов. На приведенном ниже графике показана информация о груминге у африканских бабуинов.



- 35 Опишите данные графика, которые подтверждают утверждение о том, что груминг повышает шансы африканских бабуинов на выживание и размножение. [1]

---



---



---

- 36 Какое утверждение объясняет, каким образом какой-либо фактор окружающей среды может вызывать изменение частоты генов, связанных с вероятностью социального поведения у африканских бабуинов?
- (1) При увеличении среднего количества осадков усиление поведения, связанного с грумингом, снижает вероятность передачи генов потомству, влияющих на участие в таком поведении.
  - (2) При увеличении среднего количества осадков усиление поведения, связанного с грумингом, повышает вероятность передачи генов потомству, влияющих на участие в таком поведении.
  - (3) При уменьшении среднего количества осадков усиление поведения, связанного с грумингом, снижает вероятность передачи генов потомству, влияющих на участие в таком поведении.
  - (4) При уменьшении среднего количества осадков усиление поведения, связанного с грумингом, повышает вероятность передачи генов потомству, влияющих на участие в таком поведении.

Для ответов на вопросы с 37 по 40 используйте приведенную ниже информацию, а также свои знания по биологии.

### Пурпурный пожиратель насекомых

Плотоядные растения уникальны тем, как они добывают и перерабатывают соединения, необходимые для жизнедеятельности. Саррацения пурпурная (*Sarracenia purpurea*) — фотосинтезирующее плотоядное растение, часто встречающееся на почвах водно-болотных угодий, например на торфяных болотах в горах Адирондак.

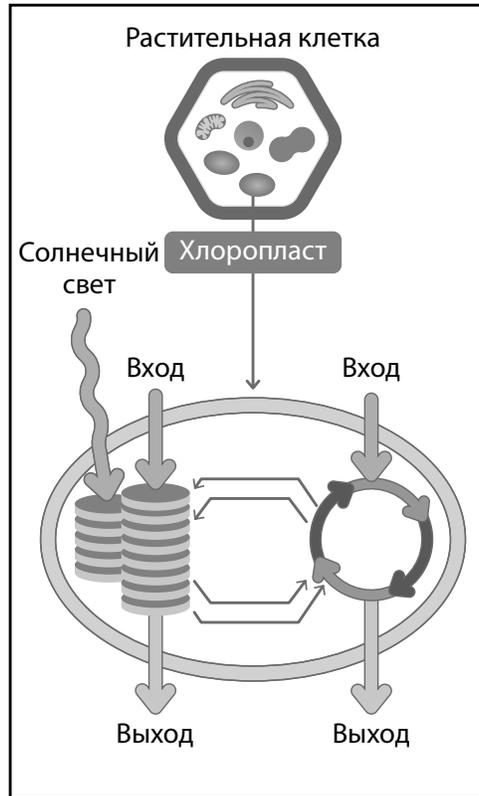
Часть растения, называемая кувшинчиком, представляет собой видоизмененный полый лист, который естественным образом наполняется водой. Насекомые привлекаются сладким нектаром, выделяемым расширенной кромкой кувшинчика. Волоски, направленные вниз и выстилающие внутреннюю часть кромки, побуждают насекомых продвигаться внутрь. Попав в кувшинчик они скользят в его заполненное жидкостью основное тело и перевариваются ферментами, выделяемыми растением.

### Пурпурная саррацения



Подобно большинству растений, клетки кувшинообразных растений способны участвовать в круговороте углерода, как показано на приведенной ниже модели.

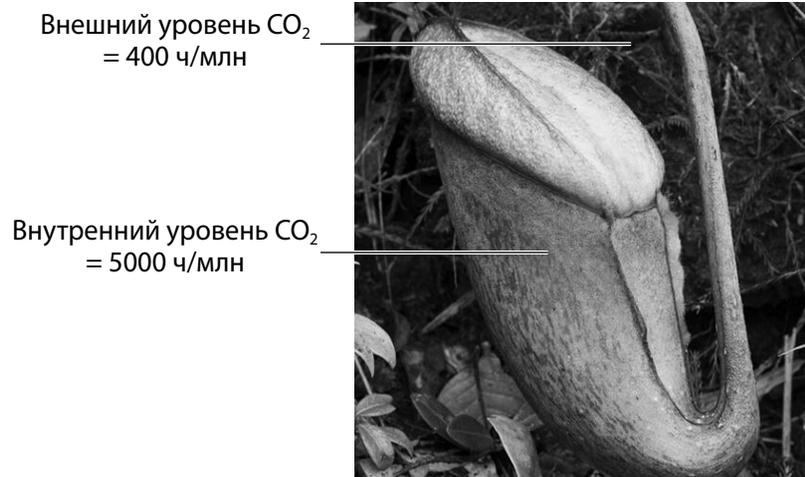
### Модель процессов в пурпурной саррацении



- 37 Исходя из данной модели какое утверждение лучше всего описывает превращение энергии, происходящее в саррацении пурпурной?
- (1) Химическая энергия углекислого газа преобразуется в световую энергию для образования глюкозы и кислорода.
  - (2) Световая энергия позволяет углекислому газу проникать в лист и способствует выходу глюкозы.
  - (3) Световая энергия поглощается листом и преобразуется в запасенную энергию, содержащуюся в химических связях глюкозы.
  - (4) Химическая энергия глюкозы превращается в световую энергию, которая накапливается в кислороде.

Исследователи установили, что уровень углекислого газа внутри некоторых видов кувшинообразных растений может отличаться от уровня снаружи растения.

### Концентрация внутри и вокруг саррацении



38 Какое из следующих утверждений лучше всего объясняет движение углерода между сферами Земли, которое вызывает различия в концентрации углекислого газа, когда кувшин открывается?

- (1) Углекислый газ из биосферы переместится в гидросферу, поскольку концентрация углекислого газа выше в гидросфере.
- (2) Углекислый газ из атмосферы переместится в биосферу, поскольку концентрация углекислого газа выше в атмосфере.
- (3) Углекислый газ из гидросферы переместится в биосферу, поскольку концентрация углекислого газа выше в биосфере.
- (4) Углекислый газ из биосферы переместится в атмосферу, поскольку концентрация углекислого газа выше в биосфере.

Торфяные болота бедны необходимыми питательными веществами, такими как азот, кальций, магний и калий. Только 20 % азота, используемого сарраценией, растение получает из торфяной почвы, в которой растет. Саррацения расщепляет богатых белком насекомых на более мелкие молекулы с помощью ферментов, содержащихся в жидкости внутри ее кувшинчиков.

Саррацения образует как кувшинчики, так и плоские листья. Плоские листья более эффективны при фотосинтезе. Кислотные дожди, являющиеся следствием сгорания ископаемого топлива, со временем увеличили содержание азота в торфяных болотах горного хребта Адирондак.

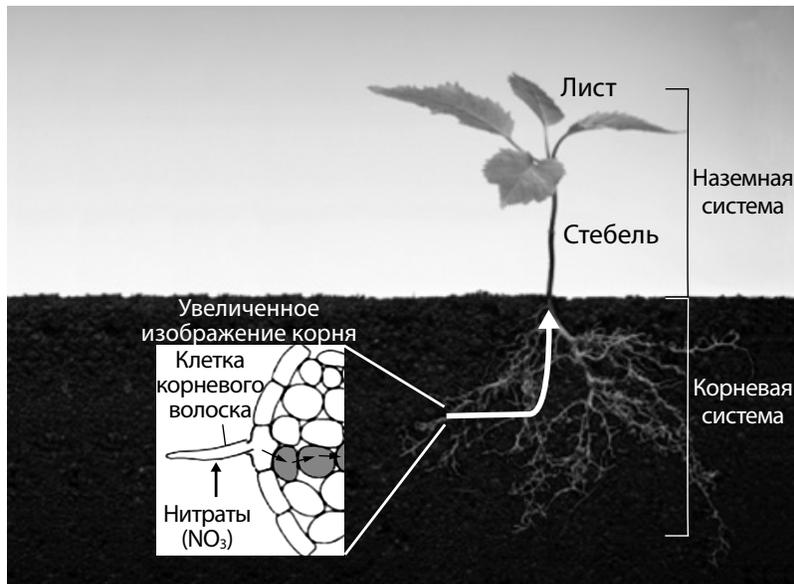
Ученые хотели выяснить, вызывает ли изменение количества доступного азота изменения у саррацений. Они посадили несколько растений в отдельные горшки. Каждая почва содержала разное количество азота. Было установлено, что растения, выращенные в почве с большим количеством азота, образовывали меньше кувшинчиков и больше плоских листьев, чем растения, растущие в почве с низким содержанием азота.

**39** Как эти данные подтверждают утверждение ученых о том, что увеличение количества азота делает саррацению более эффективной в круговороте углерода?

- (1) У саррацений, растущих в почве с достаточным содержанием азота, снижается потребность в фотосинтезе, поэтому они образуют меньше кувшинчиков.
- (2) Саррацении, растущие в почве с высоким содержанием азота, меньше нуждаются в ловле насекомых, поэтому могут использовать больше листьев для фотосинтеза.
- (3) Саррацении, растущие в почве с высоким содержанием азота, образуют больше плоских листьев, потому что им необходимы другие элементы из насекомых для соединения с азотом.
- (4) Саррацении образуют больше плоских листьев, чтобы лучше поглощать азот из почвы.

Растения должны получать необходимые соединения из окружающей среды с помощью специализированных структур. Ниже представлена схема, показывающая процесс усвоения азота, происходящий у неплютоядных растений.

### Структуры и системы растений, участвующие в поглощении питательных веществ



- 40 Используя приведенную выше модель, опишите, как взаимодействуют компоненты двух систем у неплютоядного растения для получения азота из окружающей среды, который необходим его листьям для выработки хлорофилла. [1]

---

---

---

Для ответов на вопросы с 41 по 45 используйте приведенную ниже информацию, а также свои знания по биологии.

### Факты об окрасе шерсти зебр

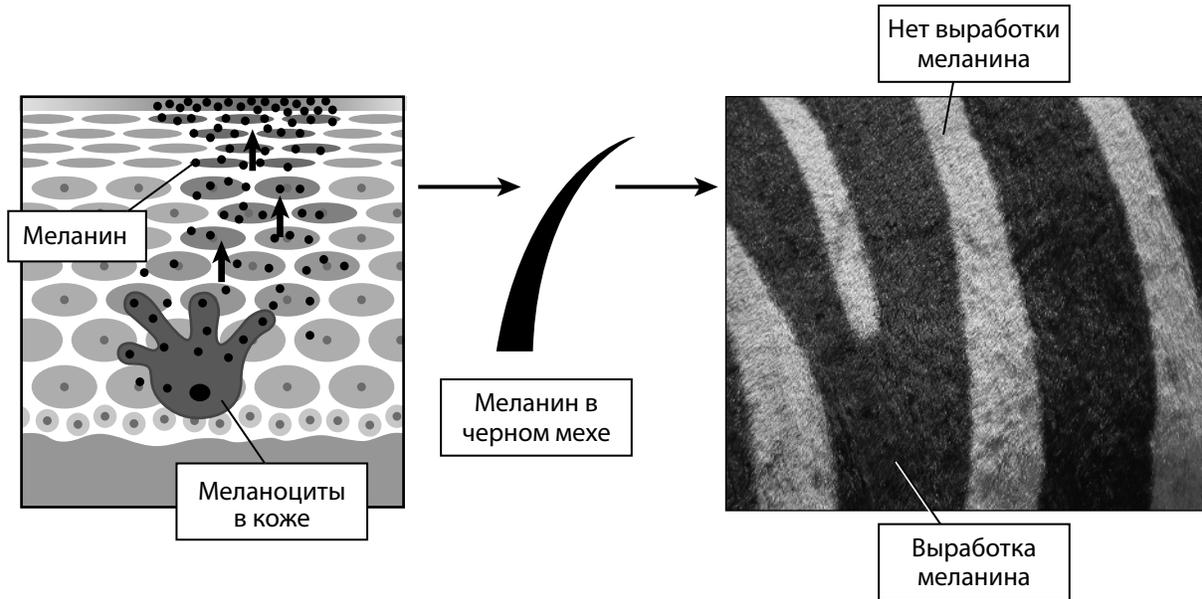
Редкий окрас зебры был обнаружен в национальном заповеднике Масаи-Мара в Кении. Молодой самец бурчелловой зебры по имени Тира имеет черную шерсть с белыми пятнами, покрывающими все тело. Его родители имеют типичный для зебр полосатый окрас — чередующиеся черные и белые полосы.



- 41 Какой вопрос помог бы ученым понять, почему пятнистый окрас зебры отличается от окраса ее полосатых родителей?
- (1) Являются ли различия в окрасе зебр результатом наследственных вариаций ДНК между родителями и их потомством?
  - (2) Увеличится ли частота появления пятнистого окраса в популяции, если этот признак окажется полезным?
  - (3) Как количество ДНК в клетках кожи пятнистой зебры соотносится с количеством ДНК в клетках кожи ее родителей?
  - (4) Отличается ли окрас потомства от окраса родителей, потому что это помогает ему лучше сливаться с окружающей средой?

Меланин — это пигмент, вырабатываемый клетками кожи млекопитающих, включая зебр. Он придает коже и шерсти животных характерный для вида окрас. Меланоциты — это специализированные клетки, расположенные в определенных слоях кожи, которые производят этот белок. Количество вырабатываемого пигмента и область его отложения — одни из факторов, определяющих узоры окраса шерсти зебры.

### Выработка и отложение меланина



42 Опишите доказательства, которые лучше всего подтверждают объяснение того, что у пятнистых и полосатых зебр одинаковая последовательность ДНК, определяющая их уникальный окрас. [1]

---



---



---

В прошлом некоторые ученые выдвигали предположение, что полосы помогают зебрам сливаться с окружающей средой или что их полосы подобны отпечаткам пальцев, позволяющим зебрам узнавать друг друга. Согласно другой гипотезе, полосы мешают мухам садиться на зебр, снижая вероятность заражения смертельными болезнями, переносимыми насекомыми.

Находившиеся в кенийской саванне исследователи изучали, на животных с каким окрасом – полосатым или сплошным – предпочитают садиться мухи. Они измеряли, сколько мух садилось на бурчелловых зебр, зебр Гриви и импал сплошной масти.



Равнинная зебра

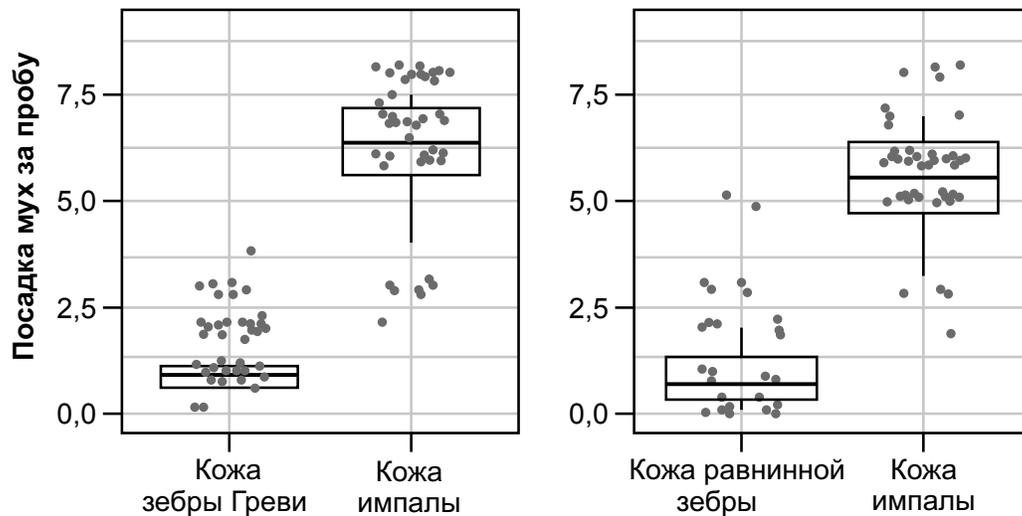


Зебра Гриви



Импала

### Посадка мух на полосатых и однотонных узорах шерсти



- 43 Исследователи утверждали, что на эволюцию полосатого окраса зебры мог повлиять какой-либо фактор окружающей среды. Какая строка таблицы использует собранные исследователями доказательства, чтобы объяснить, почему их утверждение является верным *или* неверным?

<b>Строка</b>	<b>Утверждение</b>	<b>Обоснование</b>
(1)	Верно	Мух больше привлекает однотонная шерсть импалы, в результате чего больше мух кусают зебр, снижая их шансы на выживание и размножение.
(2)	Верно	Полосы уменьшают количество кусающих мух, садящихся на зебр, что снижает риск заражения болезнями, переносимыми мухами, и повышает шансы зебр на выживание и размножение.
(3)	Неверно	Полосы увеличивают количество кусающих мух, садящихся на зебр, что повышает риск заражения болезнями, переносимыми мухами, и снижает шансы на выживание и размножение.
(4)	Неверно	Мух больше привлекает однотонная шерсть импалы, в результате чего меньше мух кусают зебр, повышая их шансы на выживание и размножение.

Естественная среда обитания зебры находится в странах тропической Африки к югу от Сахары. Из-за деятельности человека, такой как сельское хозяйство, а также строительство дорог и городов, среда обитания зебр становится все более фрагментированной. В результате популяции зебр изолируются и реже скрещиваются с другими популяциями.

В 2020 году группа ученых изучила генетическое разнообразие популяций бурчелловой зебры в Африке.

Сведения о частоте необычных вариантов окраса в этих популяциях приведены в таблице ниже.

<b>Место</b>	<b>Относительная численность популяции</b>	<b>Примерная частота вариантов окраса</b>
Национальный парк Этоша, Намибия	Больше	0,05 %
Национальный парк озера Мбуру, Уганда	Меньше	5 %

**44** В каком из утверждений полученные исследователями данные лучше всего используются для прогнозирования разнообразия и распределения вариантов окраса в будущих поколениях бурчелловых зебр?

- (1) Вероятность встретить зебр с вариантами окраса будет наибольшей в национальном парке озера Мбуру, поскольку там популяция мала и изолирована.
- (2) Вероятность встретить зебр с вариантами окраса будет наименьшей в национальном парке озера Мбуру, поскольку там популяция мала и изолирована.
- (3) Вероятность встретить зебр с вариантами окраса будет наибольшей в национальном парке Этоша, поскольку там популяция мала и изолирована.
- (4) Вероятность встретить зебр с вариантами окраса будет наименьшей в национальном парке Этоша, поскольку там популяция мала и изолирована.

С 2002 года общая численность бурчелловых зебр сократилась примерно на 25 %. В таблице ниже представлена информация о возможных решениях для стабилизации и восстановления популяций зебр.

**Решения для стабилизации и восстановления популяций зебр**

<b>Решение</b>	<b>Краткое содержание</b>
Экологические коридоры	Создание охраняемых путей между средами обитания
Рациональное планирование землепользования	Сотрудничество с местными сообществами для ограничения застройки в ключевых средах обитания зебр
Охраняемые территории	Расширение или создание природоохранных зон и заповедников

- 45 Укажите одно решение из таблицы и опишите, каким образом оно *сократит* влияние человека на разрушение среды обитания *и* принесет пользу популяциям бурчелловых зебр. [1]

Решение: \_\_\_\_\_

Описание:

---

---

---





