Биосфера

Кодификатор ЕГЭ: 7.5 · Линии ЕГЭ: 18-20, 26 · kursteam.ru/teoriya/ekologiya/biosfera

КОРОТКО

- Биосфера - оболочка Земли, где существует или существовала жизнь. Учение о биосфере создал В. И. Вернадский.
- Границы: в атмосфере - озоновый слой на высоте 20-25 км, гидросфера заселена вся - до дна океана (около 11 км), в литосфере жизнь проникает до 3-4 км.
- Вещество биосферы: живое, биогенное (нефть, уголь, известняк), косное (гранит, вулканические газы) и биокосное (почва, ил).
- Функции живого вещества: энергетическая, газовая, окислительно-восстановительная, концентрационная, деструкционная, средообразующая, транспортная.
- Круговорот азота: азотфиксация $N_2 \rightarrow NH_4^+$, аммонификация, нитрификация $NH_4^+ \rightarrow NO_2^- \rightarrow NO_3^-$, денитрификация $NO_3^- \rightarrow N_2$. Растения поглощают аммоний и нитраты.
- Биом - крупное природное сообщество зоны: от тундры до влажных тропических лесов. В тайге органика разлагается медленно, в тропиках - быстро.

Что такое биосфера

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Биосфера

Общепланетарная оболочка Земли, где существует или существовала жизнь. Она охватывает нижнюю часть атмосферы, всю гидросферу и верхнюю часть литосферы.

Термин «биосфера» предложил геолог Э. Зюсс, а целостное **учение о биосфере** создал В. И. Вернадский. Его главная мысль: живые организмы - не «гости» на планете, а главная геохимическая сила, которая преобразует её облик. Состав атмосферы, осадочные породы, почвы - всё это результат работы живого вещества.

Биосфера сформировалась **с появлением первых организмов** и с тех пор эволюционирует вместе с ними: древние прокариоты изменили состав атмосферы, фотосинтетики насытили её кислородом, из кислорода возник озоновый слой - и жизнь смогла выйти на сушу.

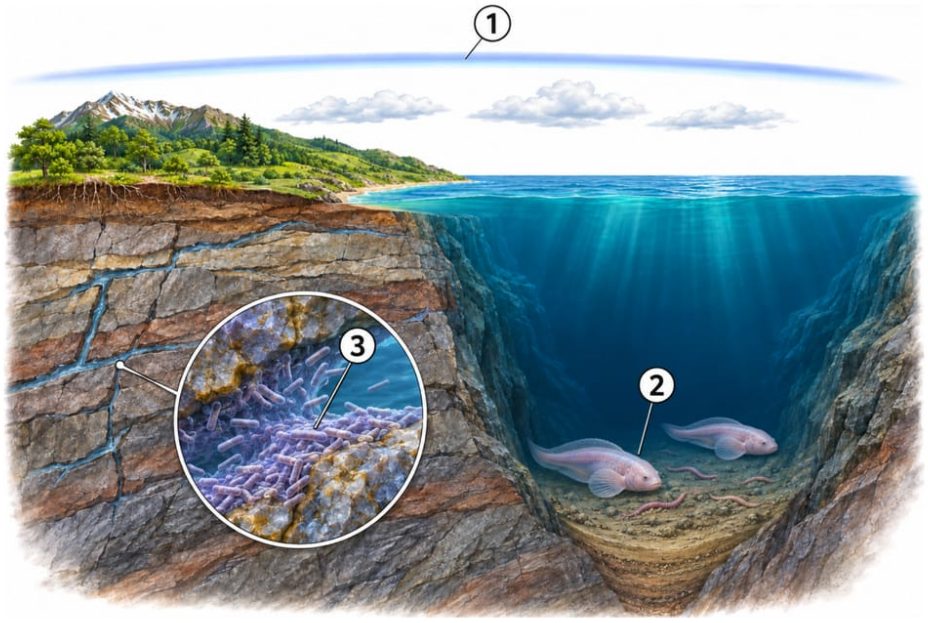
Высшим этапом развития биосферы Вернадский считал ноосферу - «сферу разума», когда человечество разумно управляет своим воздействием на природу.

Границы биосферы

Границы биосферы определяются условиями, в которых возможна жизнь.

Оболочка	Докуда проникает жизнь	Что ограничивает
Атмосфера	до озонового слоя на высоте 20-25 км	выше - жёсткий ультрафиолет, губительный для всего живого
Гидросфера	заселена вся, до дна океана (около 11 км)	жизнь есть на любой глубине, у дна - за счёт хемосинтеза и «дождя» органики сверху

Литосфера	до глубины 3-4 км (бактерии в подземных водах и нефтяных пластах)	высокая температура земных недр, отсутствие воды в порах пород



1 - Озоновый слой на высоте 20-25 км - верхняя граница жизни
2 - Дно глубоководной впадины (около 11 км): гидросфера заселена целиком
3 - Бактерии в подземных водах на глубине до 3-4 км - нижняя граница в литосфере

Границы биосферы.

Жизнь распределена неравномерно: основная масса организмов сосредоточена у поверхности суши и в верхних слоях океана, где есть свет, вода и тепло. Факторы, ограничивающие жизнь на краях биосферы, - ультрафиолет, высокие и низкие температуры, нехватка воды, света и кислорода.

ЗАПОМНИ

Верхняя граница биосферы - **озоновый слой (20-25 км)**, нижняя в литосфере - **3-4 км**, а гидросфера входит в биосферу **целиком**, до максимальных глубин океана.

Вещество биосферы

По Вернадскому, биосфера состоит из четырёх типов вещества.

Тип вещества	Что это	Примеры
Живое	совокупность всех живых организмов планеты	растения, животные, грибы, бактерии
Биогенное	создано живыми организмами современной и прошлых эпох	нефть, каменный уголь, торф, известняк, кислород атмосферы
Косное	образовано без участия живых организмов	гранит, базальт, глина, газы вулканов и гейзеров
Биокосное	создано совместно организмами и неживой природой	почва, ил, природные воды

Масса живого вещества ничтожна по сравнению с массой планеты, но именно оно пропускает через себя потоки энергии и атомов и за миллиарды лет переработало всю атмосферу, гидросферу и верхний слой литосферы.

Функции живого вещества

Функция	Суть	Примеры
Энергетическая	запасание солнечной энергии в органических веществах и передача её по цепям питания	фотосинтез растений; энергия угля и нефти - «законсервированная» энергия древнего фотосинтеза
Газовая	поддержание газового состава атмосферы	выделение O_2 при фотосинтезе, CO_2 при дыхании, N_2 при денитрификации
Окислительно-восстановительная	окисление и восстановление веществ в ходе обмена	хемосинтетики окисляют аммиак, сероводород, соединения железа; денитрификаторы восстанавливают нитраты
Концентрационная	накопление организмами химических элементов из среды	кальций в раковинах и скелетах, кремний у диатомей, йод у водорослей
Деструкционная	разложение мёртвой органики и горных пород до минеральных веществ	гнилостные бактерии и грибы-редуценты; лишайники разрушают камень
Средообразующая	преобразование физико-химических условий среды	образование почвы, очистка воды двустворчатыми моллюсками, лесной микроклимат
Транспортная	перенос вещества против сил тяжести и по горизонтали	миграции птиц и рыб, перенос пыльцы и семян животными

Биосфера - глобальная экосистема

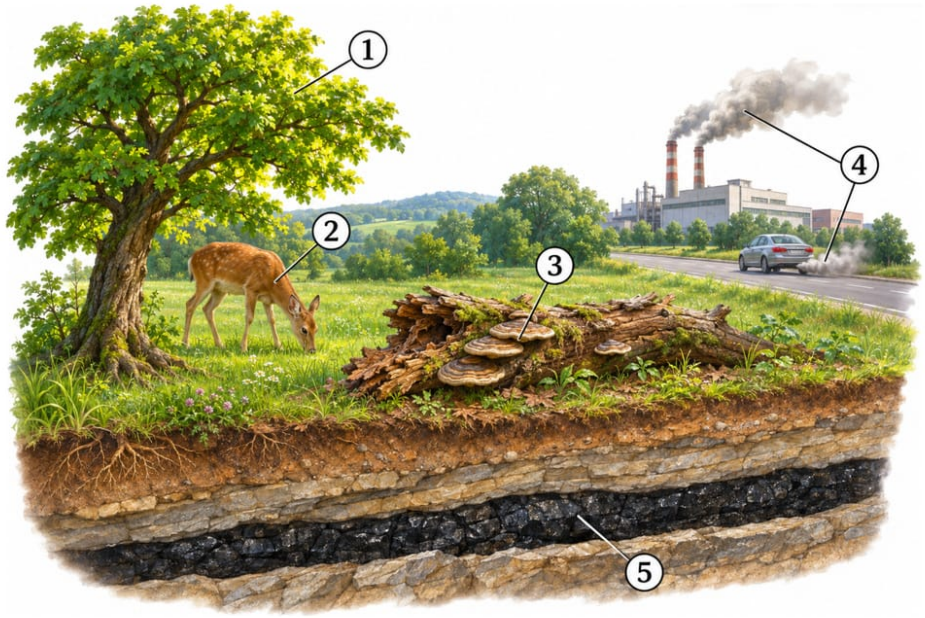
Биосфера - самая крупная экосистема планеты, и у неё есть все признаки экосистемы: живые компоненты, абиотическая среда, круговорот веществ и поток энергии. Но есть и особенности:

- это **открытая система**: она получает энергию Солнца извне и рассеивает тепло;
- круговорот веществ в ней **практически замкнут**: атомы используются многократно - это биогенная миграция атомов (питание, дыхание, фотосинтез, размножение переносят атомы из среды в организмы и обратно);
- биосфера находится в **динамическом равновесии**: численность видов, газовый состав атмосферы, круговороты колеблются около постоянных значений за счёт саморегуляции;
- явлениям в биосфере свойственна **ритмичность**: суточные, сезонные, годичные ритмы активности организмов следуют за вращением Земли и сменой времён года.

Круговорот углерода

Углерод входит в состав всех органических веществ, его резерв - CO_2 атмосферы и гидросферы.

1. **Фиксация углерода.** Растения, водоросли и цианобактерии в ходе фотосинтеза усваивают CO_2 и строят из него органические вещества (подробнее - в статье «Фотосинтез»); в глубинах, куда не доходит свет, CO_2 фиксируют хемосинтезирующие бактерии.
2. **Передача по цепям питания.** Углерод органических веществ переходит от продуцентов к консументам.
3. **Возврат при дыхании.** Все организмы при дыхании окисляют органику и выделяют CO_2 в атмосферу.
4. **Разложение.** Редуценты минерализуют мёртвую органику - углерод возвращается в виде CO_2.
5. **Выход из круговорота и возврат.** Часть углерода надолго захоранивается в торфе, угле, нефти, известняках; человек возвращает его в атмосферу, сжигая топливо.



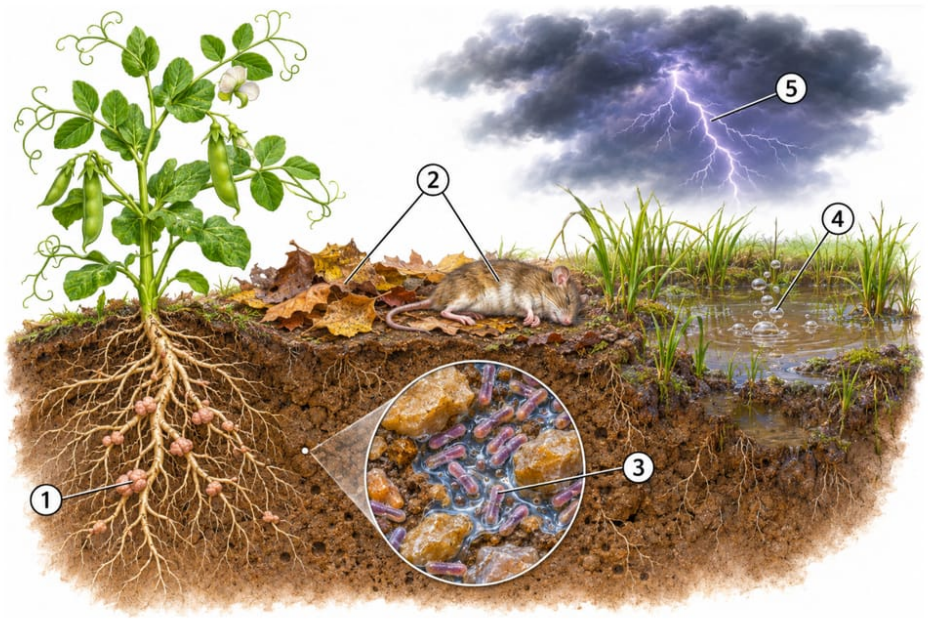
1 - Дерево: при фотосинтезе поглощает CO_2 и строит органические вещества
2 - Олень: получает углерод с пищей и выдыхает CO_2 при дыхании
3 - Трутовики на гниющем бревне: редуценты разлагают мёртвую органику до CO_2
4 - Завод и машина: сжигание топлива возвращает в атмосферу захороненный углерод
5 - Каменный уголь: углерод, надолго выведенный из круговорота

Круговорот углерода: где углерод уходит из атмосферы и где возвращается в неё.

Круговорот азота

Резерв азота - молекулярный азот N_2 атмосферы (около 78 %), но ни растения, ни животные усваивать N_2 не могут. Весь круговорот держится на бактериях - запомни четыре процесса.

Процесс	Превращение	Кто осуществляет
Азотфиксация	$N_2 \rightarrow NH_3$ и NH_4^+	азотфиксирующие бактерии: клубеньковые - симбионты бобовых; азотобактер и цианобактерии - свободноживущие
Аммонификация	органические вещества (белки) $\rightarrow NH_4^+$	гнилостные бактерии и грибы (редуценты)
Нитрификация	$NH_4^+ \rightarrow NO_2^- \rightarrow NO_3^-$	бактерии-нитрификаторы (хемосинтетики: энергию окисления используют для синтеза органики)
Денитрификация	$NO_3^- \rightarrow N_2$	денитрифицирующие бактерии, возвращают азот в атмосферу



1 - Клубеньковые бактерии на корнях гороха - азотфиксация: $N_2 \rightarrow NH_4^+$
2 - Опад и трупы животных - гнилостные бактерии и грибы ведут аммонификацию: белки $\rightarrow NH_4^+$
3 - Нитрифицирующие бактерии почвы: $NH_4^+ \rightarrow NO_2^- \rightarrow NO_3^-$
4 - Заболоченная почва без кислорода - денитрифицирующие бактерии возвращают азот в атмосферу ($NO_3^- \rightarrow N_2$)
5 - Молния тоже связывает немного атмосферного азота

Круговорот азота держится на бактериях.

Растения поглощают из почвы **аммоний NH_4^+ и нитраты NO_3^-** и строят из них аминокислоты и белки. Животные получают азот только с пищей - в составе белков. После гибели организмов их белки снова разлагаются аммонификаторами - круг замыкается.

ЗАПОМНИ

Цепочка круговорота азота: **N_2 → NH_4^+ (азотфиксация) → NO_2^- → NO_3^- (нитрификация) → растения → животные → мёртвая органика → NH_4^+ (аммонификация)**, а денитрификация возвращает NO_3^- в N_2 атмосферы. Молнии тоже связывают часть азота, но главные азотфиксаторы - бактерии.

Круговороты воды и кислорода

Коротко о двух других циклах:

- **Вода**: испаряется с поверхности океана и суши, выпадает осадками, стекает в водоёмы. Организмы участвуют в цикле: растения всасывают воду корнями и испаряют листьями (транспирация), вода расщепляется при фотолизе в фотосинтезе и образуется при дыхании.
- **Кислород**: выделяется при фотосинтезе растений, водорослей и цианобактерий (при фотолизе воды) и расходуется на дыхание организмов и окисление веществ. Из кислорода в верхних слоях атмосферы образуется озон.

Роль организмов в образовании горных пород

Эти факты регулярно встречаются в заданиях 19 и 26:

- **бактерии-хемосинтетики** создают первичное органическое вещество там, куда не доходит свет: у «чёрных курильщиков» - горячих источников на дне океана - с них начинаются пищевые цепи;
- **фораминиферы, кораллы и моллюски** концентрируют кальций: из их раковин и скелетов образовались толщи известняка и мела;
- **растения** прошлых эпох дали каменный уголь и торф: их органика захоронилась, не разложившись;
- остатки планктонных организмов считают исходным материалом **нефти**;
- **диатомовые водоросли** с кремнезёмными панцирями образовали диатомит.

Зональность биосферы и биомы

Климат на планете меняется от экватора к полюсам, поэтому и живой покров биосферы зонален: природные зоны сменяют друг друга по широте, а в горах - с высотой.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Биом

Крупное природное сообщество - совокупность экосистем одной природной зоны с характерным климатом, растительностью и животным миром (тундра, тайга, степь и другие).

Семь основных биомов суши нужно уметь сравнивать, особенно по скорости разложения органики - это проверяют в задании 26.

Биом	Климат	Растения	Животные	Разложение органики
Тундра	долгая морозная зима, короткое холодное лето, многолетняя мерзлота	мхи, лишайники (ягель), карликовые берёзы и ивы	северный олень, лемминг, песец, белая сова	очень медленное: холод и переувлажнение тормозят редуцентов
Тайга (хвойные леса)	холодная зима, умеренно тёплое лето	ель, пихта, сосна, лиственница	лось, бурый медведь, рысь, белка, глухарь, клёст	медленное: копятся подстилка и торф, почва удерживает много углерода
Смешанные и широколиственные леса	умеренный климат, тёплое лето, достаточное увлажнение	дуб, липа, клён, берёза, лещина	кабан, косуля, лисица, ёж, дятел, сойка	умеренное: образуются плодородные лесные почвы
Степи	жаркое сухое лето, холодная зима, мало осадков	злаки: ковыль, типчак; весной эфемеры	сайгак, суслик, сурок, дрофа, степной орёл	неполное из-за сухости: накапливается гумус, самые плодородные почвы - чернозёмы
Саванны	жаркий климат со сменой влажного и сухого сезонов	злаки с одиночными деревьями: акации, баобабы	слоны, зебры, антилопы, жирафы, львы, термиты	быстрое во влажный сезон, замедляется в сухой
Пустыни	крайне мало осадков, резкие суточные перепады температуры	ксерофиты: саксаул, верблюжья колючка, кактусы, эфемеры	верблюд, тушканчик, ящерицы, змеи, скорпионы	органики мало, разложение сдерживает нехватка воды; почвы бедные
Влажные тропические леса	жарко и влажно круглый год	многоярусный вечнозелёный лес, лианы, эпифиты	обезьяны, попугаи, колибри, ягуар, древесные лягушки	очень быстрое: опад разлагается сразу, органика не накапливается, почвы бедные

ЗАПОМНИ

Парадокс для задания 26: **в тайге почва хранит больше органики, чем в тропическом лесу**. В холоде редуценты работают медленно - подстилка и торф копят углерод. В тропиках тепло и влажно: редуценты разлагают опад мгновенно, растения сразу всё поглощают - почвы бедные при огромной биомассе.

Как это спрашивают на ЕГЭ

- **Линия 18 - выбрать три утверждения** о биосфере: её границы, «сформировалась с появлением первых организмов», «эволюционирует», признаки глобальной экосистемы.
- **Линия 19 - соответствие**: тип вещества биосферы - пример (почва и ил - биокосное; нефть, уголь, известняк - биогенное; гранит, вулканические газы - косное); функция живого вещества - пример; процесс круговорота азота - бактерии, которые его ведут.
- **Линия 19 - роль организмов**: бактерии-хемосинтетики создают первичную органику на дне океана; фораминиферы и кораллы дали известняк; растения - каменный уголь.
- **Линия 20 - таблица или рисунок**: заполни пропуски в таблице о веществе биосферы или круговороте азота.
- **Линия 26 - объяснение в новой ситуации**: почему у «чёрных курильщиков» есть жизнь без света; почему почвы тайги и тропиков так различаются запасом углерода; к чему приведёт гибель азотфиксаторов или редуцентов.

Ключевые слова: Вернадский, живое вещество, биогенное, косное, биокосное, озоновый слой, азотфиксация, аммонификация, нитрификация, денитрификация, биом, зональность.

Ловушки

ЛОВУШКА ЕГЭ

Азотфиксация даёт аммиак и аммоний (NH_3/NH_4^+), а не нитриты. Клубеньковые бактерии, азотобактер и цианобактерии восстанавливают N_2 до NH_4^+. Нитриты NO_2^- и нитраты NO_3^- образуют уже нитрификаторы из аммония.

ЛОВУШКА ЕГЭ

Растения не усваивают молекулярный азот N_2. Они поглощают из почвы только аммоний NH_4^+ и нитраты NO_3^-. Азот воздуха доступен лишь азотфиксирующим бактериям.

ЛОВУШКА ЕГЭ

Нитрификаторы - хемосинтетики, а не редуценты. Они окисляют аммоний ради энергии и сами строят органику из CO_2. Редуценты в круговороте азота - это аммонификаторы: гнилостные бактерии и грибы.

ЛОВУШКА ЕГЭ

Почва и ил - биокосное вещество, а нефть, уголь и известняк - биогенное. Биокосное создаётся совместно организмами и неживой природой, биогенное - целиком продукт живых организмов прошлых эпох.

ЛОВУШКА ЕГЭ

Биосфера - не вся атмосфера. Верхняя граница жизни - озоновый слой на высоте 20-25 км: выше всё живое губит жёсткий ультрафиолет. Зато гидросфера обитаема целиком, до дна океана.

ЛОВУШКА ЕГЭ

Известняк - из фораминифер и кораллов, каменный уголь - из растений. Не перепутай: раковины и скелеты морских организмов дали карбонатные породы, а захороненная древесина и торф - уголь.

ЛОВУШКА ЕГЭ

В тайге органика в почве накапливается, в тропиках - нет. Скорость разложения зависит от работы редуцентов: в холоде она низкая, в тепле и влаге - очень высокая. Богатая биомасса тропического леса не означает богатой почвы.

Как писать ответ

КАК ПИСАТЬ ОТВЕТ

Какие организмы и как переводят азот атмосферы в форму, доступную растениям?

1. Азотфиксирующие бактерии усваивают молекулярный азот N_2 и восстанавливают его до аммиака и ионов аммония NH_4^+.
2. К ним относятся клубеньковые бактерии - симбионты бобовых растений, а также свободноживущие азотобактер и цианобактерии.
3. Бактерии-нитрификаторы окисляют аммоний до нитритов NO_2^-, а затем до нитратов NO_3^-.
4. Растения поглощают из почвы ионы аммония и нитраты и используют их для синтеза аминокислот и белков.

КАК ПИСАТЬ ОТВЕТ

Почему в почве влажного тропического леса запас органического вещества меньше, чем в тайге, хотя продукция тропического леса намного выше?

1. В тропиках круглый год тепло и влажно, поэтому редуценты (бактерии и грибы) разлагают опад очень быстро.
2. Освободившиеся минеральные вещества сразу поглощаются корнями растений и возвращаются в биомассу - органика в почве не накапливается, почвы бедные.
3. В тайге холодный климат тормозит деятельность редуцентов: опад разлагается медленно, образуются подстилка и торф, и почва накапливает органическое вещество (углерод).

Конспект скачан с сайта kursteam.ru

КАК ПИСАТЬ ОТВЕТ

Докажите на трёх примерах, что живые организмы участвуют в образовании горных пород и полезных ископаемых.

1. Известняк и мел образованы раковинами фораминифер, скелетами кораллов и раковинами моллюсков, концентрировавших кальций (концентрационная функция живого вещества).
2. Каменный уголь и торф - остатки древних растений, органическое вещество которых захоронилось, не разложившись полностью.
3. Нефть образовалась из остатков планктонных организмов древних морей; диатомовые водоросли дали диатомит.

Проверь себя

1. Что ограничивает распространение жизни вверх, в атмосферу?
Ответ: Жёсткое ультрафиолетовое излучение: выше озонового слоя (20-25 км) оно губит всё живое. Поэтому верхняя граница биосферы - озоновый слой.

2. Почва и известняк - к каким типам вещества биосферы они относятся?
Ответ: Почва - биокосное вещество: её создают совместно организмы и неживая природа. Известняк - биогенное вещество: он образован раковинами фораминифер и скелетами кораллов.

3. Какие организмы переводят атмосферный азот N_2 в доступную растениям форму?
Ответ: Азотфиксирующие бактерии: клубеньковые - симбионты бобовых, а азотобактер и цианобактерии - свободноживущие. Они восстанавливают N_2 до аммиака и аммония NH_4^+.

4. В какой форме растения поглощают азот из почвы?
Ответ: В виде ионов аммония NH_4^+ и нитратов NO_3^-. Молекулярный азот N_2 растения усваивать не могут.

5. Почему в почве влажного тропического леса мало органики, хотя биомасса леса огромна?
Ответ: В тепле и влаге редуценты разлагают опад очень быстро, а растения сразу поглощают освободившиеся вещества. Органика не успевает накапливаться, поэтому почвы бедные.

ЗАДАНИЯ ПО ТЕМЕ

Тестовая часть, развёрнутые задания и все задания по теме - на сайте, с проверкой и разбором: kursteam.ru/teoriya/ekologiya/biosfera

© 2026 Мустафаев Р. И. (Kursteam). Материал принадлежит автору и охраняется авторским правом. Копирование, перепечатка и распространение без письменного разрешения автора запрещены; при цитировании обязательна ссылка на kursteam.ru.