

# НАУКИ О ЗЕМЛЕ И КОСМОСЕ

Пятница, только 23 января 2026 г. — с 9:15 до 12:15

Имя учащегося \_\_\_\_\_

Наименование учебного заведения \_\_\_\_\_

**Во время сдачи этого экзамена строго запрещается наличие или использование каких-либо средств связи. Наличие или использование каких-либо средств связи в течение даже очень короткого времени повлечет аннулирование результатов экзамена и оценки.**

Впишите в отведенные выше строки свое имя, фамилию и название своей школы печатными буквами.

Используя свои знания по **наукам о Земле и космосе**, ответьте на все вопросы данного экзамена. Перед началом экзамена убедитесь, что у вас есть экземпляр **Справочных таблиц по наукам о Земле и космосе издания 2024 года**. Эти таблицы могут понадобиться вам для ответов на некоторые вопросы.

Вы должны ответить на все вопросы каждой части. 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. При заполнении информации о студенте на листе для ответов следуйте инструкциям наблюдателя. Запишите свои ответы на вопросы с развернутым ответом в экзаменационный буклет.

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 помочь в ответе ни на один экзаменационный вопрос. Лист с ответами не будет принят, если заявление не будет подписано вами.

## ПРИМЕЧАНИЕ ...

Во время сдачи данного экзамена вы должны иметь при себе калькулятор, способный выполнять четыре арифметические действия, или калькулятор для научно-технических расчетов, а также экземпляр **Справочных таблиц по наукам о Земле и космосе издания 2024 года**.

Обратите внимание, что в диаграммах может не соблюдаться масштаб.

НЕ ОТКРЫВАЙТЕ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БУКЛЕТ ДО ПОДАЧИ СИГНАЛА.

EARTH AND SPACE SCIENCES RUSSIAN EDITION

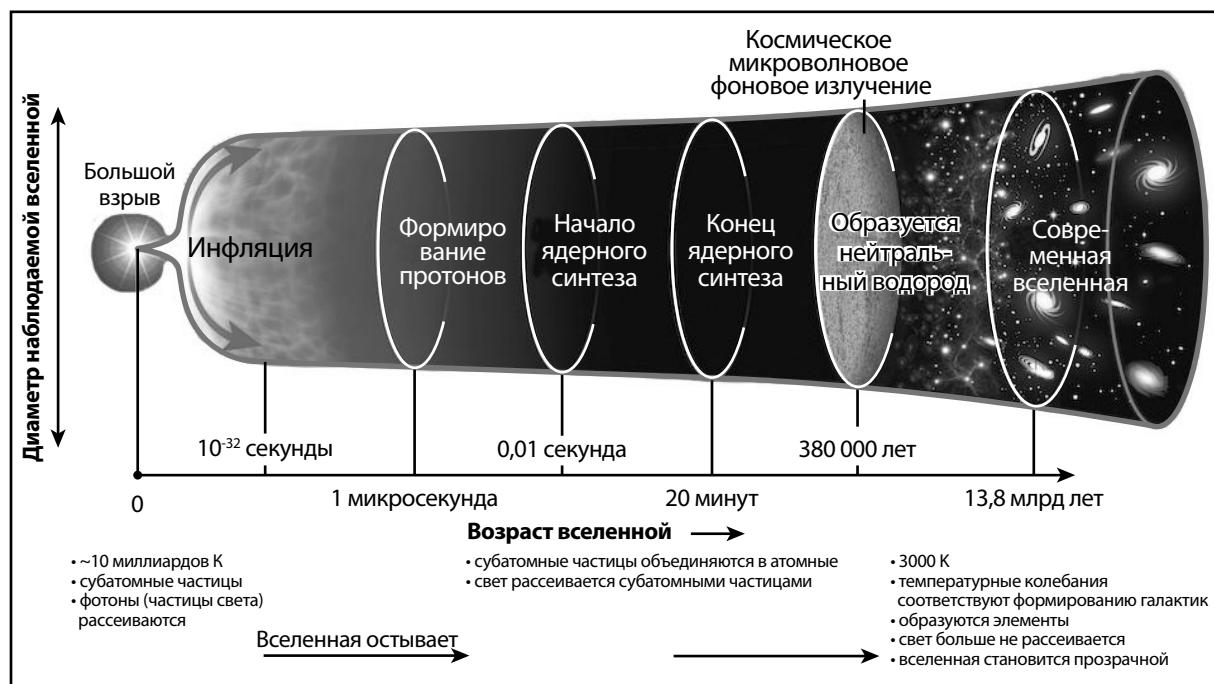
Для ответа на вопросы с 1 по 5 используйте приведенную ниже информацию, а также свои познания в области наук о Земле и космосе. Для ответа на некоторые вопросы могут понадобиться *Справочные таблицы по наукам о Земле и космосе издания 2024 года*. Ответы на вопросы с несколькими вариантами ответов обязательно записывайте на отдельном листе для ответов. Записывайте свои ответы на вопросы с развернутым ответом в экзаменационный буклет.

### Доказательства в пользу теории Большого взрыва

Большой взрыв — это физическая теория, которая описывает то, как Вселенная расширилась из начального состояния с высокой плотностью и высокой температурой. Теория пытается объяснить, как менялась Вселенная с течением времени. В поддержку этой теории используются три доказательства. Измеренное количество элементов во Вселенной подтверждает эту теорию. Наблюдаемое расширение пространства, которое ускоряется, — еще одно доказательство. Кроме того, эту теорию подтверждает открытие космического микроволнового фонового излучения (CMBR).

На приведенной ниже модели показаны некоторые сведения о том, как изменилась Вселенная после Большого взрыва. Значения температур в модели указаны в Кельвинах (К).

### Эволюция вселенной с момента Большого взрыва (модель)



- 1 Дополните каждое из трех приведенных ниже утверждений, чтобы правильно описать космическое микроволновое фоновое излучение, поставив знак **X** в поле, соответствующем фразе, которая правильно завершает каждое утверждение. [1]

**Утверждение 1:**

Космическое микроволновое фоновое излучение является доказательством теории Большого взрыва, потому что это

- предсказанная учёными энергия, распределённая по всей вселенной
- предсказанная учёными материя, которая образовала элементы путём ядерного синтеза

**Утверждение 2:**

Космическое микроволновое фоновое излучение можно обнаружить, потому что вселенная

- резко расширилась из-за экстремальной теплоты
- остывла и стала прозрачной

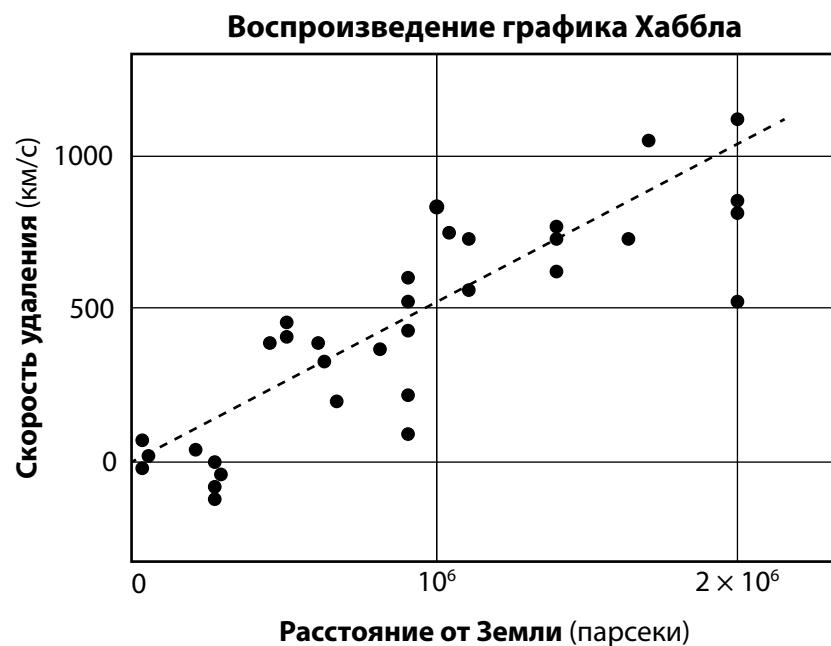
**Утверждение 3:**

Вариации космического микроволнового фонового излучения во вселенной, вызванные различиями в плотности, указывают на то, что

- галактики формировались в областях с более высокой плотностью
- галактики формировались в областях с более низкой плотностью

В 1920-х годах астроном Эдвин Хаббл изучал галактики, используя в своих исследованиях тип звезд, называемых переменными цефеидами. Звезды этого типа вспыхивают и гаснут по предсказуемой схеме. Хаббл наблюдал за этими звездами, чтобы определить, на каком расстоянии от Земли находятся эти звезды и галактика, в которой они расположены.

Показана репродукция диаграммы Хаббла 1929 года. Скорость удаления галактики (ее скорость относительно Земли) показана в зависимости от расстояния от Земли до галактики. Она измеряется в парсеках (1 парсек = 3,26 световых лет). Галактики, движущиеся к Земле, имеют отрицательную скорость удаления.



Ниже приведены несколько высказываний о работах Хаббла, связанных с изучением галактик.

В таблице ниже приведена информация о двух звездах в составе галактики Млечный Путь.

Звезды	Составные элементы звезды	Масса (кг)
Бетельгейзе	Гелий, углерод, кислород, неон, магний, натрий, железо	$3,28 \times 10^{31}$
Солнце	Водород, гелий	$1,99 \times 10^{30}$

- 4 Какое утверждение правильно объясняет разницу между составными элементами этих двух звезд и сравнивает продолжительность жизни этих звезд?
- В Бетельгейзе произошло слияние гелия с более тяжелыми элементами, и срок жизни Бетельгейзе короче, чем у Солнца.
  - В Бетельгейзе водород еще не успел слиться с более тяжелыми элементами, и Бетельгейзе имеет более продолжительный срок жизни, чем Солнце.
  - В Солнце более тяжелые элементы в результате слияния полностью преобразовались в гелий, и срок жизни Солнца меньше, чем у Бетельгейзе.
  - В Солнце водород еще не успел слиться с более тяжелыми элементами, и Солнце имеет более продолжительный срок жизни, чем Бетельгейзе.
- 5 Объясните, как массы Бетельгейзе и Солнца влияют на то, что скорость нуклеосинтеза у каждой звезды разная. [1]
- 
- 
-

Для ответа на вопросы с 6 по 9 используйте приведенную ниже информацию, а также свои познания в области наук о Земле и космосе. Для ответа на некоторые вопросы могут понадобиться *Справочные таблицы по наукам о Земле и космосе издания 2024 года*.

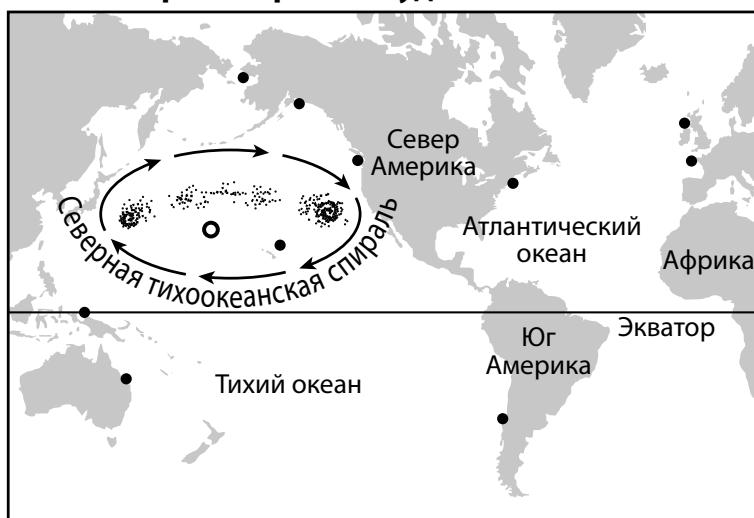
### Резиновые утки и тихоокеанский мусор

10 января 1992 года контейнеровоз *Ever Laurel* потерял двенадцать 40-футовых контейнеров во время шторма в море. Один контейнер вскрылся, и в океан попало более 28 000 пластмассовых игрушек для купания. Эти игрушки для купания годами плавали на поверхности океана и попадали на пляжи по всему миру.

В Тихом океане находится Большое тихоокеанское мусорное пятно (GPGP). Площадь этого острова из пластика составляет 1,6 млн кв. км — примерно в 11 раз больше размеров штата Нью-Йорк. Мусорные пятна встречаются по всему миру в океанских спиральях, где вода находится в спокойном состоянии. Ученые изучают размеры, состав и возраст предметов из пластика, попавших в зону загрязнения, чтобы определить их происхождение и решить проблему растущего загрязнения пластиком океанических экосистем.

На карте ниже представлена информация об аварии на судне *Ever Laurel*, местах, где были найдены игрушки для купания, и Большом тихоокеанском мусорном пятне.

Карта аварии на судне *Ever Laurel*



#### Пояснения

- |                             |  |  |
|-----------------------------|--|--|
| ○ Ever Laurel, место аварии | ● Игрушки для купания, места выхода на берег | ● Большое тихоокеанское мусорное пятно |
|-----------------------------|--|--|

- 6 Завершите каждое из трех приведенных ниже утверждений, поставив знак **X** в соответствующем месте, чтобы правильно описать фактор, ответственный за глобальную циркуляцию атмосферы и океана, которая распределила игрушки для купания по разным точкам Земли. [1]

**Утверждение 1:**

Доказательства распространения пластмассовых игрушек для купания от места аварии до северо-западного побережья Северной Америки представлены в следующих источниках

- перемещение игрушек вдоль течения Курошио, за которым следует перемещение вдоль Калифорнийского течения
- перемещение игрушек вдоль Северо-Тихоокеанского течения, за которым следует перемещение вдоль Аляскинского течения

**Утверждение 2:**

Одной из причин глобальной циркуляции океанических течений является

- расположение и распределение масс суши
- расстояние от экватора

**Утверждение 3:**

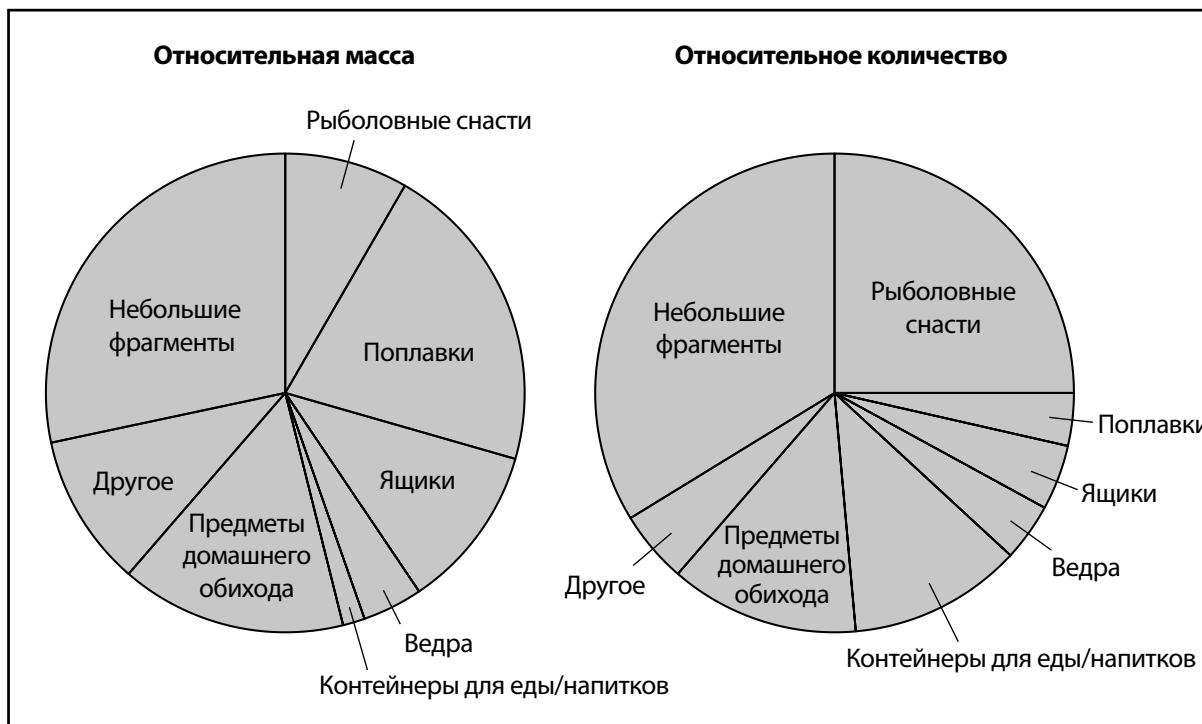
Помимо океанских течений, на глобальные закономерности, способствовавшие распространению игрушек, влияли также атмосферный (ая/ые)

- концентрации парниковых газов
- разницы значений плотности и тепловой энергии

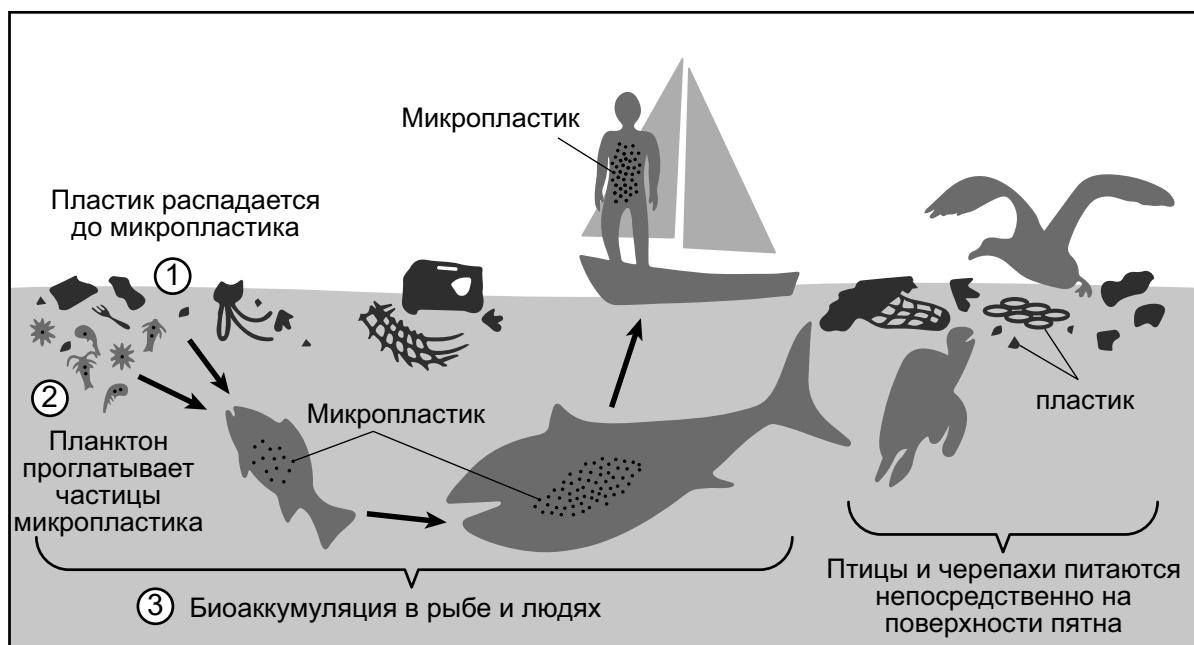
- 7 Какой еще фактор, кроме океанских течений, определяет глобальную циркуляцию этих пластмассовых игрушек?
- (1) стратосферная конвекция
  - (2) преобладающие ветры
  - (3) высота расположения
  - (4) облачный покров

В океанах Земли встречаются многие виды пластика. На круговых диаграммах и инфографике ниже представлены некоторые сведения о пластике в океанах Земли. Стрелки на инфографике обозначают процесс переноса пластика через различные организмы.

#### Источники пластика, найденные в Большом тихоокеанском мусорном пятне (более 5 см)



#### Перенос пластика в Большом тихоокеанском мусорном пятне через морскую пищевую цепь к человеку



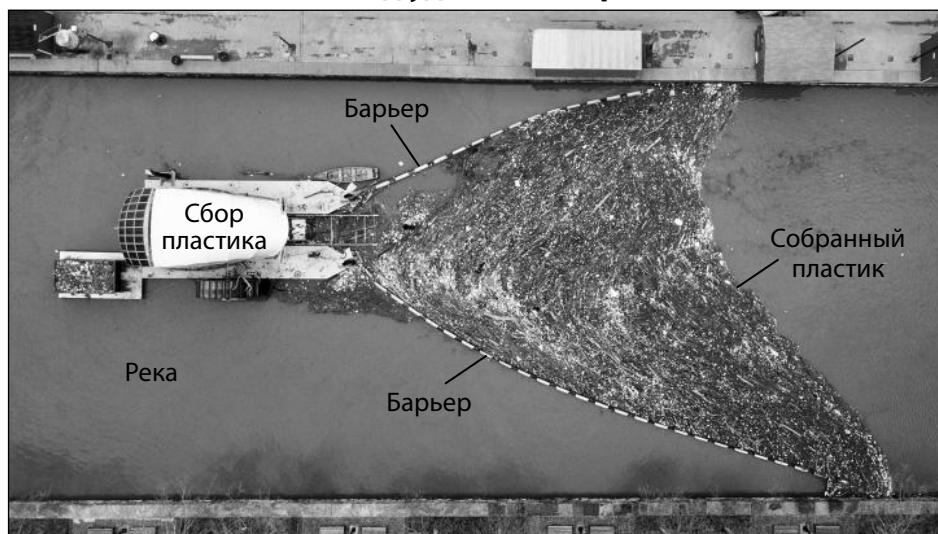
Морские черепахи в пределах Большого тихоокеанского мусорного пятна часто питаются пластиковыми пакетами и пластиковой плёнкой. Так происходит потому, что черепахи принимают пластик за свою обычную добычу — медуз.

- 8 Какое утверждение объясняет, как удаление пластиковых пакетов в пределах Большого тихоокеанского мусорного пятна может помочь в стабилизации биоразнообразия в этом районе?
- (1) Уменьшение количества пакетов в пределах Большого тихоокеанского мусорного пятна приведет к увеличению популяции медуз, потому что черепахи будут есть больше пластиковых пакетов.
  - (2) Уменьшение количества пакетов в пределах Большого тихоокеанского мусорного пятна приведет к увеличению популяции черепах, потому что черепахи будут есть больше медуз.
  - (3) Уменьшение количества пакетов в пределах Большого тихоокеанского мусорного пятна приведет к уменьшению популяции медуз, потому что черепахи будут есть меньше медуз.
  - (4) Уменьшение количества пакетов в пределах Большого тихоокеанского мусорного пятна приведет к уменьшению популяции медуз, потому что черепахи будут есть меньше медуз.

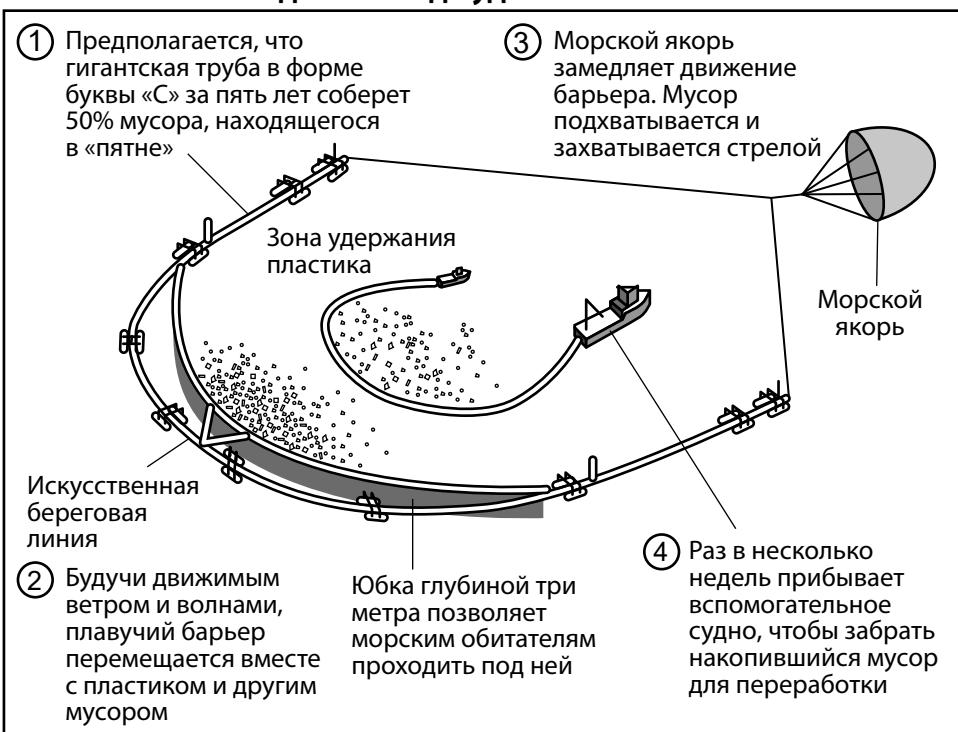
Многие организации и правительственные органы изучают методы решения растущей проблемы загрязнения окружающей среды пластиком. Эти методы включают в себя сокращение использования пластика, переработку пластика и участие в очистке водных путей.

Для очистки рек и океанов используются более сложные решения. В реках заграждения в устье реки направляют пластик в зону сбора, где он вручную удаляется и вывозится для переработки. В океанах ученые используют устройство для сбора плавающего пластика и возвращения его на берег для переработки. На фотографии и модели ниже приведены некоторые сведения об этих двух методах удаления пластика.

### Метод удаления из рек



### Модель метода удаления из океанов



В таблице ниже приведены некоторые сведения о методах удаления пластика из воды.

#### **Плюсы и минусы методов удаления пластика**

	<b>Плюсы</b>	<b>Минусы</b>
<b>Река</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Плавает на поверхности и позволяет изменять уровень воды</li> <li>• Местное строительство, более низкая стоимость</li> <li>• Хорошие результаты захвата пластика на поверхности</li> <li>• Захват происходит до попадания в океан</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Собранный пластик необходимо удалять вручную</li> <li>• Снижение скорости улавливания во время слабого потока воды</li> <li>• Не эффективен для микропластика (&lt; 1 мм) или глубоководного пластика</li> <li>• Барьер может повлиять на биоразнообразие</li> </ul>
<b>Океан</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Эффективно удаляет большие объемы пластика на большой площади</li> <li>• Работу выполняют частные организации</li> <li>• Неприглядный вид или неприятный запах локализуются в океане и не влияют на сообщество</li> <li>• Может экономить энергию</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Не захватывает микропластик (&lt; 1 мм) и глубоководный пластик</li> <li>• Высокая стоимость обслуживания и частые простои из-за поломок оборудования</li> <li>• Оказывает воздействие на поверхностные водные организмы на глубине до пяти метров</li> <li>• Для удаления собранного пластика каждые несколько недель используется вторичная емкость</li> </ul>

- 9 Один учащийся утверждает, что метод очистки реки является более эффективным проектным решением, чем метод очистки океана, для снижения воздействия загрязнения пластиком. Используя всю предоставленную информацию, выберите утверждение, которое является наиболее верным доказательством в поддержку указанного заявления учащегося.
- (1) Речной метод обходится дешевле океанского и позволяет улавливать пластик до того, как он попадает в океан, защищая биоразнообразие рек и океанского побережья.
  - (2) Речной метод позволяет собирать пластик на большей площади и требует меньших затрат на обслуживание, чем океанский метод.
  - (3) Речной метод позволяет улавливать пластик всех размеров — как плавающий, так и подводный, — в то время как океанический метод допускает сбор только крупных предметов из пластика.
  - (4) Речной метод позволяет улавливать больше пластика, чем океанский, потому что в океане содержится больше пластика, чем в реках.

Для ответа на вопросы с 10 по 13 используйте приведенную ниже информацию, а также свои познания в области наук о Земле и космосе. Для ответа на некоторые вопросы могут понадобиться *Справочные таблицы по наукам о Земле и космосе издания 2024 года*.

### Эволюция ранних систем Земли

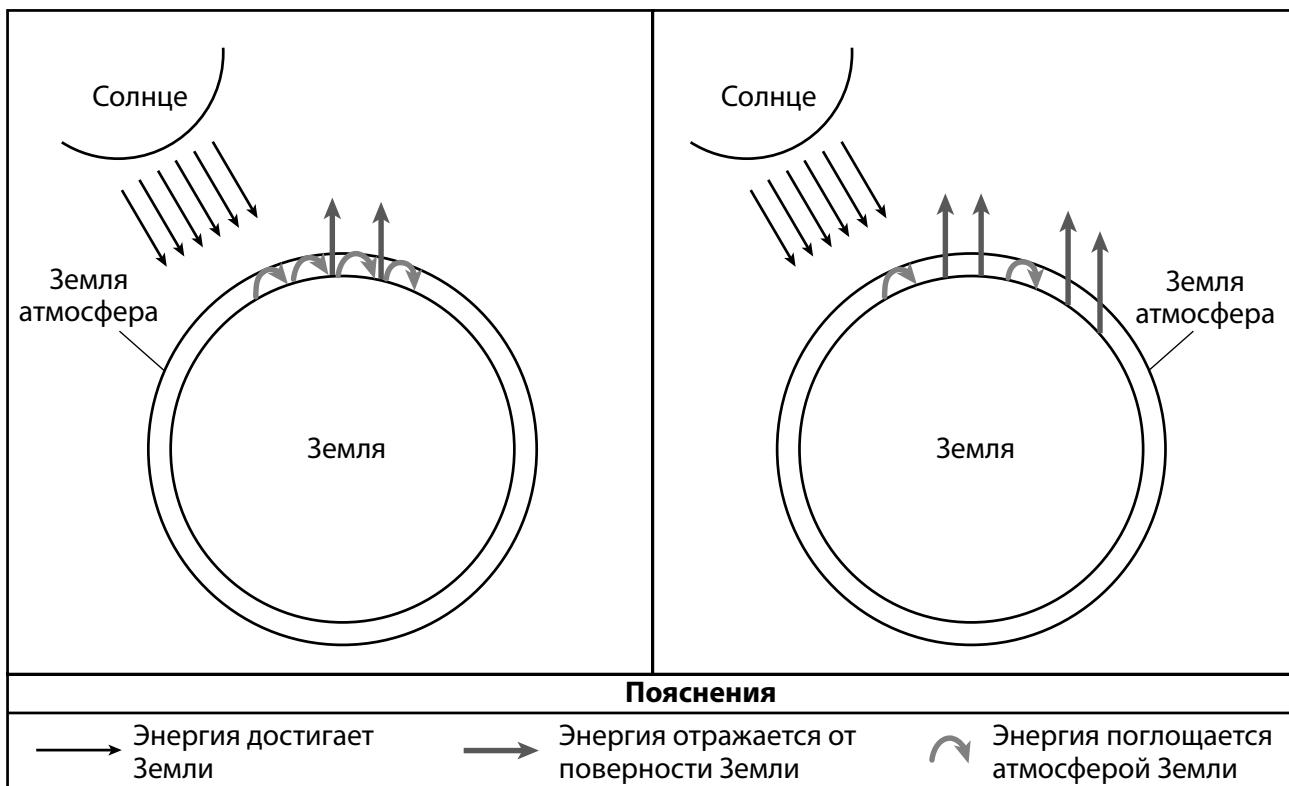
Около 2,7 млрд лет назад в океанах появились микробы, называемые цианобактериями (которые образовывали строматолиты). Эти микробы осуществляли фотосинтез. Они обладали способностью использовать воду в качестве «топлива» для получения кислорода. Этот кислород высвобождался в морскую воду. Его уровень постепенно повышался в течение примерно 200–300 миллионов лет. В конце концов, он улетучился в атмосферу, где вступил в реакцию с метаном. Данная реакция привела к снижению уровня метана и повышению уровня кислорода. Это произошло около 2,4–2,1 млрд лет назад. Такое увеличение количества кислорода в атмосфере получило название «Великая кислородная катастрофа». Эти изменения уровня кислорода на Земле косвенно привели к изменению климата.

На приведенных ниже моделях представлены относительные количества различных видов энергии, достигающей Земли, отраженной от Земли и поглощенной земной атмосферой в течение двух различных периодов времени.

### Модели Великой кислородной катастрофы

До события

Во время события



- 10 Какая строка в таблице ниже правильно описывает доказательства коэволюции систем Земли в результате Великой кислородной катастрофы?

Строка	Преобразование в атмосферный газ	Реакция на изменения	Влияние на климат
(1)	Уровень метана снизился; уровень кислорода повысился	Меньше энергии поглощалось атмосферой	Привело к самому раннему ледниковому периоду из-за повышенного уровня отражения энергии
(2)	Уровень метана повысился; уровень кислорода снизился	Больше энергии поглощалось атмосферой	Привело к самому раннему ледниковому периоду из-за пониженного уровня отражения энергии
(3)	Уровень метана повысился; уровень кислорода снизился	Меньше энергии поглощалось атмосферой	Привело к самому раннему ледниковому периоду из-за повышенного уровня отражения энергии
(4)	Уровень метана снизился; уровень кислорода повысился	Больше энергии поглощалось атмосферой	Привело к самому раннему ледниковому периоду из-за пониженного уровня отражения энергии

Гуронский ледниковый период — это три отдельных оледенения, произошедших в период между 2,4 и 2,1 млрд лет назад. Они были одними из самых ранних ледниковых периодов в геологической истории Земли. Поверхность планеты в то время почти полностью замерзла.

Гуронская супергруппа — это группа геологических формаций мощностью 12 километров. Эти формации свидетельствуют о первом крупном ледниковом эпизоде. Возраст этих образований определялся по соотношению изотопов урана и свинца в породах. Эта супергруппа образовалась, когда указанная покрытая льдом масса суши была ближе к экватору, чем сейчас, когда лед достиг уровня моря.

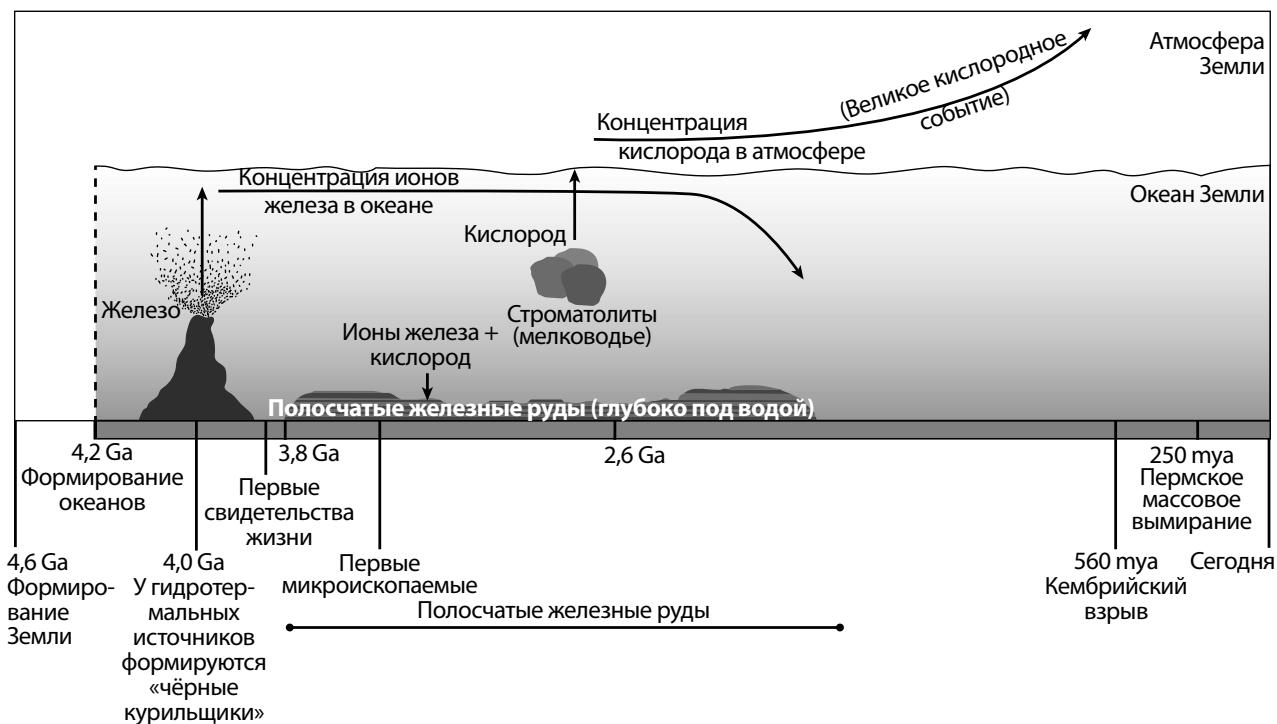
Гуронская супергруппа характерна для отложений в морской среде. Состоит из осадочных пород, включающих в себя натечные образования (залегающие вулканические и/или осадочные обломки). Натечные образования являются свидетельством ледниковых периодов, потому что в ледниках содержатся отложения разных размеров. Затем ледники сбрасывают эти породы в море. Они внедряются в морские отложения, которые в конечном итоге образуют осадочные породы.

- 11 В каком утверждении идентифицированы доказательства, используемые для определения времени существования Гуронского ледникового периода?

- (1) Для определения возраста пород в Гуронской супергруппе использовалось радиоактивное датирование элементов в породах.
- (2) В Гуронской супергруппе для определения возраста пород были идентифицированы руководящие окаменелости.
- (3) Для определения возраста пород в Гуронской супергруппе использовалось датирование по углероду.
- (4) Возраст натечных образований в осадочной породе моложе, чем возраст частиц, составляющих саму породу.

В списке самых старых пород на Земле присутствуют осадочные породы, известные как полосчатая железистая формация. Эти породы образовались в океанах, содержащих некоторое количество первого доступного на Земле свободного кислорода. На приведенной ниже модели указана некоторая информация о раннем океане и атмосфере Земли. Информация о всех указанных геологических эпохах является приблизительной. Миллиард лет представлен сокращением «Ga», а миллион — «тыа».

### Модель древнего океана и атмосферы Земли



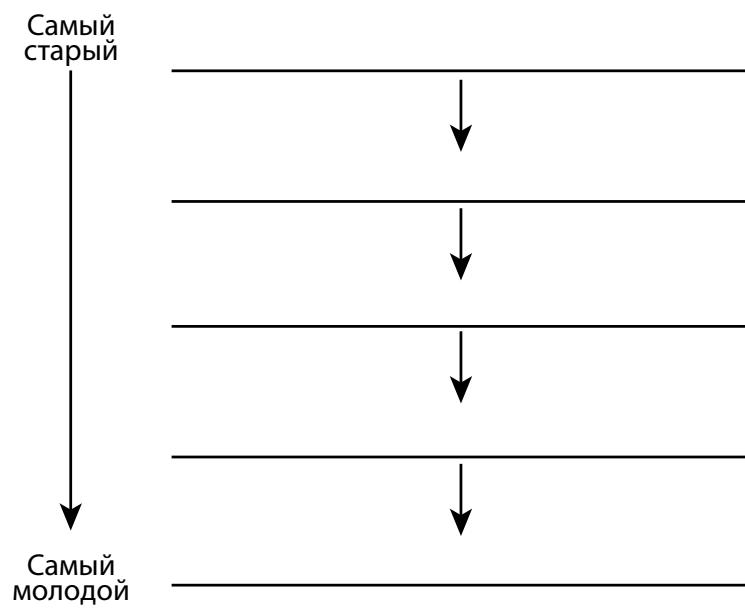
- 12 В каком утверждении правильно используется информация, представленная в модели и отрывках, в качестве доказательства в поддержку заявления о том, что в конце Гуронского ледникового периода изменения в гидросфере Земли привели к изменениям в ее геосфере?
- Микроокаменелости, обнаруженные в полосчатых железистых формациях, образовали железо в океанах.
  - Железо в океане использовалось в качестве источника энергии фотосинтезирующими строматолитами в мелководной части океана.
  - Наличие углекислого газа и метана в океане привело к образованию «черных курильщиков» на коренной твердой породе океанского дна.
  - Наличие железа и кислорода в океанах привело к образованию на дне океана слоев полосчатых железистых пород.

- 13 Процессы, происходящие на поверхности Земли, изменяют поверхность и атмосферу Земли. Прошлые изменения стали основой условий, которые привели к будущим событиям.

Используя информацию, представленную в модели, разместите указанные ниже события в правильной временной последовательности, чтобы сформировать графическую цепочку. [1]

**События**

- Формирование первых океанов
- Великое кислородное событие
- Первое появление полосчатых железистых формаций
- Попадание железа в океан из «черных курильщиков»
- Формирование Земли



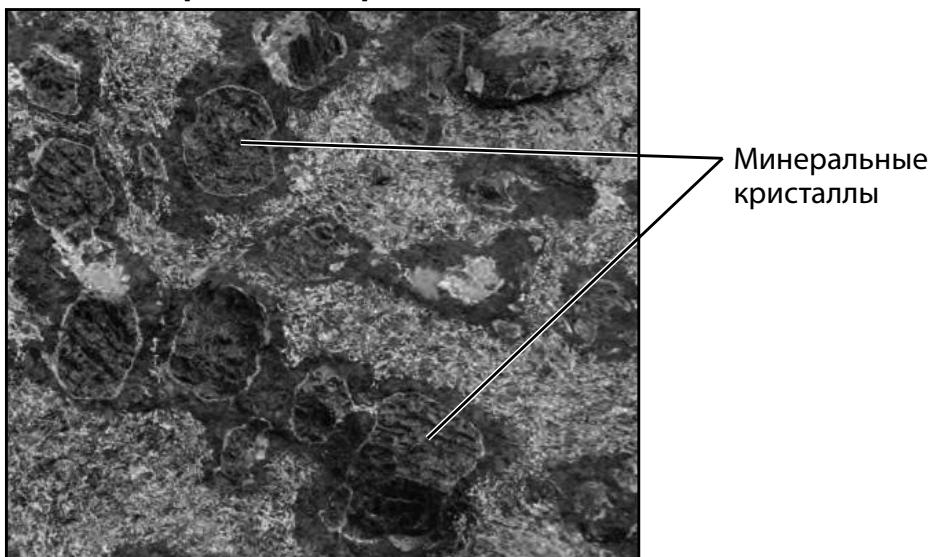
Для ответа на вопросы с 14 по 18 используйте приведенную ниже информацию, а также свои познания в области наук о Земле и космосе. Для ответа на некоторые вопросы могут понадобиться *Справочные таблицы по наукам о Земле и космосе издания 2024 года*.

### Ископаемые и минеральные ресурсы штата Нью-Йорк

Класс изучал ископаемые и минеральные ресурсы штата Нью-Йорк. Во время поездки в Адирондак учитель рассказал ученикам, что минеральные кристаллы, вкрапленные во многие породы, которые можно найти в Адирондаке, на самом деле представляли собой минерал штата Нью-Йорк. Этот минерал был важным источником абразивных материалов.

Во время путешествия один из учащихся нашел несколько таких камней. Учащиеся записывали результаты наблюдений за физическими свойствами, чтобы попытаться идентифицировать крупные минералы, вкрапленные в породу. Они сфотографировали породу, как показано ниже, и записали результаты наблюдений, которые приведены на следующей странице.

#### Адирондакская порода с минеральными кристаллами



## **Результаты наблюдений**

- A.** Минеральные включения имеют темно-красный цвет и стекловидную поверхность.
- B.** Кристаллы минерала вкраплены в горную породу, в которой смешаны несколько темных и светлых минералов.
- C.** Кристаллы минерала способны царапать стекло и имеют бесцветные прожилки.
- D.** Порода была найдена на большой высоте над уровнем моря.
- E.** Кристаллы минерала в породе распадались на неровные куски с острыми краями.
- F.** Породы, содержащие эти минералы, были очень плотными.

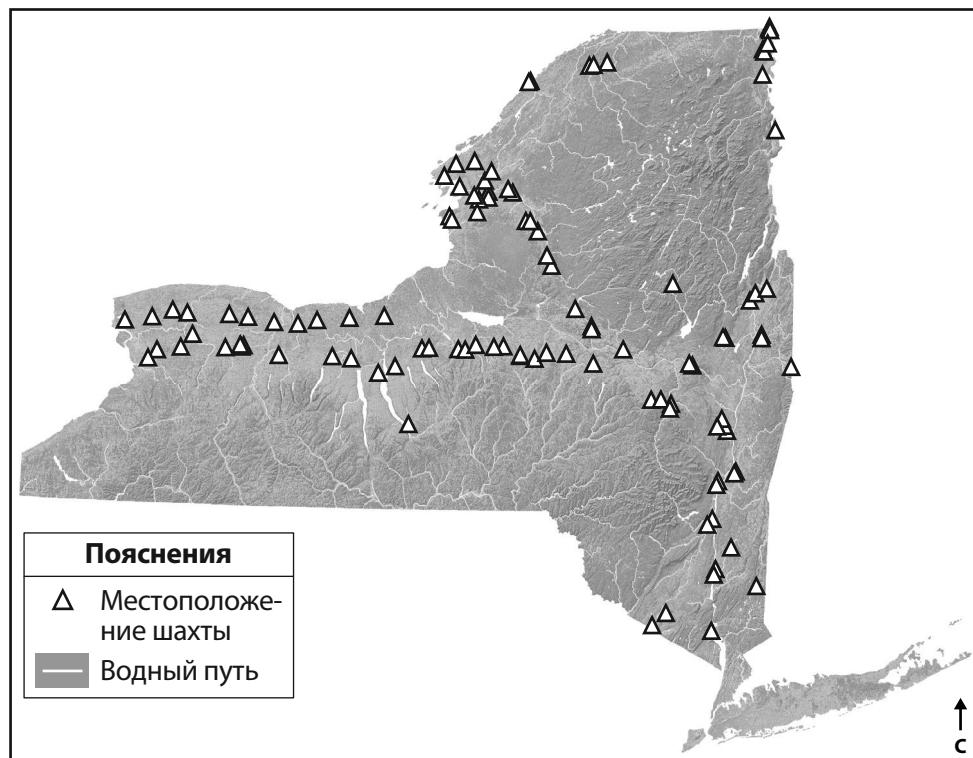
**14** Какой вывод можно сделать на основании наблюдений учащихся о том, какая совокупность наблюдений и какое название минерала правильно идентифицируют кристаллы минерала, представленные на фотографии?

- (1) Наблюдения A, B, и C идентифицируют магнетит.
- (2) Наблюдения D, E, и F идентифицируют оливин.
- (3) Наблюдения A, C, и E идентифицируют гранат.
- (4) Наблюдения B, D, и F идентифицируют гематит.

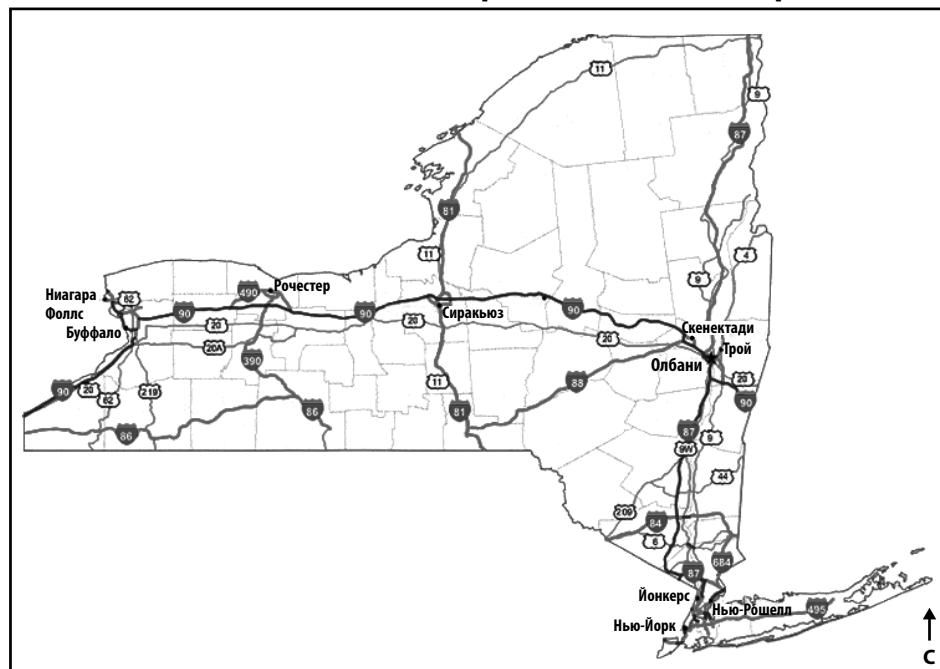
Шахты по добыче известняка и доломита занимают третье место по количеству шахт в штате Нью-Йорк. Эти породы в основном используются в качестве щебня в строительстве.

На картах ниже представлена информация о шахтах и основных автомагистралях штата Нью-Йорк.

### Карьер по добыче известняка и доломита, 2020 г.



### Основные автомагистрали штата Нью-Йорк



- 15 Используя данные карты, составьте пояснение, описывающее, как на деятельность человека могло повлиять наличие известняка и доломитита в штате Нью-Йорк. [1]

---

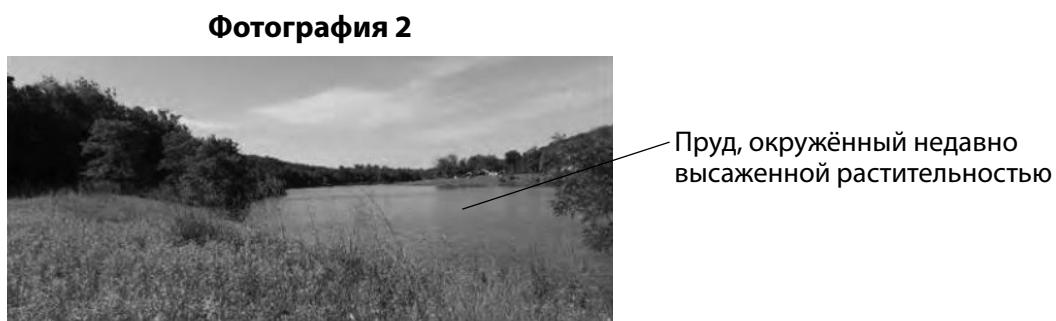
---

---

---

Шахты в штате Нью-Йорк должны «восстанавливаться» после окончания проведения шахтных работ. Это означает, что воздействие шахты на окружающую среду должно быть обращено вспять путем возвращения земли в экологически или экономически пригодное состояние.

На фотографиях ниже показаны два этапа восстановления шахты Woodbourne Flats в округе Салливан, штат Нью-Йорк. На фотографии 1 показан участок реки Неверсник с 600 недавно посаженными деревьями местной черной ивы. На фотографии 2 показан созданный человеком пруд площадью 35 акров. Он окружен растительностью, естественной для этой местности.



- 16 Впишите правильные буквы из предложенных ниже вариантов в строку в конце каждого предложения, чтобы завершить каждое утверждение о процессе восстановления шахты Woodbourne Flats. [1]

**Выбор для утверждения 1**

- A — укреплять берега реки и уменьшать отложения осадочных пород вдоль берегов реки  
B — укреплять берега реки и уменьшать последствия наводнений

**Выбор для утверждения 2**

- C — улавливать ливневые воды, содержащие отложения, для использования в качестве источника питьевой воды в близлежащем жилом комплексе  
D — улавливать стоки с прилегающей территории и уменьшать количество осадков, попадающих в близлежащую реку

**Выбор для утверждения 3**

- E — укреплять склоны и восстанавливать среду обитания исходной экосистемы  
F — укреплять склоны и внедрять неместные растения в исходную экосистему

**Утверждение 1:** посадка черных ив будет \_\_\_\_\_.

**Утверждение 2:** создание пруда площадью 35 акров будет \_\_\_\_\_.

**Утверждение 3:** посадка растительности вокруг пруда будет \_\_\_\_\_.

Дорожные покрытия обычно строятся из смеси заполнителей (песка, гравия и щебня). Их удерживает вместе эмульгирующее вещество. Эмульгатор — это липкое, похожее на смолу вещество, получаемое из нефти. Исторически сложилось так, что для строительства дорог использовались природные источники (добываемый камень). В проектах по обновлению дорог используется более новый метод восстановления покрытия, называемый использованием «переработанного асфальтового покрытия» (RAP). Некоторые отличия между этими двумя методами восстановления покрытия описаны в таблице ниже. Модель демонстрирует оборудование, используемое в проекте по восстановлению дорожного покрытия по методу RAP.

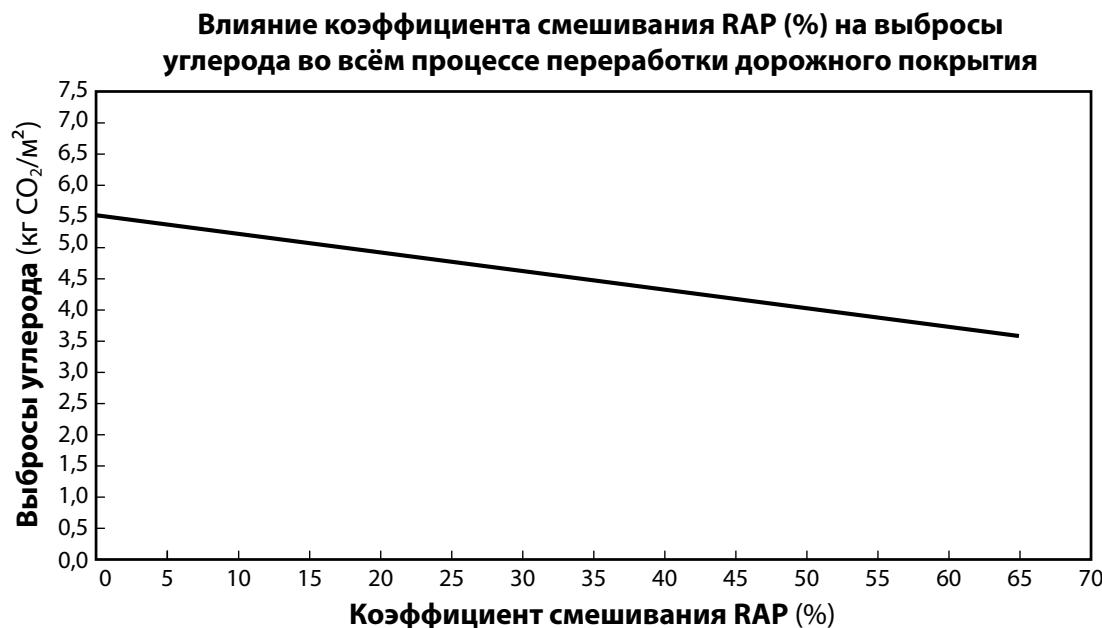
	<b>Натуральные материалы для дорожного покрытия</b>	<b>Переработанное асфальтовое покрытие</b>
<b>Источник в виде минеральной части</b>	Карьерная порода добывается из недр земли и перевозится на грузовиках на перерабатывающий завод.	Фрезерные машины шлифуют существующие дорожные покрытия для использования на месте.
<b>Обработка минеральной части</b>	Камень дробят, сортируют и сушат, а затем смешивают с эмульгатором в соотношении от 3 до 7%.	измельченный материал смешивают с 1–3% эмульгатора.
<b>Транспортировка материалов</b>	Природные материалы для мощения доставляются на грузовиках из карьера на стройплощадку, часто за несколько миль.	измельченный материал не требует транспортировки к месту ремонта дороги.
<b>Воздействие работы шахт на окружающую среду</b>	Камень добывается на открытых разработках, которые требуют восстановления.	Переработанный материал не нужно добывать, и восстановление не требуется.

**Модель асфальтового покрытия из переработанных материалов (RAP)**



- 17 Какое из приведенных ниже утверждений правильно определяет выгоду для местного сообщества при сравнении этих двух проектных решений для ремонта дорог?
- (1) Местные карьеры, поставляющие природные материалы для укладки, будут использовать больше топлива для грузоперевозок и переработки.
  - (2) При укладке переработанного асфальтового покрытия используется больше нефтепродуктов в виде топлива и эмульгатора.
  - (3) Переработанное асфальтовое покрытие не требует проведения процедуры восстановления и продлевает срок службы существующих карьеров.
  - (4) При использовании асфальтового покрытия из переработанных материалов повышаются расходы на взрывные работы, дробление и переработку

Природный материал иногда смешивается с переработанным асфальтовым покрытием (RAP) на асфальтовом заводе. Процентное соотношение RAP и природного материала называется коэффициентом смешивания. На графике ниже представлена информация о переработке дорожного покрытия.



- 18 В какой строке приведенной ниже таблицы правильно указано, как использование RAP при укладке дорожных покрытий влияет на уровни CO<sub>2</sub> в атмосфере и как оно влияет на климат?

Строка	Коэффициент смешивания RAP (%)	Выбросы углекислого газа (кг CO <sub>2</sub> /м <sup>2</sup> )	Воздействие на климат
(1)	Увеличение	Увеличение	Усиление глобального потепления
(2)	Уменьшение	Увеличение	Уменьшение интенсивности глобального потепления
(3)	Увеличение	Уменьшение	Уменьшение интенсивности глобального потепления
(4)	Уменьшение	Уменьшение	Усиление глобального потепления

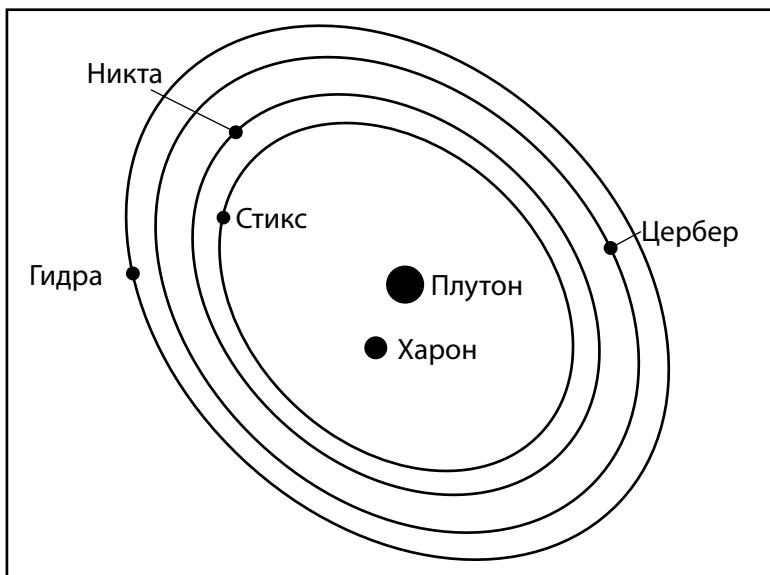
Для ответа на вопросы с 19 по 23 используйте приведенную ниже информацию, а также свои познания в области наук о Земле и космосе. Для ответа на некоторые вопросы могут понадобиться *Справочные таблицы по наукам о Земле и космосе издания 2024 года*.

### Луны Плутона

Помимо восьми планет, наша Солнечная система состоит из других небесных объектов, в том числе карликовых планет. Открытый в 1930 году Плутон является одной из крупнейших карликовых планет нашей Солнечной системы. У Плутона насчитывается пять лун, самая большая из них — Харон. Харон примерно в два раза меньше Плутона, поэтому некоторые ученые называют эти небесные тела системой двойной карликовой планеты.

На приведенной ниже модели показана информация о бинарной системе Плутон-Харон. Орбита Харона вокруг Плутона не показана.

### Модель орбит спутников Плутона — 7 июля 2012 г.



### Луны Плутона

Название спутника	Среднее орбитальное расстояние (км)	Эксцентриситет
Харон	19 640	0,0022
Гидра	64 738	0,0059
Цербер	57 783	0,0033
Никта	48 694	0,0020
Стикс	42 656	0,0058

- 19 Используя модель и таблицу данных, заполните *Список лун* ниже, перечислив луны в порядке возрастания периода обращения вокруг Плутона. Обоснуйте свой ответ, используя один из законов Кеплера. [1]

**Список спутников**



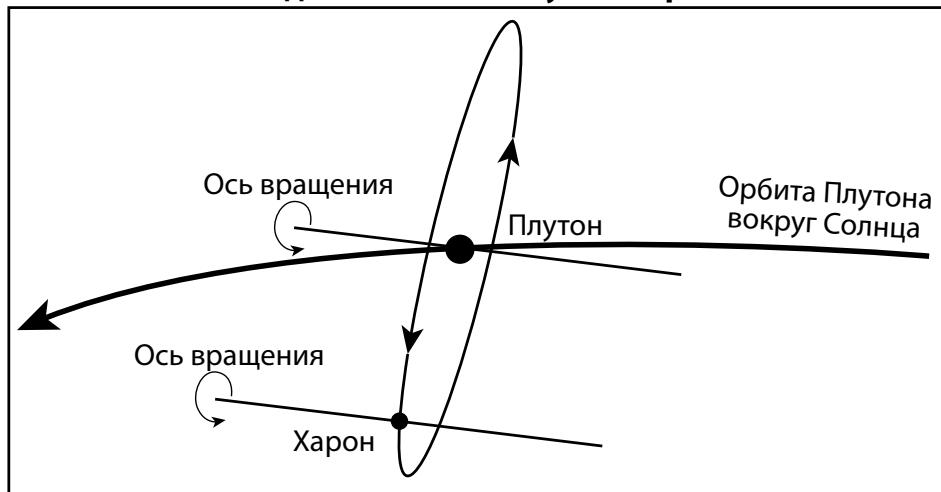
Обоснование: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

- 20 Если исходить из информации, содержащейся в таблице данных *Луны Плутона*, какая строка в таблице ниже правильно описывает орбитальную скорость Стикса и силу гравитационного притяжения, которую оказывает на Стикс Плутон, когда тот вращается вокруг Плутона?

Строка	Орбитальная скорость	Гравитационная сила
(1)	Постоянная	Постоянная
(2)	Не постоянная	Постоянная
(3)	Постоянная	Не постоянная
(4)	Не постоянная	Не постоянная

На приведенной ниже модели приведены некоторые сведения об орбите вращения Плутона вокруг Солнца и орбите вращения Харона вокруг Плутона.

### Модель системы Плутон-Харон



В таблице данных ниже приведена информация о Плутоне и Хароне.

Небесное тело	Диаметр (км)	Период вращения (земных суток)	Орбитальный период (земных суток)
Плутон	2377	6,4	90 560
Харон	1214	6,4	6,4

- 21 Какие доказательства, представленные в модели и таблице данных, подтверждают утверждение о том, что фазы Харона, наблюдаемые с Плутона, изменяются циклически?
- (1) Плутон обращается вокруг Солнца каждые 90 560 земных суток.
  - (2) Харон обращается вокруг Солнца каждые 90 560 земных суток.
  - (3) Харон обращается вокруг Плутона каждые 6,4 земных суток.
  - (4) Харон обращается вокруг Солнца каждые 6,4 земных суток.

**22** Учащийся заявляет следующее:

Одна и та же сторона Харона всегда обращена к Плутону для наблюдателя, находящегося на Плутоне, точно так же, как одна и та же сторона Луны всегда обращена к Земле для наблюдателя, находящегося на Земле.

Поставьте галочку () либо в поле «Верно», либо в поле «Неверно» ниже, чтобы указать, поддерживает или опровергает приведенная информация утверждение данного учащегося. Обоснуйте свой ответ, используя доказательства на основе предоставленной информации. [1]

Поддерживаю

Не соглашаюсь

Обоснование: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Впервые Харон был обнаружен в 1978 году в Военно-морской обсерватории США. Четыре луны меньшего размера были открыты в период с 2005 по 2012 год с помощью космического телескопа «Хаббл». Некоторые исследователи предполагают, что все пять лун могут быть обломками, образовавшимися в результате столкновения какого-то объекта с Плутоном. Другие предполагают, что четыре меньшие луны образовались в результате столкновения с Хароном.

**Фотография Плутона**



**Увеличенная фотография Харона**



**23** Какое утверждение свидетельствует о том, что четыре самые малые луны Плутона образовались в результате возможного столкновения с Плутоном или Хароном?

- (1) Поверхность Плутона покрыта метановым льдом.
- (2) На поверхности Харона существуют кратеры диаметром до 240 километров.
- (3) Четыре самые малые луны врачаются вокруг своей оси быстрее, чем Плутон или Харон.
- (4) И на Плутоне, и на Хароне есть ледяные вулканы, образовавшиеся в результате выпучивания подповерхностного льда.

Для ответа на вопросы с 24 по 27 используйте приведенную ниже информацию, а также свои познания в области наук о Земле и космосе. Для ответа на некоторые вопросы могут понадобиться *Справочные таблицы по наукам о Земле и космосе издания 2024 года*.

### Доггерленд

Доггерленд — это территория, которую когда-то занимали древние люди. Когда-то эту территорию покрывали ледники, но они растаяли в период времени от 20 000 до 9000 лет назад. Доггерленд соединял современную Францию с Англией. На картах ниже представлена некоторая информация о Доггерленде.

**Карта 1. Доггерленд 18 000 лет назад**



**Карта 2. Доггерленд 9000 лет назад**



**Карта 3. Доггерленд сегодня**



#### Пояснения

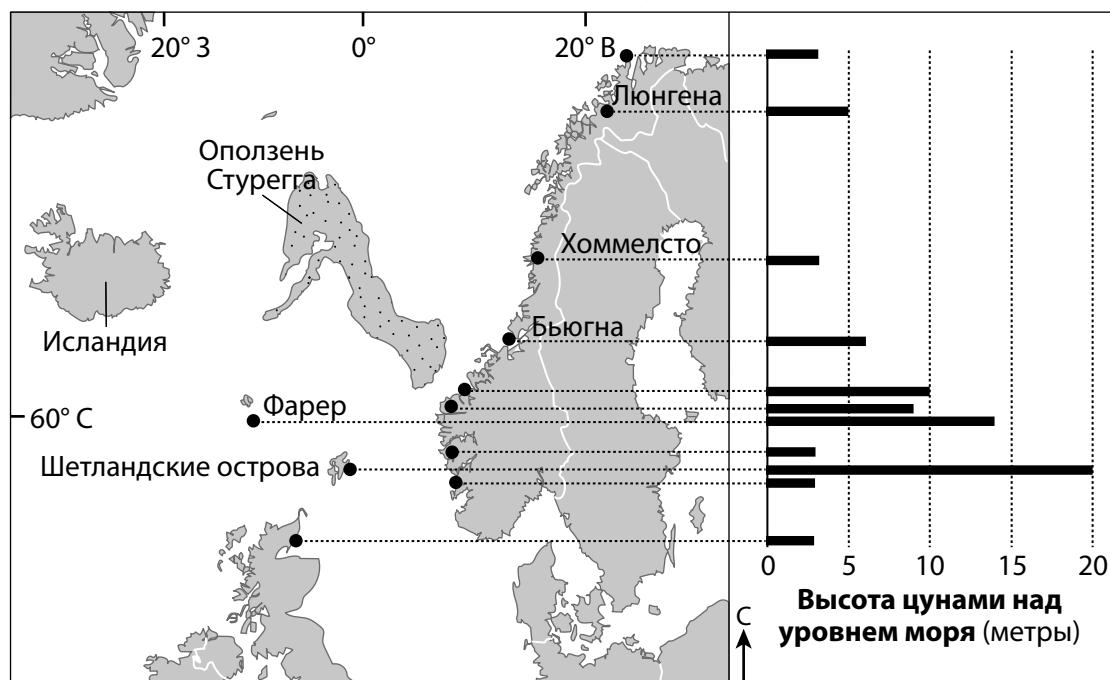
Примерное местоположение слоя льда



- 24 Какое утверждение резюмирует изменения климата, которые, скорее всего, произошли в Дублине (Ирландия) за последние 18 000 лет?
- (1) Восточно-Гренландское течение вызвало повышение температуры и уменьшение влажности в Ирландии.
  - (2) Норвежское течение вызвало понижение температуры и уменьшение влажности в Ирландии.
  - (3) Североатлантическое течение вызвало повышение температуры и увеличение влажности в Ирландии.
  - (4) Канарское течение вызвало понижение температуры и увеличение влажности в Ирландии.

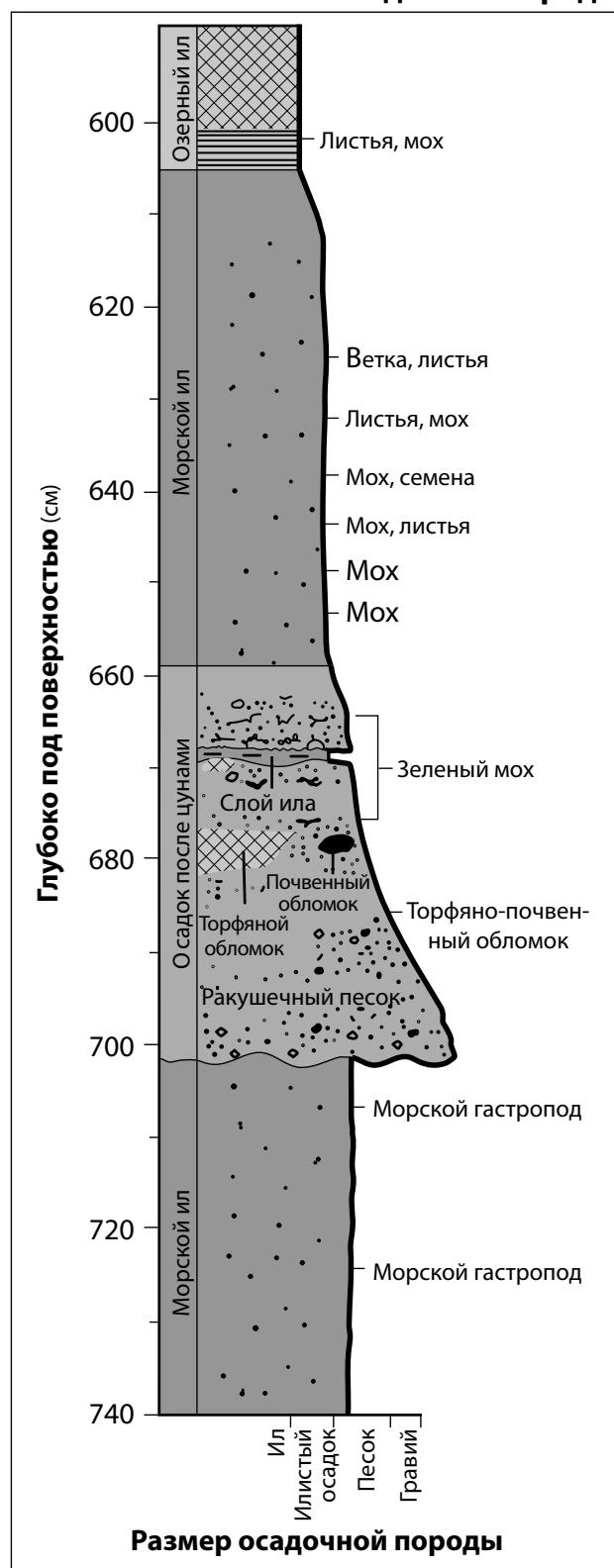
Подводный оползень Стурегга также затронул регион Доггерленд. На карте ниже приведены некоторые сведения об оползне Стурегга и связанном с ним цунами, которые произошли 8200 лет назад.

**Карта оползня Стурегга**



Поперечный разрез осадочных пород в Хоммелсто показан после анализа отложений цунами в Хоммелсто (Норвегия).

### Хоммелст о Сечение осадочной породы



25 В каком ряду правильно заполнен приведенный ниже отрывок?

После того как оползень Стурегга привел к образованию цунами, первоначальная волна вызвала бы А процесс на побережье Шетландских островов. Побережье подверглось бы воздействию В. На регион С цунами оказало меньшее воздействие; высота волны составила около Д.

Строка	A	B	C	D
(1)	конструктивный	эрозии	Фарер	14 метров
(2)	конструктивный	осаждения	Люнгена	2 метров
(3)	деструктивный	эрозии	Хоммелсто	3 метров
(4)	деструктивный	осаждения	Бьюгна	6 метров

Учащиеся, проанализировавшие *поперечный разрез осадочных пород в Хоммелсто*, сделали пять заявлений, приведенных ниже.

Заявления

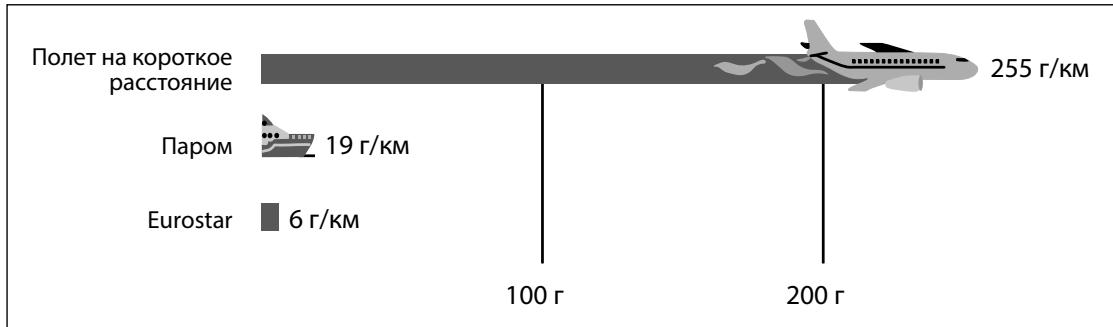
- I — Морские брюхоногие моллюски — самые древние остатки органического материала.
- II — Отложения цунами содержат самые крупные осадки.
- III — Торф и почвенные обломки встречаются только на глубине 640 см.
- IV — Мелкие ветви, листья и мох в этих отложениях содержат более 75% уровня первоначального углерода-14 в них.
- V — Осадки и органический материал на глубине 600 см, скорее всего, являются пресноводными отложениями.

26 Какие три утверждения дают правильную интерпретацию данных, собранных в Хоммелсто?

- (1) Утверждения I, II и III
- (2) Утверждения II, IV и V
- (3) Заявления III, IV и V
- (4) Утверждения I, II и V

В 1994 году Англия вновь соединилась с Францией, но не с помощью сухопутного моста, подобного Доггерленду. Скоростной поезд Eurostar, который курсирует по проходящему под Ла-Маншем туннелю, ежегодно перевозит 11 миллионов человек. До 1994 года путешественники, пересекающие Ла-Манш, в основном пользовались самолетами и паромами. На инфографике ниже приведена информация о выбросах углекислого газа при использовании различных видов транспорта.

#### Среднее количество высвобожденного углерода (г/км) на одного пассажира



- 27 Определите систему Земли, на которую поезд Eurostar оказывает *наименьшее* воздействие. Используйте числовые данные, чтобы объяснить, как это решение уменьшает воздействие на систему. [1]

Система Земли: \_\_\_\_\_

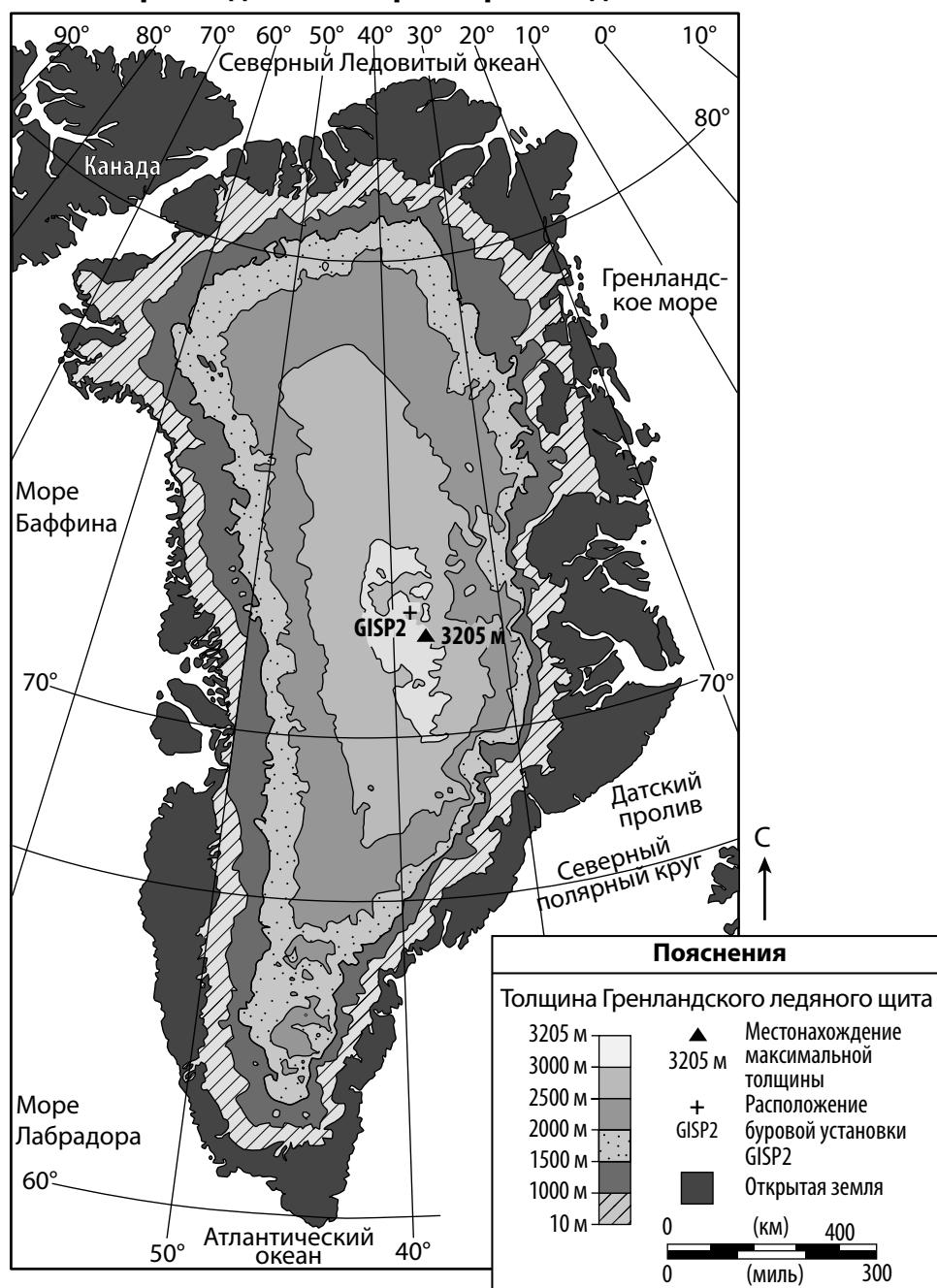
Пояснение: \_\_\_\_\_

Для ответа на вопросы с 28 по 32 используйте приведенную ниже информацию, а также свои познания в области наук о Земле и космосе. Для ответа на некоторые вопросы могут понадобиться *Справочные таблицы по наукам о Земле и космосе издания 2024 года*.

### Ледниковый лед Гренландии

Гренландский ледяной щит — это большой массив льда, который покрывает около 80% массы суши. Этот лед составляет значительную часть запасов пресной воды на Земле и играет важную роль в формировании климата планеты. Поэтому ученые уже много десятилетий изучают, как меняется этот ледяной щит.

#### Карта ледяного покрова Гренландии



28 Исходя из данных карты, какое доказательное утверждение правильно определяет, как изменение климата, скорее всего, повлияло на нынешнюю структуру толщины льда в Гренландии?

- (1) Охлаждение климата в полярных регионах привело к отсутствию льда и наличию большей площади открытой земли в районе Баффинова залива, чем вдоль Датского пролива.
- (2) Более теплый климат на низких высотах привел к тому, что лед стал наиболее толстым вблизи центра Гренландии, где его толщина превышает 3000 м, и истончился до 0 м вдоль береговых линий.
- (3) Холодный климат привел к образованию ледяного покрова толщиной от 0 м по краям до более чем 2500 м в районе буровой установки GISP 2.
- (4) Потепление климата не привело к формированию универсальной модели толщины льда, поскольку суша обнажается по краям всей береговой линии.

На графике ниже приведена информация об изменении массы льда Гренландского ледяного щита в Гт (гигатоннах, т. е. миллиардах тонн).



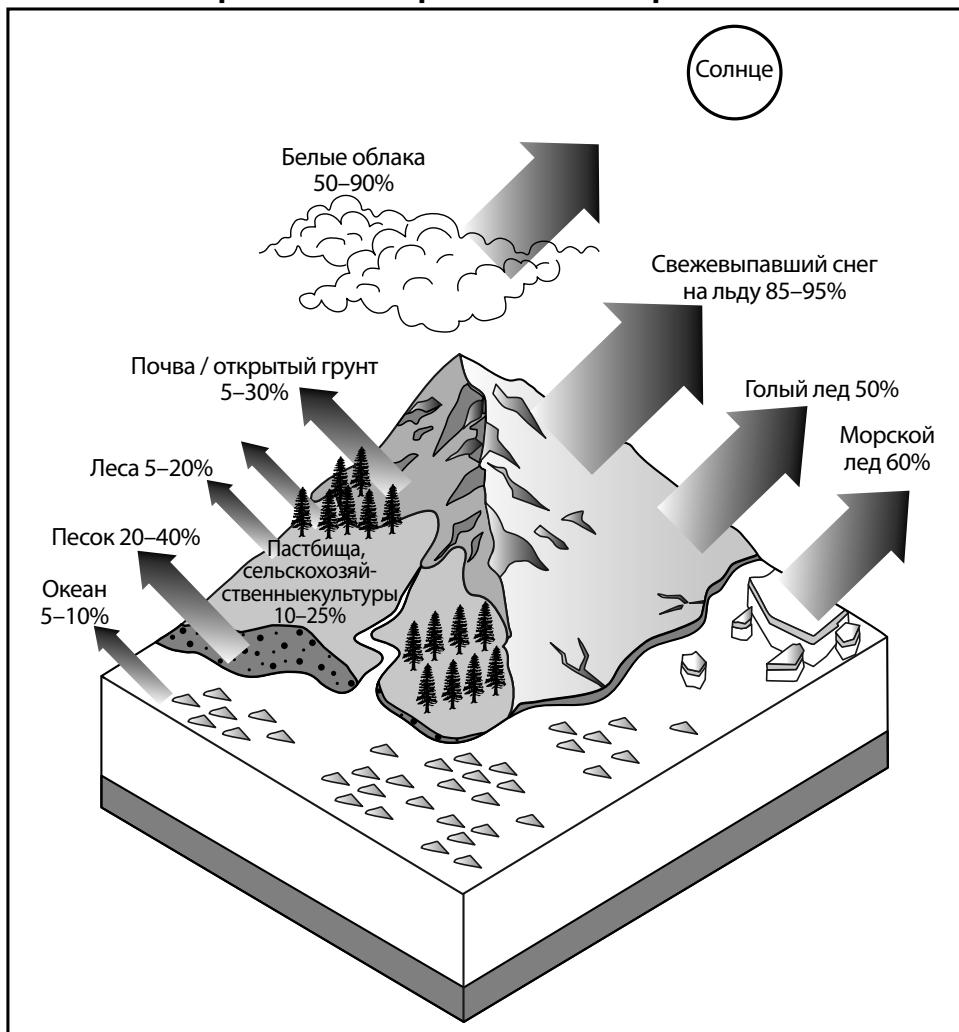
29 Используя информацию, представленную на графике, сформулируйте утверждение, описывающее обратную связь, которая возникает в результате изменения массы льда в Гренландии, приводящего к изменениям в океанах Земли. [1]

30 Исходя из тенденции, показанной на графике, какое утверждение правильно описывает скорость изменения массы льда в период с 2010 по 2022 год?

- (1) Скорость изменения массы льда составляла около 250 Гт/год.
- (2) Скорость изменения массы льда составляла около 250 Гт за 12 лет.
- (3) Темпы изменения потери массы льда в период с 2010 по 2022 год были ниже, чем за любой предыдущий период длительностью 12 лет.
- (4) С 2010 по 2022 год потеря массы льда составляла 3000 Гт/год.

На приведенной ниже модели приведены некоторые сведения об эффекте альбедо. Это влияние различных типов поверхности Земли на способность к отражению солнечного излучения. Если морской лед отражает 60% энергии Солнца, то 40% солнечной энергии поглощается морским льдом.

**Модель процентного соотношения солнечного света, отраженного от различных поверхностей**



- 31 Используя информацию, полученную на основании анализа модели и графика, впишите правильную букву из предложенных ниже вариантов в бланк, чтобы завершить каждое утверждение об эффекте альбедо. [1]

Выбор для утверждения 1	Выбор для утверждения 2	Выбор для утверждения 3
A. 20% более излучения B. 60% более излучения C. 80% более излучения	D. потока, попадающего на поверхность Земли E. отражения от поверхности Земли F. потока, излучаемого большим количеством обнаженного льда	G. региональное и глобальное похолодание и изменение уровня моря H. региональное потепление и изменение уровня моря I. сохранение нынешнего полярного климата и уровня моря

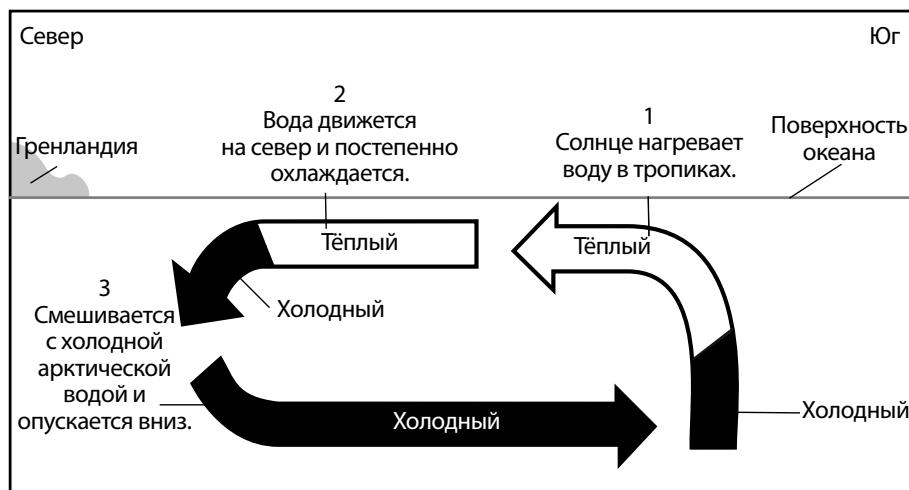
**Утверждение 1:** Если использовать максимальные значения в модели, по сравнению с таянием голого льда на Гренландском ледяному щите, когда обнажается больше почвы/грунта, приблизительно \_\_\_\_\_ поглощается открытым грунтом.

**Утверждение 2:** Увеличение количества открытых участков земли на суше Гренландии приведет к увеличению энергетического \_\_\_\_\_ в светлое время суток.

**Утверждение 3:** Конечным влиянием на климат Гренландии будет \_\_\_\_\_.

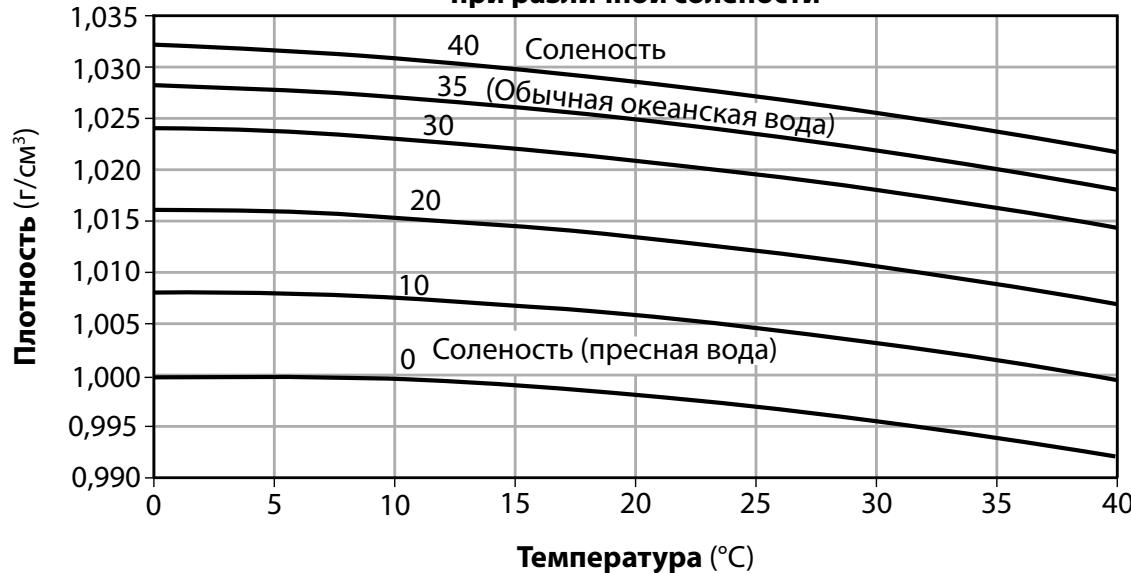
На приведенной ниже модели показаны некоторые сведения о циркуляции океанических течений.

### Рабочая модель океанических течений

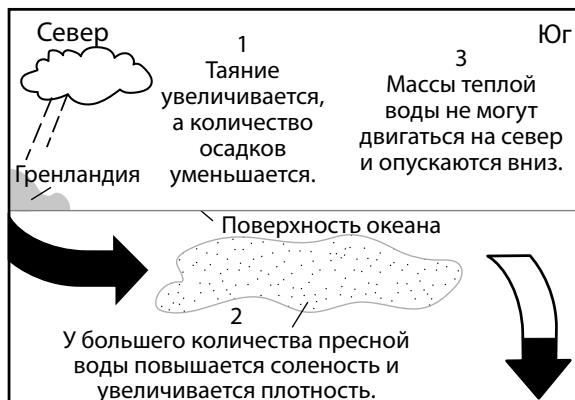
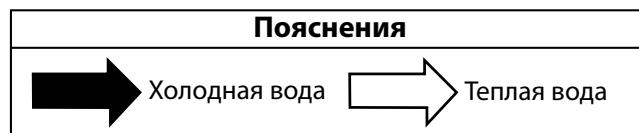


На графике ниже приведена информация о некоторых характеристиках морской воды. Соленость измеряется в количестве граммов солей (хлоридов) на килограмм воды, или частей на тысячу (ppt).

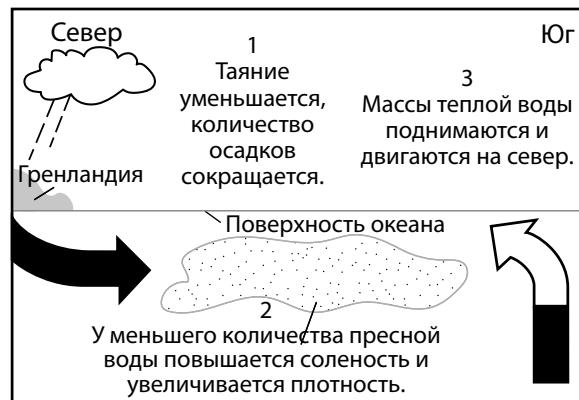
**Плотность и температура морской воды при различной солености**



- 32 Какая из приведенных ниже моделей, основываясь на модели и графике, правильно описывает изменения в земной системе у побережья Гренландии?



(1)



(3)



(2)



(4)

Для ответа на вопросы с 33 по 37 используйте приведенную ниже информацию, а также свои познания в области наук о Земле и космосе. Для ответа на некоторые вопросы могут понадобиться *Справочные таблицы по наукам о Земле и космосе издания 2024 года*.

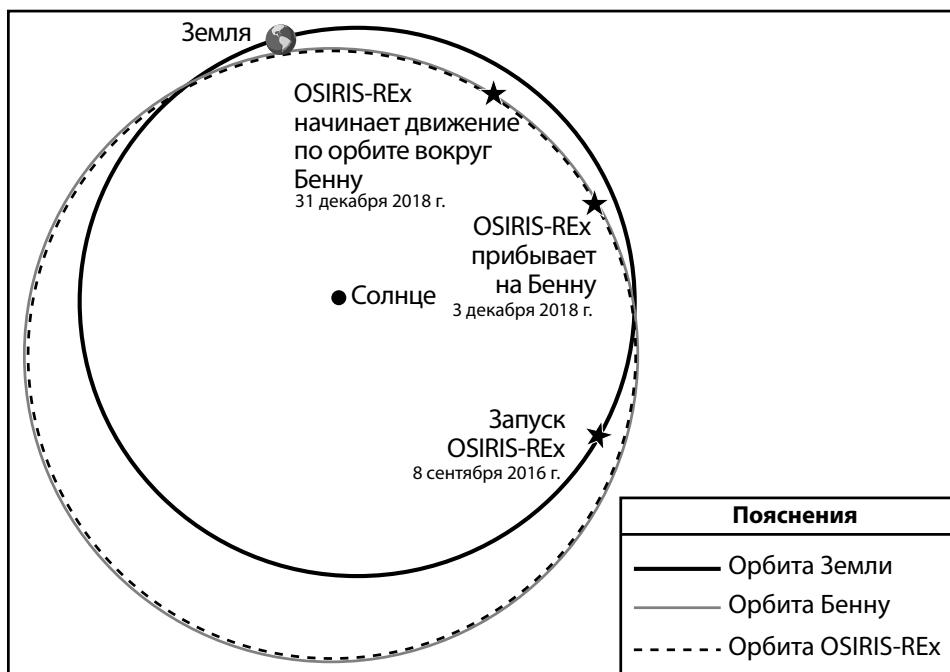
### Бенну

Бенну — это небольшой астероид возрастом около 4,6 миллиарда лет. В настоящее время Бенну вращается вокруг Солнца на среднем расстоянии от него около 1,1 астрономической единицы. Одна астрономическая единица (AU) равна среднему расстоянию между Землей и Солнцем. Орбита Бенну наклонена на пять градусов относительно орбиты Земли.

В 2016 году НАСА отправило космический аппарат OSIRIS-REx для изучения Бенну. Карта поверхности астероида была составлена в 2018 году. Образец астероидного материала был отобран в 2020 году и возвращен на Землю в 2023 году. Первые исследования образца позволяют предположить, что первоисточник Бенну содержал воду, лед и моноксид углерода (угарный газ) в форме льда. Лед из угарного газа образуется на расстоянии примерно 4500 миллионов километров (30 астрономических единиц) от Солнца.

На приведенной ниже модели показаны некоторые сведения о траекториях движения Земли, Бенну и космического аппарата OSIRIS-REx.

### Орбиты Земли, Бенну и OSIRIS-REx



(Рисунок не отражает масштаб)

- 33 Учащийся хотел идентифицировать математическую и вычислительную информацию, необходимую для определения времени посадки OSIRIS-REx на Бенну. В какой таблице правильно указаны период обращения и среднее расстояние, необходимые для прогнозирования того, когда OSIRIS-REx пересечет орбиту Бенну, что позволило бы ему совершить посадку на Бенну?

Период обращения Земли (земные сутки)	365,26
Среднее расстояние до Земли от Солнца (млн км)	149,6
Период обращения Бенну (земные дни)	365,26
Среднее расстояние до Бенну от Солнца (млн км)	169,0

(1)

Период обращения Земли (земные сутки)	365,26
Среднее расстояние до Земли от Солнца (млн км)	149,6
Период обращения Бенну (земные дни)	436,65
Среднее расстояние до Бенну от Солнца (млн км)	169,0

(3)

Период обращения Земли (земные сутки)	365,26
Среднее расстояние до Земли от Солнца (млн км)	149,6
Период обращения Бенну (земные дни)	370,26
Среднее расстояние до Бенну от Солнца (млн км)	149,6

(2)

Период обращения Земли (земные сутки)	365,26
Среднее расстояние до Земли от Солнца (млн км)	149,6
Период обращения Бенну (земные дни)	436,65
Среднее расстояние до Бенну от Солнца (млн км)	299,2

(4)

- 34 Какое утверждение свидетельствует о формировании и движении Бенну в пределах Солнечной системы?

- (1) Бенну сформировался внутри орбиты Земли во времена массового вымирания динозавров, а затем сблизился с орбитой Марса.
- (2) Бенну сформировался вблизи орбиты Сатурна, когда на Земле произошла кислородная революция, а затем переместился ближе к Нептуну.
- (3) Бенну сформировался в поясе астероидов во времена изобилия строматолитов на Земле, а затем сблизился с Сатурном.
- (4) Бенну сформировался вблизи орбиты Нептуна в то же время, когда образовалась Солнечная система, а затем приблизился к Земле.

Ученые подсчитали, что существует небольшая вероятность того, что Бенну может столкнуться с Землей в 2182 году. Потенциальная возможность столкновения Бенну с Землей побудила ученых к проведению исследований, направленных на предотвращение этого события. Для решения этой проблемы было предложено три варианта.

Первый вариант — использование «кинетического ударного устройства». НАСА проверило эту возможность в рамках программы под названием Double Asteroid Redirection Test («Испытание перенаправления двойного астероида») (DART). НАСА провело эксперимент, столкнув астероид Диморфос с небольшим космическим аппаратом на скорости 6,6 км/с. Этого столкновения оказалось достаточно, чтобы изменить орбитальную скорость и траекторию движения Диморфоса.

Второй вариант — запустить ядерную боеголовку и заставить ее взорваться рядом с Бенну. Сила взрыва может изменить орбитальную траекторию Бенну.

Третий вариант — эффект Ярковского. Это — естественное явление, встречающееся на небольших астероидах. Оно заключается в том, что солнечное излучение воздействует на объект, вращающийся вокруг своей оси, изменяя его орбиту с течением времени. Ученые могли бы усилить этот эффект, покрасив поверхность астероида или покрыв ее фольгой, чтобы увеличить альбедо астероида.

- 35 Основываясь на циклических движениях Бенну и Земли, опишите условия, необходимые для столкновения Бенну с Землей. [1]
- 
- 
- 

- 36 Какое утверждение описывает причину изменения скорости космического аппарата DART до его столкновения с Диморфосом?

- (1) Его скорость увеличилась из-за гравитационного притяжения Солнца.
- (2) Его скорость увеличилась из-за гравитационного притяжения Диморфоса.
- (3) Его скорость уменьшилась под действием гравитационного притяжения Земли.
- (4) Его скорость уменьшилась из-за гравитационного притяжения Диморфоса.

- 37 Поставьте **одну** галочку в каждой строке, чтобы определить вариант (варианты 1 и 2 или вариант 3) который отвечает критериям и ограничениям, перечисленным в таблице ниже. [1]

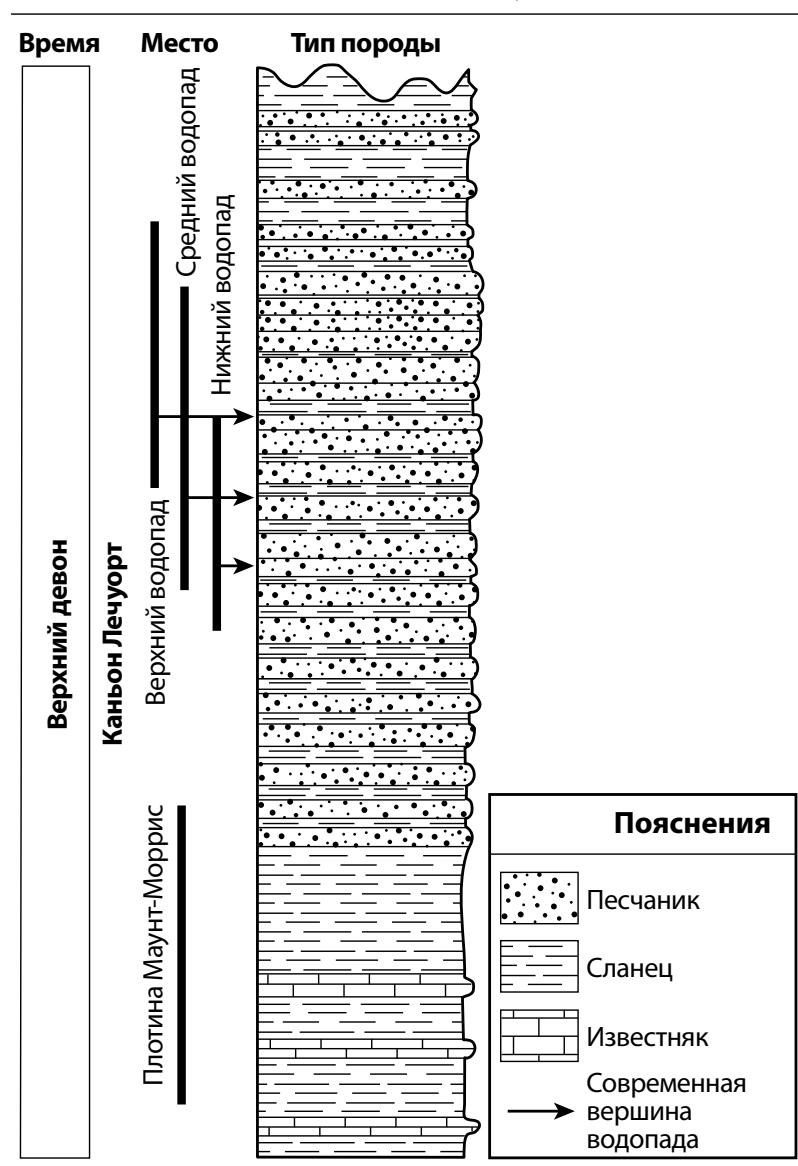
Критерии/ ограничения	Варианты 1 и 2 (DART / ядерный взрыв)	Вариант 3 (эффект Ярковского)
<b>Происходит Постоянно</b>		
<b>Солнечное излучение</b>		
<b>Риск столкновения обломков с Землей</b>		
<b>Приводит к быстрому изменению орбиты</b>		

Для ответа на вопросы с 38 по 41 используйте приведенную ниже информацию, а также свои познания в области наук о Земле и космосе. Для ответа на некоторые вопросы могут понадобиться *Справочные таблицы по наукам о Земле и космосе издания 2024 года*.

### Плотина Маунт-Моррис в национальном парке Лечуорт

Каньон Лечуорт расположен к юго-западу от Рочестера (штат Нью-Йорк), где через местный ландшафт протекает река Дженеси. Его иногда называют «Гранд-Каньоном Востока» из-за высоты его вертикальной поверхности. Горные породы, встречающиеся в стенах каньона, состоят в основном из сланцев и песчаников. Эти породы сформировались в позднедевонском периоде. Плотина Маунт-Моррис расположена в северной части каньона Лечуорт.

### Модель типов горных пород для части каньона Лечуорт



(Рисунок не отражает масштаб)

- 38 В каньоне Лечуорт река Дженеси размывает песчаники и сланцы с разной скоростью. Отметьте, какая порода более устойчива к воздействию реки Дженеси. Обоснуйте свой выбор с помощью **одного** доказательства на основе модели. [1]



песчаник



сланец

Доказательство: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

На фотографии ниже изображен каньон в национальном парке Лечуорт вдоль реки Дженеси. Два места в каньоне обозначены X и Y.

### Каньон Лечуорт



Учащиеся одного из классов получили задание определить новый туристический маршрут вдоль края участка реки Дженеси, изображенного на фотографии.

Один из учащихся делает следующее утверждение:

Самый безопасный туристический маршрут должен проходить рядом с местом A, потому что в месте B существует более высокая вероятность выветривания и эрозии вследствие C, что повышает риск D вдоль маршрута.

**Варианты:**

A	B	C	D
X или Y	X или Y	ветер или сила тяжести	наводнения или оползни

39 Какая последовательность терминов лучше всего соответствует этому утверждению?

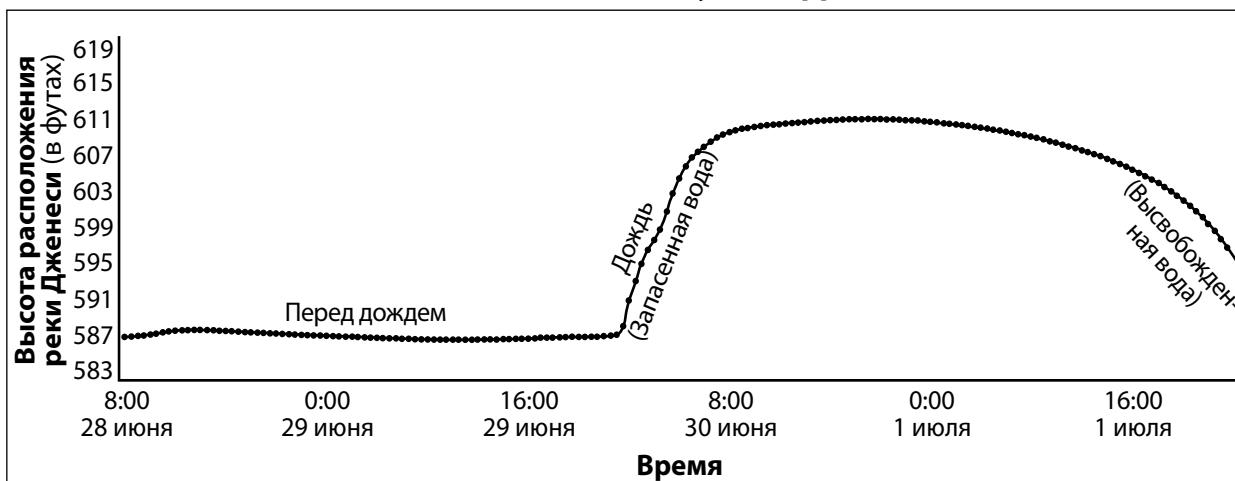
- (1) A: X    B: Y    C: сила тяжести    D: оползни
- (2) A: X    B: Y    C: сила тяжести    D: наводнения
- (3) A: Y    B: X    C: ветер                 D: оползни
- (4) A: Y    B: X    C: ветер                 D: наводнения

- 40 Какие конструктивные процессы, скорее всего, ответственны за распределение слоев горных пород в каньоне Лечуорт?
- Перекристаллизация, осаждение и выветривание горных пород
  - Застывание, охлаждение осадочных пород и газовыделение из них
  - Эрозия, выпадение минеральных осадков и складкообразование в горных породах
  - Захоронение, уплотнение и осаждение минералов в осадочных породах

Вдоль реки Дженеси и у плотины Маунт-Моррис расположено множество станций мониторинга потока, которые собирают данные об уровне воды в реке.

На приведенном ниже графике показана информация о реке Дженеси во время дождя.

**Дождь на плотине Маунт-Моррис**



- 41 Какое утверждение правильно определяет характер влияния постройки плотины Маунт-Моррис на возможность контролирования дождевых явлений?
- Строительство плотины позволило отрегулировать уровень воды в реке, что увеличило доступность пресной воды для жителей Рочестера.
  - Строительство плотины дало возможность контролировать уровень воды в реке Дженеси, что уменьшило вероятность наводнений и потери имущества для жителей Рочестера.
  - Строительство плотины позволило отрегулировать уровень воды в реке, благодаря чему на территории национального парка Лечуорт появилось больше мест для купания.
  - Строительство плотины дало возможность контролировать уровень эрозии в реке Дженеси, в результате чего в водопроводных системах Рочестера стало скапливаться больше осадочных пород.

Для ответа на вопросы с 42 по 45 используйте приведенную ниже информацию, а также свои познания в области наук о Земле и космосе. Для ответа на некоторые вопросы могут понадобиться *Справочные таблицы по наукам о Земле и космосе издания 2024 года*.

### Энергетические и минеральные ресурсы

Переход на использование возобновляемых источников энергии происходит во всем мире. Важное значение имеют минеральные ресурсы, такие как медь, никель, цинк и редкоземельные минералы. Они играют решающую роль при производстве и распределении традиционных и возобновляемых источников энергии.

Соединенные Штаты импортируют больше минеральных ресурсов, чем добывают. Другие страны тоже работают над переходом к экологически чистой энергии. Соединенным Штатам придется конкурировать с другими странами за эти минеральные ресурсы.

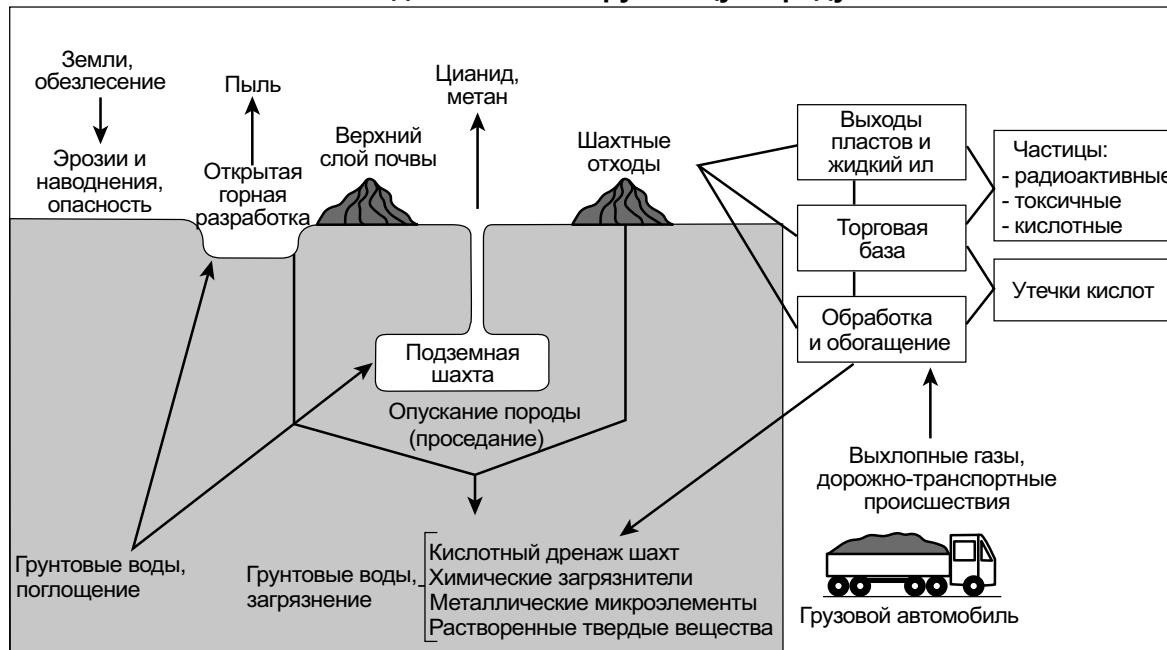
На фотографии ниже изображен открытый карьер недалеко от Солт-Лейк-Сити (штат Юта).

#### Медный рудник Кеннекотт, штат Юта



Процесс добычи меди оказывает экологическое воздействие на системы Земли. На приведенной ниже модели показаны некоторые этапы добычи меди на поверхности Земли и под ней.

### Модель добычи полезных ископаемых и ее потенциальное воздействие на окружающую среду



- 42 Один из учащихся утверждает, что медные рудники негативно влияют на поверхность Земли, вызывая изменения в системах Земли. Определите информацию в модели, которая свидетельствует о негативном воздействии на поверхность Земли и вызванном им изменении **одной** из систем Земли, которое бы подтверждало это утверждение. [1]

Отрицательное влияние: \_\_\_\_\_

Результирующее изменение одной из систем Земли: \_\_\_\_\_

В производстве большинства электромобилей используется более 50 кг меди. Учащиеся изучили информацию о разнице между бензиновыми и электрическими автомобилями. Ниже приводится краткое описание найденной информации.

### **Сравнение между бензиновым и электрическим автомобилем**

<b>Автомобиль с бензиновым двигателем</b>	<b>Электромобиль</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Для производства требуется два разных минерала</li> <li>● За одну милю пути высвобождается 411 грамм CO<sub>2</sub></li> <li>● Более тяжелый двигатель (~184 кг)</li> <li>● Требуется 22,3 килограмма добываемой меди</li> <li>● Средняя дальность поездки составляет 403 мили на одном баке бензина</li> <li>● Средняя стоимость эксплуатации составляет 1117 дол. США в год</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Для производства требуется семь различных минералов</li> <li>● За одну милю пути высвобождается 32 грамма CO<sub>2</sub></li> <li>● Электродвигатель весит 76 килограммов</li> <li>● На 340 килограммов тяжелее бензиновых автомобилей (в среднем)</li> <li>● Аккумулятор содержит 185 килограммов минералов</li> <li>● Может содержать проволоку из добываемой меди длиной более 1 мили для преобразования электрической энергии в механическую (~53,2 кг)</li> <li>● Средняя дальность поездки составляет 234 мили на одной зарядке</li> <li>● Средняя стоимость эксплуатации составляет 485 дол. США в год</li> </ul>

- 43 Если сравнивать автомобили, работающие на бензине, с электромобилями, то какое утверждение правильно описывает тип автомобиля, который оказывает меньшее воздействие на окружающую среду в аспекте функционирования горнодобывающей промышленности, и при этом обеспечивает надежную транспортировку на далекие расстояния?
- (1) Электромобиль оказывает меньшее воздействие на окружающую среду, поскольку его двигатель весит всего 76 килограммов, а средний запас хода составляет 234 мили.
  - (2) Электромобиль оказывает меньшее воздействие на окружающую среду, поскольку выбрасывает в атмосферу всего 32 грамма на милю и использует всего 53,2 килограмма меди.
  - (3) Автомобиль, работающий на бензине, оказывает меньшее воздействие на окружающую среду, поскольку для его производства используется всего 22,3 килограмма меди, а средний запас хода составляет 403 мили.
  - (4) Автомобиль, работающий на бензине, оказывает меньшее воздействие на окружающую среду, поскольку его эксплуатация обходится примерно на 500 долл. США дороже, чем эксплуатация электромобиля, а выбросы в атмосферу составляют всего 411 граммов CO<sub>2</sub> на одну милю пути.

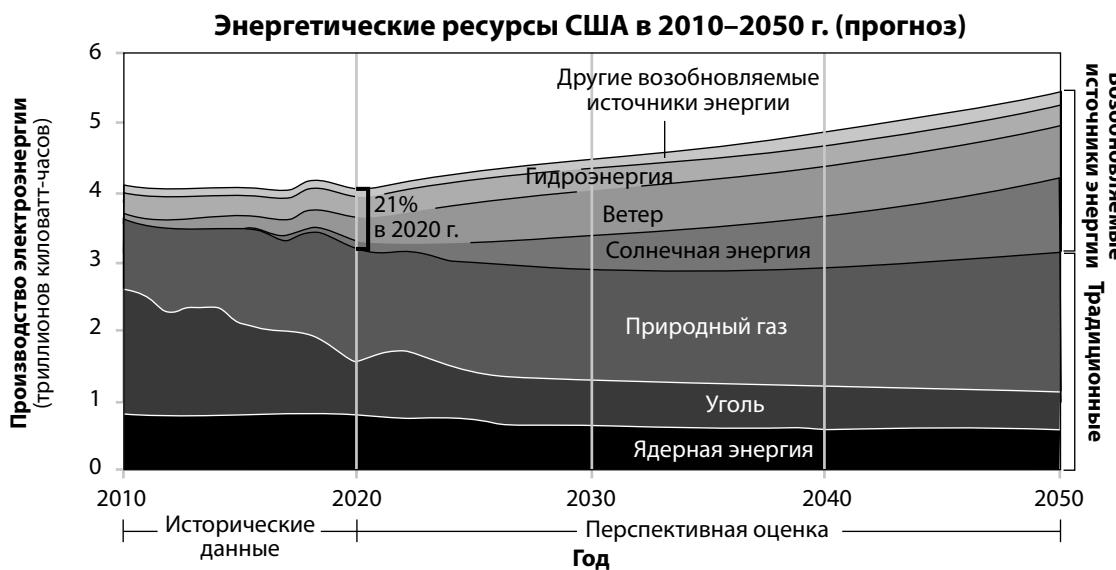
Медь — доступный и универсальный металл. Он стратегически важен для экономического развития. В приведенной ниже инфографике содержится информация о количестве меди, добытой на Земле в 2019 году, и о предполагаемых запасах меди, остающихся на Земле.



- 44 Какая версия наиболее правильно использует доказательства из инфографики, чтобы пояснить, как человеческая деятельность влияет на доступность меди, используемой в производстве новых электромобилей?
- По мере истощения запасов меди компании будут вынуждены снижать цену на медь ниже среднего уровня 2019 года, который составлял 6042 долл. США за тонну в странах, где есть медные рудники.
  - Пяти странам с 65% запасов меди придется сократить ее производство для экономии ресурсов, чтобы производить больше электромобилей.
  - Поскольку в период с 1995 по 2019 год мировое производство меди увеличилось более чем в два раза, всем странам, обладающим запасами меди, придется открывать новые рудники, чтобы удовлетворить непосредственный спрос на производство электромобилей.
  - Для удовлетворения спроса на производство электромобилей через 105 лет потребуется увеличить объемы переработки меди.

Человечество осознало, что запасы традиционных источников энергии ограничены. По этой причине страны работают над развитием возобновляемых источников энергии. В 2020 году возобновляемые источники энергии составляют 21% от всех ресурсов электрогенерации в США.

На графике ниже представлена информация о ресурсах производства электроэнергии в Соединенных Штатах.



45 Какое утверждение, основанное на фактах, правильно описывает прогнозируемое изменение ресурсов производства электроэнергии в США по мере роста спроса на нее?

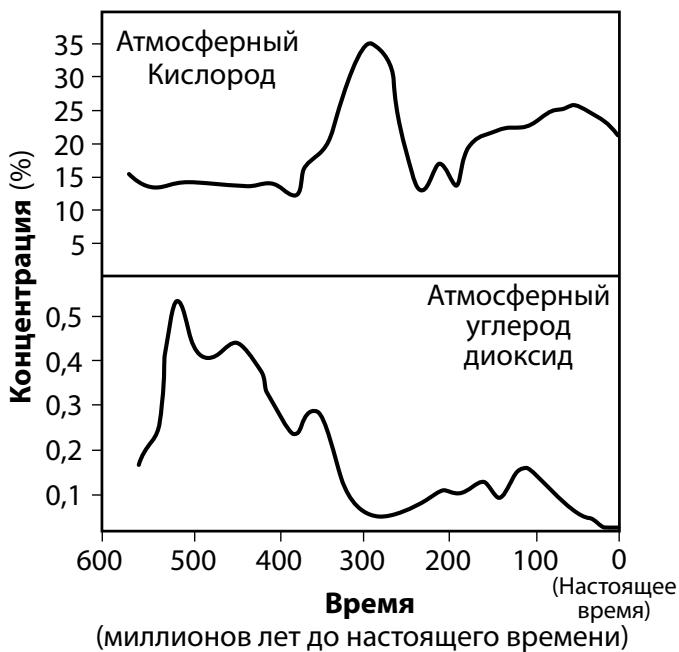
- (1) К 2030 году объемы гидроэнергетики превзойдут объемы атомной генерации.
- (2) К 2050 году возобновляемые источники энергии обгонят природный газ в качестве крупнейшего источника выработки электроэнергии.
- (3) Согласно прогнозам, к 2035 году производство энергии из угля увеличится.
- (4) По прогнозам, в период с 2020 по 2050 год ветряная энергетика будет развиваться быстрее, чем солнечная.

Для ответа на вопросы с 46 по 50 используйте приведенную ниже информацию, а также свои познания в области наук о Земле и космосе. Для ответа на некоторые вопросы могут понадобиться *Справочные таблицы по наукам о Земле и космосе издания 2024 года*.

### Каменноугольный период

В каменноугольном периоде растения прочно обосновались на суше. Были найдены свидетельства существования огромных лесов и гигантских болот, относящихся ко второй части каменноугольного периода. Это изменило концентрацию кислорода в атмосфере. Это также привело к изменению концентрации углекислого газа в атмосфере. На графике ниже показаны изменения концентрации газов в атмосфере с течением времени.

#### Изменение процентной концентрации атмосферного кислорода и углекислого газа со временем



- 46 Какое утверждение точно определяет изменение уровня кислорода в атмосфере в связи с изменениями в биосфере Земли в каменноугольном периоде?
- Уровень кислорода повысился в результате снижения количества лесов в биосфере.
  - Уровень кислорода повысился в результате сокращения процессов дыхания в биосфере.
  - Уровень кислорода повысился в результате усиления фотосинтеза в биосфере.
  - Уровень кислорода повысился в результате снижения интенсивности испарения воды растительностью в биосфере.

- 47 Ученые утверждают, что температура воздуха на поверхности Земли изменилась во время позднего каменноугольного периода. Проанализируйте данные, подтверждающие это утверждение, и определите, какие изменения в составе атмосферы Земли могли бы привести к изменению температуры. Также опишите это изменение температуры воздуха. [1]

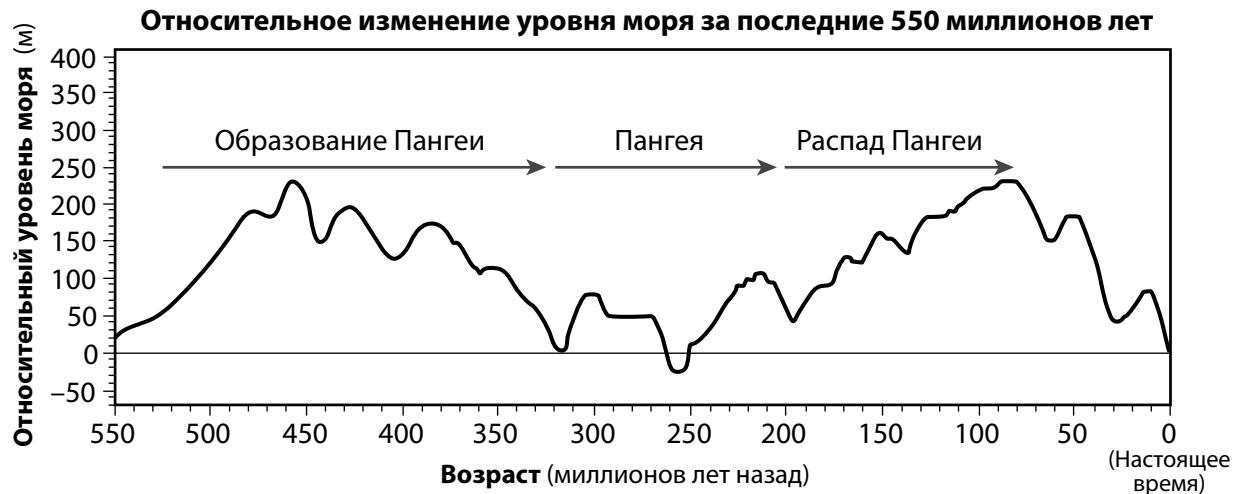
Изменение состава атмосферы: \_\_\_\_\_

---

Изменение приземной температуры воздуха: \_\_\_\_\_

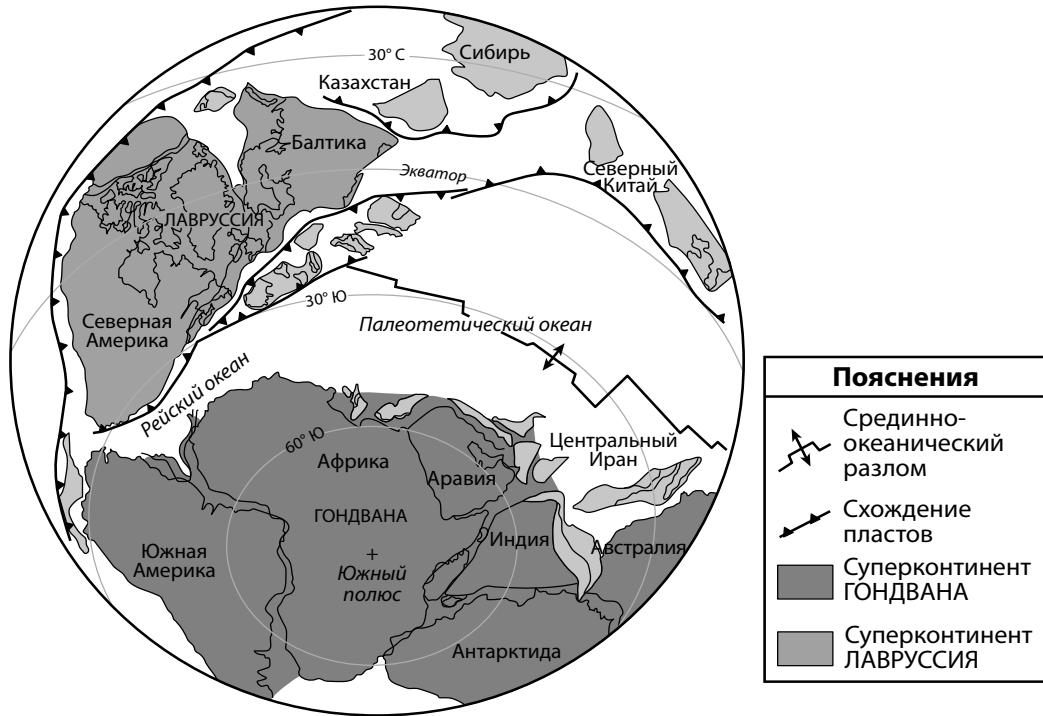
---

Учащиеся, изучавшие морские окаменелости с раннего до позднего каменноугольного периода, заметили, что количество окаменевших морских видов в породах значительно уменьшилось. Исследуя это явление, учащиеся рассмотрели несколько факторов, включая изменение уровня моря, оледенение и движение тектонических плит. На графике представлена информация об изменениях уровня моря и изменениях в Пангея за тот же период времени.

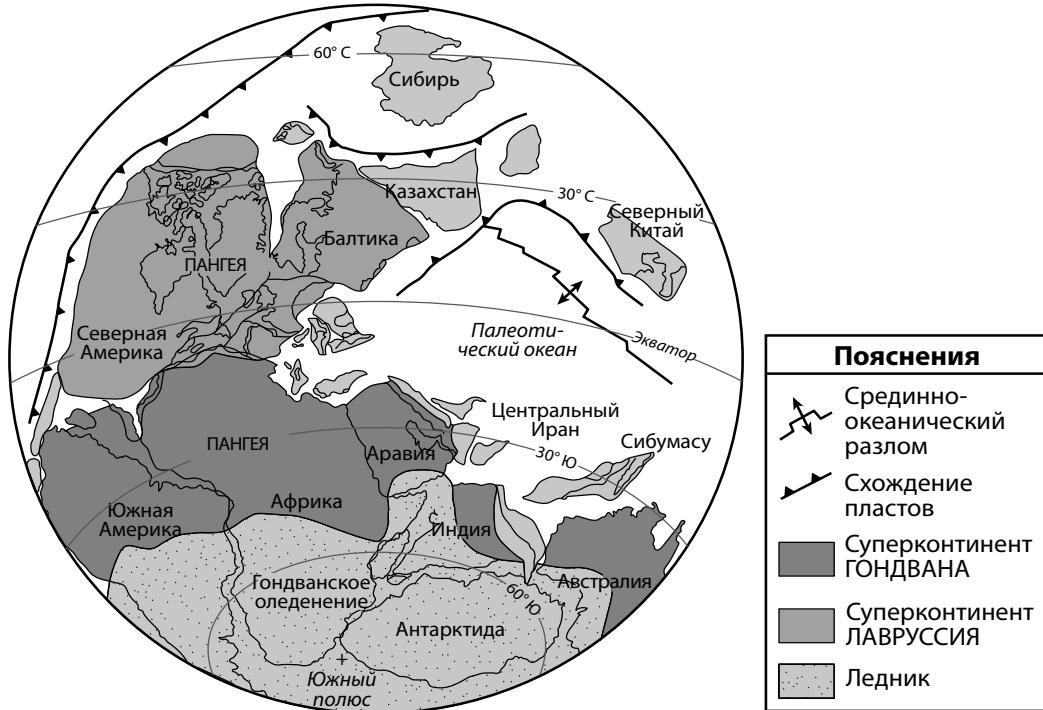


Учащиеся также проанализировали информацию, полученную в результате анализа карт раннего и позднего каменноугольного периода.

### Карта раннего каменноугольного периода: 340 миллионов лет назад

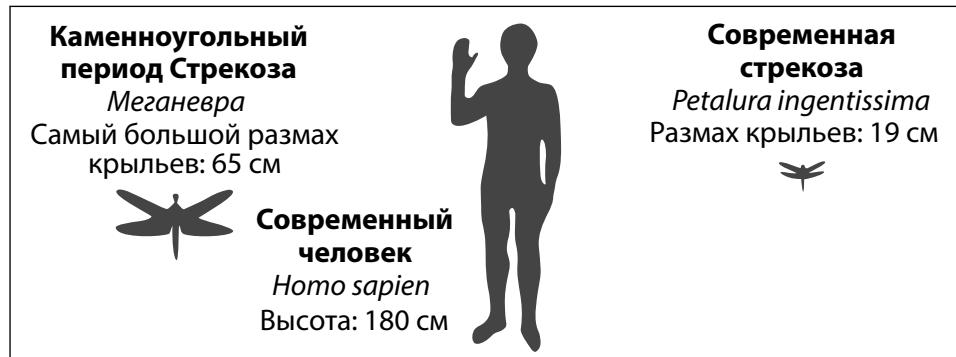


### Карта позднего карбона каменноугольного периода: 310 миллионов лет назад



Некоторые породы каменноугольного периода содержат окаменелости стрекозы *Меганевры* — вымершего насекомого, родственного современным стрекозам.

### Сравнение относительных размеров современных стрекоз и стрекоз каменноугольного периода



(Рисунок не в масштабе)

В приведенной ниже таблице данных сравниваются различия между современными стрекозами и стрекозами каменноугольного периода, *Меганеврами*, обусловленные различиями в концентрации атмосферных газов.

### Влияние атмосферного кислорода на размер тела стрекоз

Атмосферная среда обитания	Наибольший размах крыльев (см)
Современная среда обитания (21% атмосферного кислорода)	19,0 см
Среда обитания каменноугольного периода (31% атмосферного кислорода)	65 см

- 48 Составьте аргумент, предсказывающий относительный размах крыльев стрекозы, если бы она жила в атмосферных условиях, существовавших 200 миллионов лет назад, по сравнению с современными видами или видами стрекоз каменноугольного периода. [1]

---

---

---

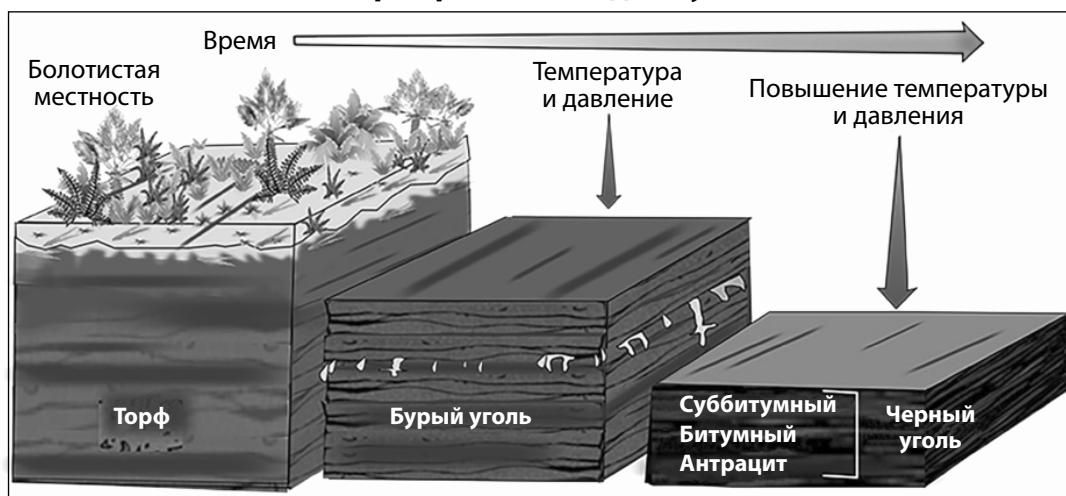
---

Учащиеся обобщили результаты своих исследований с использованием графика и карт, чтобы сформулировать утверждение: «Сокращение численности морских организмов с раннего до позднего каменноугольного периода — это результат изменения уровня моря и оледенения на Земле».

- 49 Какие доказательства, основываясь на анализе карт и графиков, подтверждают утверждение учащихся?
- (1) Усиление оледенения привело к увеличению количества льда в криосфере и снижению уровня воды в гидросфере.
  - (2) Повышение уровня воды в гидросфере имело место в результате таяния льда в криосфере.
  - (3) Уровень воды в гидросфере Земли и количество льда в криосфере увеличились.
  - (4) Уровень воды в гидросфере и количество льда в криосфере уменьшились.

Месторождения каменноугольного угля встречаются по всему миру. Растительность лесов в каменноугольном периоде накапливалась слоями на больших заболоченных участках. Биомасса была погребена и превратилась в слои торфа. Приведенная ниже модель содержит некоторые сведения о том, как образуется уголь.

#### Формирование модели угля



- 50 Круговорот углерода в сферах Земли приводит к существованию различных стадий формирования угля. Какое из доказательств может подтвердить утверждение о том, что в штате Нью-Йорк можно обнаружить следы раннего углеобразования?
- (1) Уотертаун, расположенный на низменности Эри-Онтарио, содержит карбонатные породы, которые впоследствии станут бурым углем.
  - (2) В Гленс-Фолс, расположенном в долине реки Гудзон, содержится цемент, который образуется из битуминозного угля.
  - (3) Женева, расположенная на плато Таг-Хилл, содержит торф, который образуется из суббитуминозного угля.
  - (4) Бингемтон, расположенный на Аллеганском плато, содержит торф, который образует бурый уголь.





# EARTH AND SPACE SCIENCES RUSSIAN EDITION

Отпечатано на переработанной бумаге

EARTH AND SPACE SCIENCES RUSSIAN EDITION