Правило 10 % и задачи на пищевые цепи

Кодификатор ЕГЭ: 7.4 · Линии ЕГЭ: 3, 18, 24, 26 · kursteam.ru/teoriya/ekologiya/pravilo-10

КОРОТКО

- Правило 10 % (правило Линдемана): на следующий трофический уровень переходит лишь около 10 % энергии и биомассы, остальные 90 % теряются.
- Потери - это дыхание и тепло, траты на движение и жизнедеятельность, непереваренные остатки и несъеденные части организмов.
- Задача «вниз» по цепи: массу или энергию умножаем на 10 за каждый шаг к продуцентам. Задача «вверх»: делим на 10 за каждый шаг от продуцентов.
- Звенья нумеруются с продуцентов: «цепь из трёх звеньев» - хищник на третьем уровне, то есть масса травы в 100 раз больше его массы.
- Если сказано «хищник питается грызунами», достраивай цепь: растения → грызуны → хищник.
- Правило 10 % отражает только пирамида энергии - единственная пирамида, которая не бывает перевёрнутой.

Что утверждает правило

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Правило 10 % (правило Линдемана)

При переходе с одного трофического уровня на следующий в биомассу нового уровня переходит в среднем лишь около 10 % энергии (а значит, и биомассы). Остальные примерно 90 % теряются.

Куда деваются 90 %? Съеденная пища не превращается целиком в тело хищника:

- большая часть энергии тратится на **дыхание** - окисление органических веществ ради АТФ - и в итоге **рассеивается в виде тепла**;
- энергия уходит на **движение**, охоту, поддержание температуры тела и другие процессы жизнедеятельности;
- часть пищи **не переваривается** и теряется с экскрементами;
- часть организмов предыдущего уровня вообще **не съедается** (корни, кора, кости) и уходит в детритные цепи.

В реальных экосистемах переходит не ровно 10 %, а от единиц до двух десятков процентов, но в задачах ЕГЭ считаем **ровно 10 %** - так требует условие «на основании правила 10 %».

Из правила следует, почему пищевые цепи короткие: к четвёртому-пятому уровню от энергии продуцентов остаётся тысячная-десятитысячная доля, и прокормить ещё одну популяцию хищников уже нечем.

Уровни, звенья и порядок консумента

Прежде чем считать, разберись с «адресацией» в цепи - большинство ошибок именно здесь.

- **Звенья (трофические уровни) нумеруются с продуцентов.** Первое звено - трава или фитопланктон, второе - растительноядное животное, третье - хищник и так далее. «Акула - четвёртое звено цепи» означает: между акулой и продуцентами три перехода.
- **Порядок консумента на единицу меньше номера уровня.** Консумент I порядка - второй уровень, консумент II порядка - третий. Подробнее о группах организмов - в статье «Биогеоценозы».
- **«Цепь из трёх звеньев»** - значит, хищник, о котором спрашивают, стоит на третьем уровне: трава → заяц → лисица.
- **«Хищник питается грызунами»** - цепь нужно достроить самому: грызуны едят растения, значит цепь такая: растения → грызуны → хищник, и хищник стоит на третьем уровне.

Алгоритм решения

1. Выпиши цепь и пронумеруй уровни с продуцентов. Если цепь не дана - достраивай её по смыслу условия (кто чем питается, какое по счёту звено).
2. Определи, где известная величина и где искомая, и посчитай **число переходов** между этими уровнями.
3. Движешься **к продуцентам** («вниз» по цепи) - **умножай на 10** за каждый переход. Движешься **от продуцентов** («вверх») - **дели на 10** за каждый переход.
4. Проверь единицы: ответ давай в тех единицах, что просят (кг или г, кДж), при необходимости переведи (1 кг = 1000 г, 1 т = 1000 кг).

масса (энергия) предыдущего уровня = масса (энергия) данного уровня · 10;
следующего уровня = данного : 10

ЗАПОМНИ

Умножай или дели на 10 **за каждый переход**, а не один раз. Хищник на четвёртом уровне: продуцентов нужно в 10 · 10 · 10 = 1000 раз больше его массы.

Разобранные примеры

Масса продуцентов для хищника («вниз» по цепи)

Задача: по правилу 10 % рассчитай массу травы, которая прокормит в лесу одну рысь массой 18 кг, если пищевая цепь состоит из трёх звеньев.

1. Цепь из трёх звеньев: трава (1) → заяц (2) → рысь (3).
2. От рыси до травы два перехода.
3. Считаем «вниз»: 18 · 10 · 10 = **1800 кг травы**.

Та же логика с четырьмя звеньями. Задача: выпь массой 1,2 кг - четвёртое звено цепи на болоте. Масса растений: три перехода, 1,2 · 10 · 10 · 10 = **1200 кг**.

Энергия на заданном уровне («вверх» по цепи)

Задача: чистая первичная продукция луга за год - 5 000 000 кДж. Сколько энергии по правилу 10 % получит за год животное третьего трофического уровня?

1. От первого уровня до третьего два перехода.
2. Считаем «вверх»: 5 000 000 : 10 : 10 = **50 000 кДж**.

Цепь достраиваем сами («питается грызунами»)

Задача: на уровень ласки за год поступает 25 000 кДж. Известно, что ласка питается грызунами. Сколько энергии образовали продуценты?

1. Достраиваем цепь: растения (1) → грызуны (2) → ласка (3).
2. От ласки до растений два перехода «вниз»: 25 000 · 10 · 10 = **2 500 000 кДж**.

Число особей при известной массе одной особи

Задача: в водоёме фитопланктон создал за сезон 100 000 кг биомассы. Цепь: фитопланктон → зоопланктон → плотва → щука. Сколько щук массой 5 кг может прокормить этот водоём?

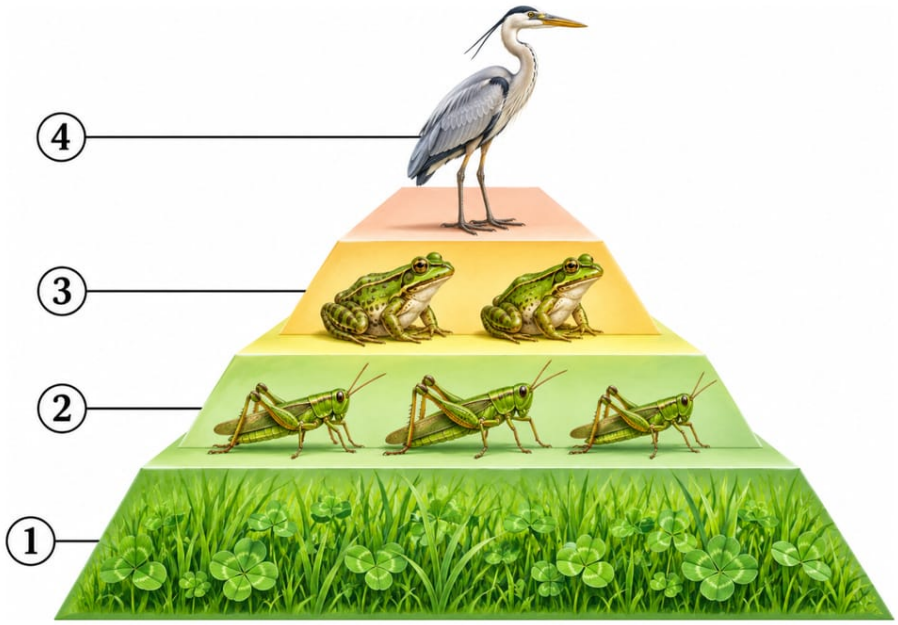
1. Щука - четвёртое звено, от продуцентов три перехода «вверх»: 100 000 : 1000 = 100 кг - суммарная масса щук.
2. Делим на массу одной особи: 100 : 5 = **20 щук**.

Следи за единицами

Задача: масса совы 1200 г, цепь из трёх звеньев. Ответ просят в килограммах. Считаем: 1200 г = 1,2 кг; 1,2 · 100 = **120 кг травы**. Если бы ты умножил граммы и забыл перевести, ответ «120 000» был бы засчитан как ошибка: спрашивали килограммы.

Связь с пирамидой энергии

Правило 10 % наглядно изображает **пирамида энергии**: каждая следующая ступень примерно в 10 раз уже предыдущей. Из трёх экологических пирамид (чисел, биомассы, энергии) правило отражает **только** пирамида энергии, и только она **никогда не бывает перевёрнутой**: энергия уровня - всегда лишь часть энергии предыдущего. Пирамида чисел может переворачиваться (одно дерево кормит тысячи насекомых), пирамида биомассы - тоже (фитопланктон и зоопланктон в океане) - про все три пирамиды смотри в статье «Биогеоценозы».



1 - Продуценты - клевер и травы
2 - Консументы I порядка - кузнечики
3 - Консументы II порядка - лягушки
4 - Консумент III порядка - цапля

Пирамида энергии: на каждый следующий уровень переходит около 10 % энергии предыдущего.

Ещё одно следствие: в задачах, где спрашивают «прирост массы» хищника, под приростом понимают именно созданную на этом уровне биомассу - те самые 10 % от съеденного. Если волк за сезон прибавил 30 кг, значит, он съел около 300 кг мяса оленей, а этих оленей прокормили 3000 кг растений.

Как это спрашивают на ЕГЭ

- **Линия 3 - расчётная задача без вариантов ответа.** Типовые формулировки: «рассчитайте массу фитопланктона, который может обеспечить существование одной акулы массой … кг, если она является четвёртым звеном цепи»; «рассчитайте массу травы, которая прокормит лисицу массой … кг, при условии, что цепь состоит из трёх звеньев»; «первичная продукция составляет … кДж, найдите энергию на третьем трофическом уровне»; «на уровень хищника поступает … кДж, он питается грызунами - найдите энергию продуцентов». В ответ пиши **только число** в требуемых единицах.
- **Линия 18** - среди верных утверждений: «на следующий уровень переходит около 10 % энергии», «бо́льшая часть энергии рассеивается в виде тепла», «пирамида энергии не бывает перевёрнутой».
- **Линии 24 и 26** - объяснить, почему цепи короткие, куда теряется энергия, почему пирамида энергии правильная.

Ключевые слова: правило 10 %, трофический уровень, звено цепи, первичная продукция, пирамида энергии, рассеивание энергии, тепло.

Ловушки

ЛОВУШКА ЕГЭ

Звенья считаются с продуцентов. «Четвёртое звено» - это четвёртый трофический уровень, между ним и травой три перехода (умножай на 1000). Начав счёт с хищника, получишь ответ, отличающийся в 10 раз.

ЛОВУШКА ЕГЭ

Порядок консумента не равен номеру уровня. Консумент II порядка стоит на **третьем** уровне. Если в условии «энергия, полученная консументом II порядка», - от продуцентов два перехода, а не три.

ЛОВУШКА ЕГЭ

«Питается грызунами» - это цепь из трёх уровней, а не из двух. Грызуны сами едят растения: растения → грызуны → хищник. От хищника до продуцентов два перехода - умножай на 100.

ЛОВУШКА ЕГЭ

Проверь единицы: кг, г или тонны. Ответ нужен в единицах из условия. 1 т = 1000 кг, 1 кг = 1000 г. Самая обидная ошибка линии 3 - верный ход решения и ответ не в тех единицах.

ЛОВУШКА ЕГЭ

Умножать на 10 нужно за каждый переход. Цепь из четырёх звеньев - это умножение на 10 трижды (на 1000), а не «один раз на 10».

ЛОВУШКА ЕГЭ

Правило 10 % - про поток энергии, его отражает только пирамида энергии. Пирамида биомассы может быть перевёрнутой (океан), пирамида чисел - тоже (дерево и насекомые), и правило 10 % они не иллюстрируют.

ЛОВУШКА ЕГЭ

В расчётных задачах цепь пастбищная. Она начинается с продуцентов, и спрашивают обычно массу травы или фитопланктона. Детритная цепь начинается с мёртвой органики - продуцентов в ней нет, и если в задании 18 или 24 цепь начинается с опада или ила, это цепь разложения, а не выедания.

Как писать ответ

КАК ПИСАТЬ ОТВЕТ

Почему пищевые цепи обычно состоят не более чем из четырёх-пяти звеньев?

1. При переходе с уровня на уровень в биомассу следующего уровня переходит лишь около 10 % энергии (правило 10 %).
2. Остальная энергия тратится на процессы жизнедеятельности (дыхание, движение) и рассеивается в виде тепла, часть теряется с непереваренными остатками.
3. Уже на четвёртом-пятом уровне энергии остаётся так мало (тысячные доли энергии продуцентов), что её не хватает для существования популяции следующего уровня.

КАК ПИСАТЬ ОТВЕТ

Почему пирамида энергии никогда не бывает перевёрнутой, хотя пирамида биомассы в океане может быть перевёрнутой?

1. Энергия каждого трофического уровня - это часть энергии предыдущего уровня (около 10 %), поэтому каждая следующая ступень пирамиды энергии всегда меньше предыдущей.
2. Энергия передаётся по цепи однонаправленно и не накапливается «впрок»: рассеянное тепло вернуть в круговорот нельзя.
3. Пирамида биомассы сравнивает запас массы в данный момент: фитопланктон размножается очень быстро, его прирост сразу выедается зоопланктоном, поэтому мгновенная биомасса продуцентов может быть меньше биомассы консументов. Поток энергии через фитопланктон за год при этом всё равно больше.

КАК ПИСАТЬ ОТВЕТ

Задача: сова массой 3 кг - четвёртое звено пищевой цепи луга. По правилу 10 % рассчитай массу растений, необходимую для её существования.

1. Строим цепь из четырёх звеньев: растения (1-й уровень) → насекомые (2-й) → насекомоядная птица (3-й) → сова (4-й).
2. По правилу 10 % на каждый следующий уровень переходит 10 % биомассы, значит, масса каждого предыдущего уровня в 10 раз больше.
3. От совы до растений три перехода: 3 · 10 · 10 · 10 = 3000 кг.
4. Ответ: 3000 кг растений. В линии 3 записывается только число - 3000.

Проверь себя

1. Куда деваются 90 % энергии, которые не доходят до следующего трофического уровня?

Ответ: Тратятся на дыхание и рассеиваются в виде тепла, расходуются на движение и другие процессы жизнедеятельности, теряются с непереваренными остатками; часть организмов вообще не съедается.

2. Хорёк массой 1,5 кг - третье звено пищевой цепи. Сколько травы нужно, чтобы его прокормить?
Ответ: Два перехода вниз: 1,5 · 10 · 10 = 150 кг травы.

3. Чистая первичная продукция луга - 2 000 000 кДж в год. Сколько энергии получит консумент II порядка?
Ответ: Консумент II порядка - третий уровень, два перехода вверх: 2 000 000 : 100 = 20 000 кДж.

4. Почему пищевые цепи редко длиннее четырёх-пяти звеньев?
Ответ: На каждом уровне теряется около 90 % энергии, и уже к пятому уровню её остаётся так мало, что прокормить следующую популяцию невозможно.

5. Какая экологическая пирамида отражает правило 10 % и почему она не бывает перевёрнутой?
Ответ: Пирамида энергии: энергия каждого уровня - лишь часть (около 10 %) энергии предыдущего, поэтому каждая следующая ступень всегда меньше.

ЗАДАНИЯ ПО ТЕМЕ
Тестовая часть, развёрнутые задания и все задания по теме - на сайте, с проверкой и разбором: kursteam.ru/teoriya/ekologiya/pravilo-10

© 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.