

# **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ**

**Пищевые связи, круговорот веществ и превращение энергии в экосистемах**



**Экосистема**, или **экологическая система** (от [др.-греч.](#) οἶκος — жилище, местопребывание и σύστημα — система), — биологическая система ([биогеоценоз](#)), состоящая из сообщества живых организмов ([биоценоз](#)), среды их обитания ([биотоп](#)), системы связей, осуществляющей обмен веществ и энергии между ними. Одно из основных понятий [экологии](#).

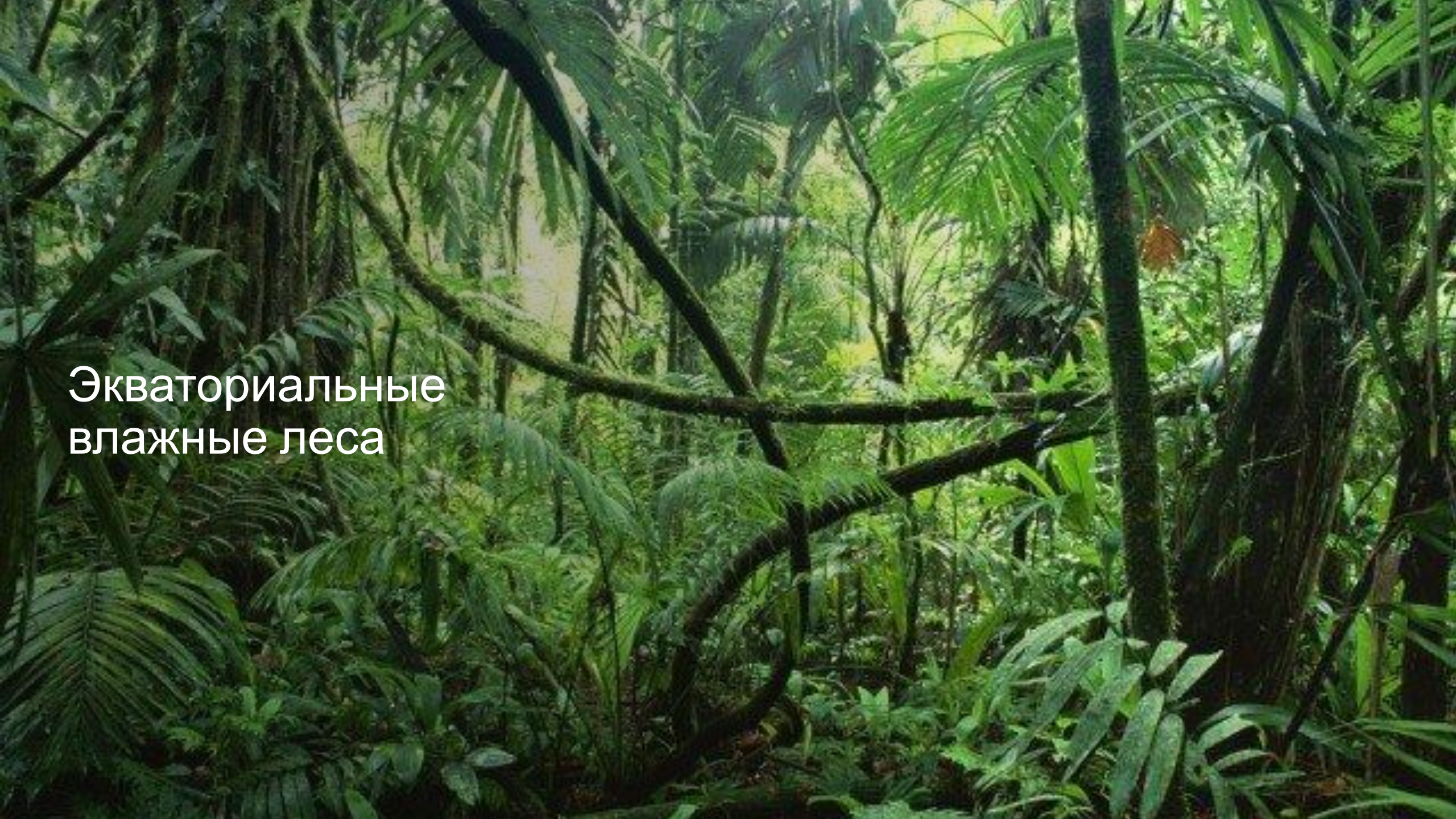
Любое единство, включающее все организмы на данном участке и взаимодействующее с физической средой таким образом, что поток энергии создаёт чётко определённую трофическую структуру, видовое разнообразие и круговорот веществ (обмен веществами и энергией между биотической и абиотической частями) внутри системы, представляет собой экологическую систему, или экосистему ([Ю. Одум](#), 1971)



A photograph of a dense forest of tall, thin evergreen trees, likely a taiga forest. The trees are closely packed, and their branches are covered in green needles. Sunlight filters through the canopy, creating a dappled light effect. The overall color palette is dominated by various shades of green and brown.

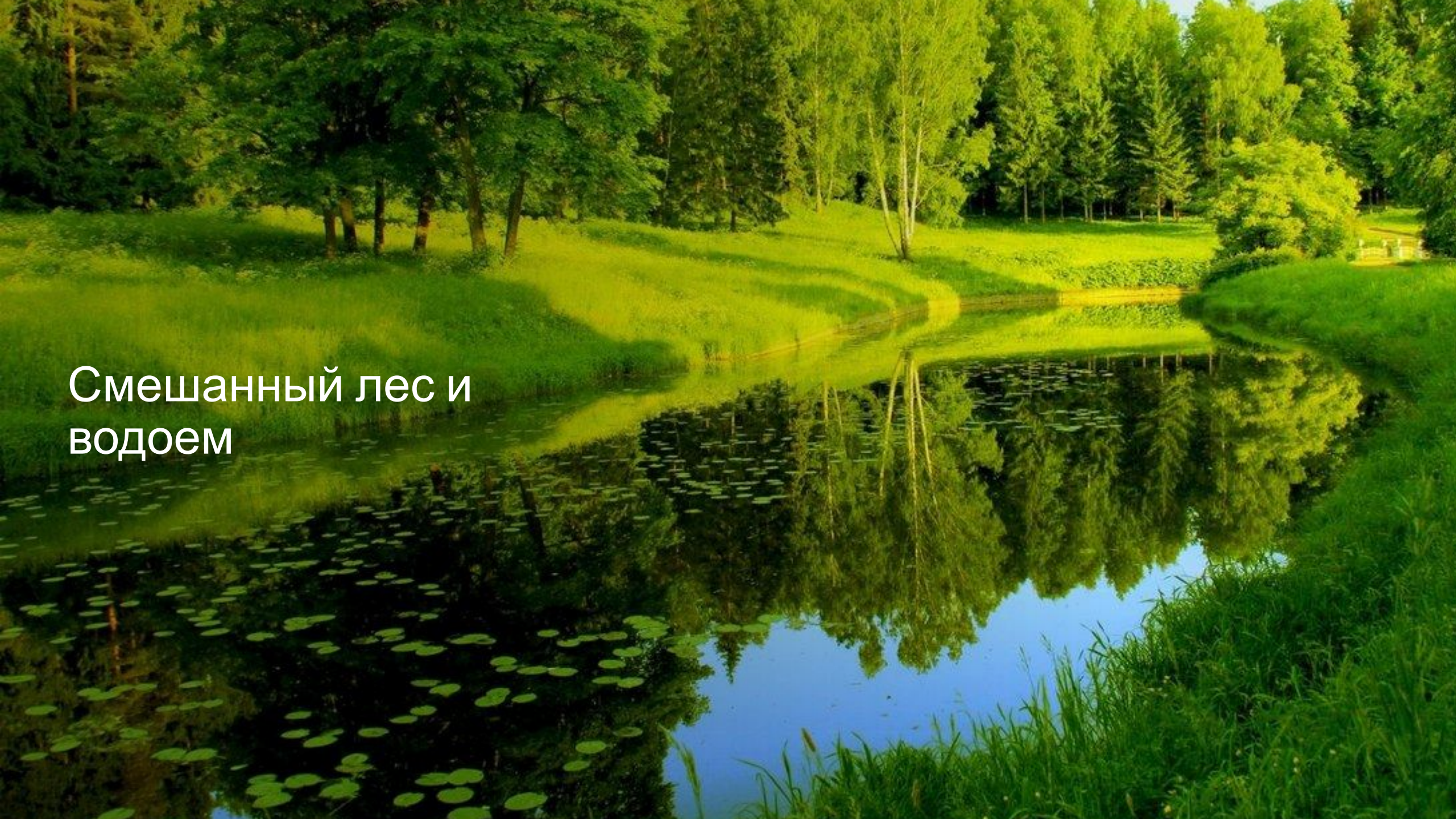
Тайга



A photograph of a dense tropical rainforest. The scene is filled with thick, dark tree trunks and a thick canopy of lush green foliage. The lighting is dappled, with sunlight filtering through the leaves, creating a vibrant and textured environment. The overall atmosphere is one of a rich, biodiverse ecosystem.

Экваториальные  
влажные леса





Смешанный лес и  
водоем







# Альпийский луг





# Болото





# Морское дно

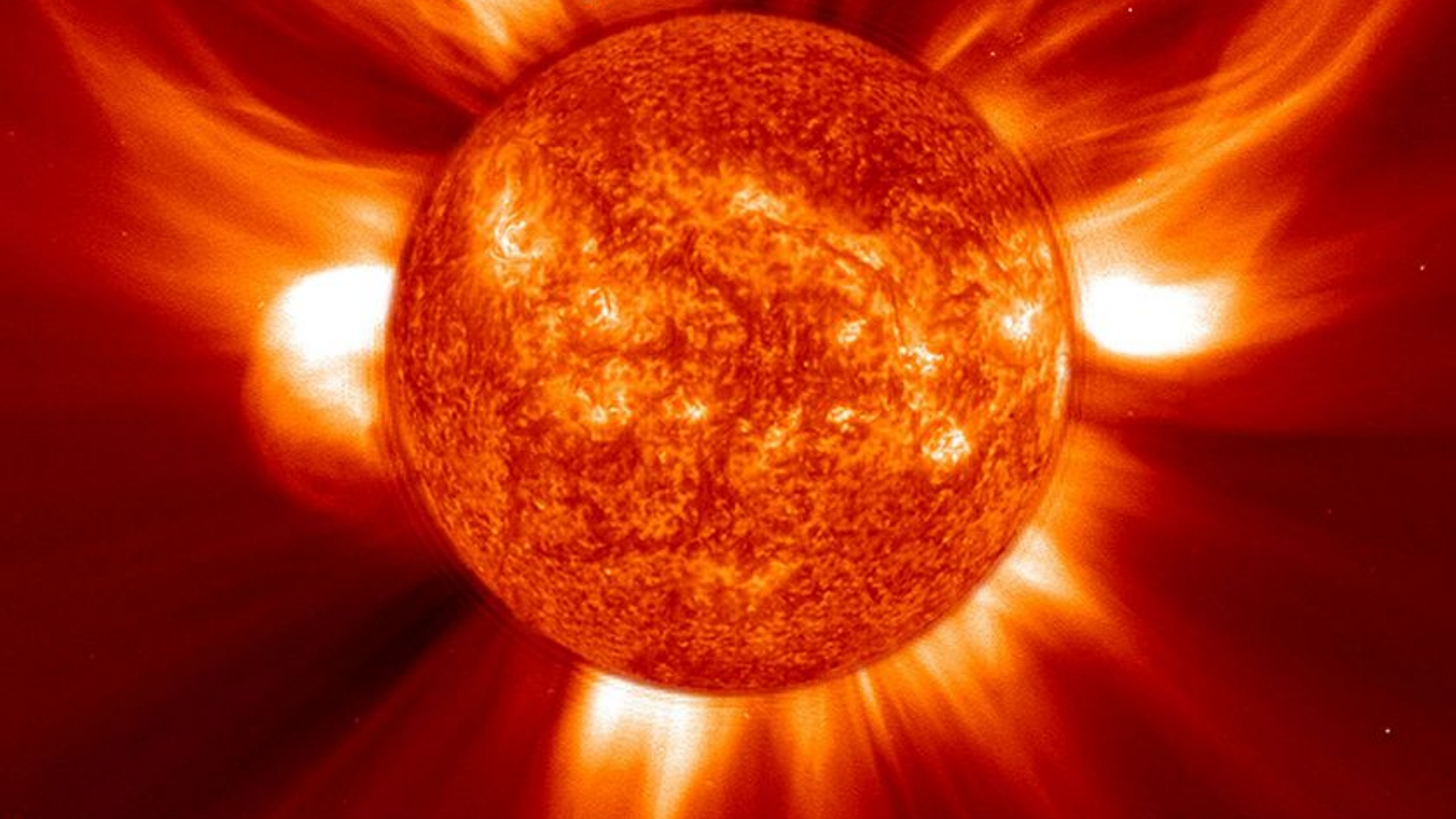




# Морской МОХ









**Солнце излучает огромное количество энергии - приблизительно  $1,1 \times 10^{20}$  кВт·ч в секунду.**

Киловатт·час - это количество энергии, необходимое для работы лампочки накаливания мощностью 100 ватт в течение 10 часов.

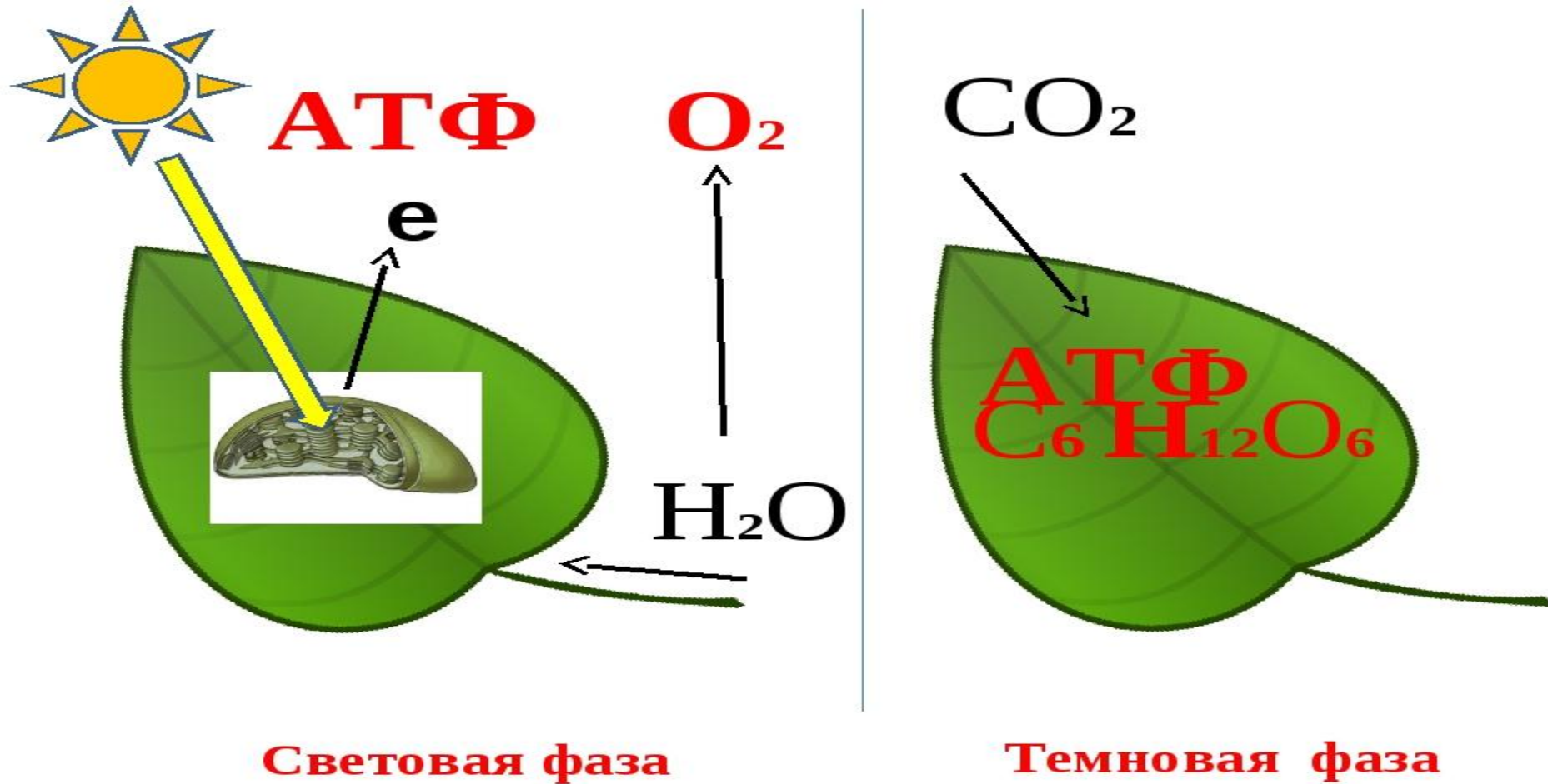
**Внешние слои атмосферы Земли перехватывают приблизительно одну миллионную часть энергии, излучаемой Солнцем, или приблизительно 1500 квадрильонов ( $1,5 \times 10^{18}$ ) кВт·ч ежегодно.**

**Однако только 47% всей энергии, или приблизительно 700 квадрильонов ( $7 \times 10^{17}$ ) кВт·ч, достигает поверхности Земли.**

Остальные 30% солнечной энергии отражается обратно в космос, примерно 23% испаряют воду, 1% энергии приходится на волны и течения и **0,01% - на процесс образования фотосинтеза в природе.**



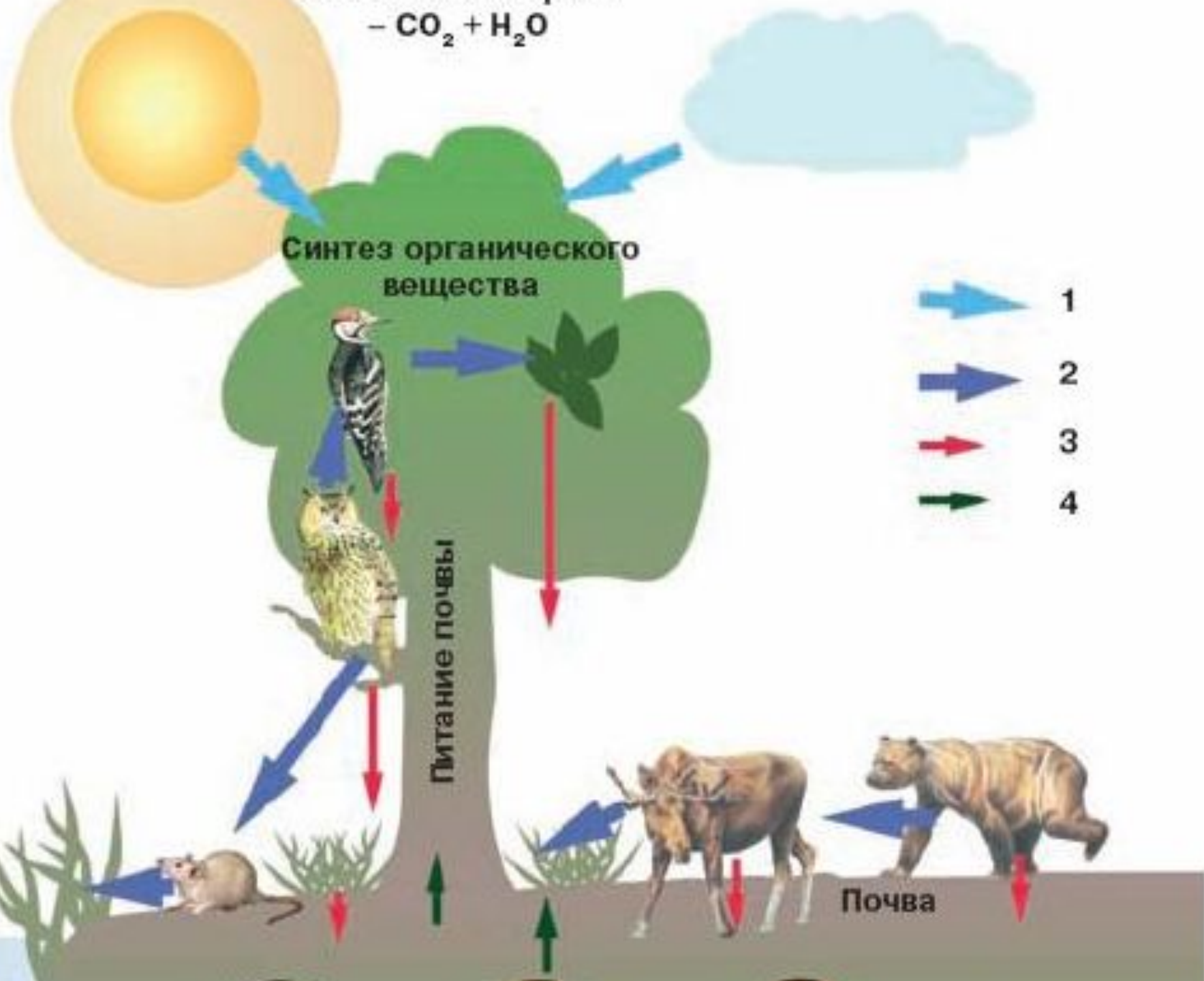
Превращение солнечной энергии в энергию химических связей органических веществ с помощью **ФОТОСИНТЕЗА**, который состоит из двух фаз





# Круговорот веществ в природе:

- 1 – условия для синтеза органического вещества
- 2 – цепи питания
- 3 – поступление органического вещества в почву
- 4 – питание растений из почвы





**Равновесное (устойчивое) состояние экосистемы обеспечивается на основе круговоротов веществ.**

Для поддержания круговорота веществ в экосистеме необходимо наличие запаса неорганических веществ в усвояемой форме и трех функционально различных экологических групп организмов:

**продуцентов, консументов и редуцентов.**

**Продуценты** — автотрофные организмы, способные строить свои тела за счет неорганических соединений.

**Консументы** — гетеротрофные организмы, потребляющие органическое вещество продуцентов или других консументов и трансформирующие его в новые формы.

**Редуценты** — гетеротрофные организмы, потребляющие мертвое органическое вещество, переводя его вновь в неорганические соединения.

Классификация эта относительная, так как и консументы, и сами продуценты выступают частично в роли редуцентов в течение жизни, выделяя в окружающую среду минеральные продукты обмена веществ.







# Консументы луга



1 порядок



2 порядок



3 порядок

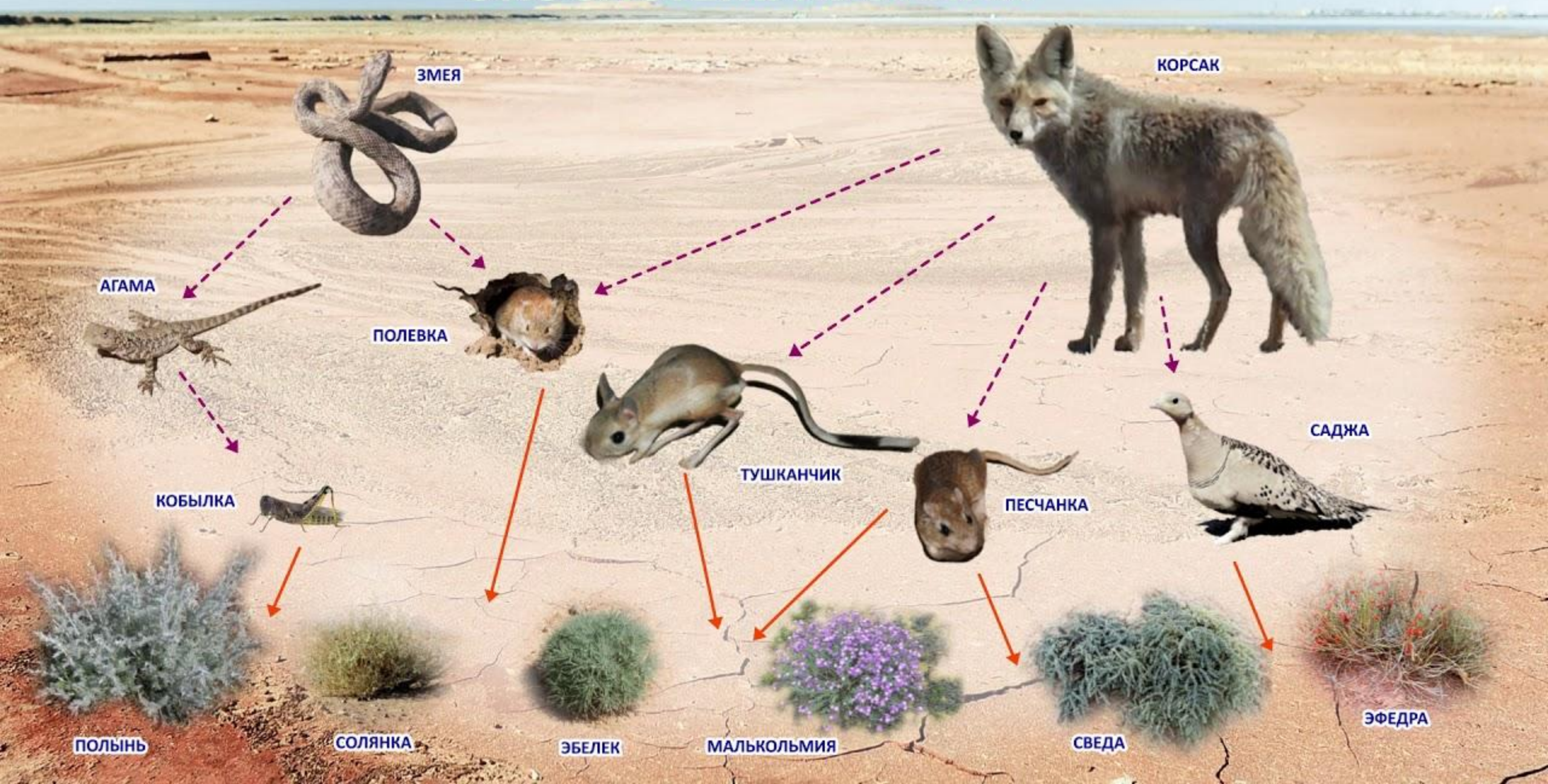


# Пустыня





# ЭКОСИСТЕМА ПУСТЫНИ



ЗМЕЯ

КОРСАК

АГАМА

ПОЛЕВКА

ТУШКАНЧИК

ПЕСЧАНКА

САДЖА

КОБЫЛКА

ПОЛЫНЬ

СОЛЯНКА

ЭБЕЛЕК

МАЛЬКОЛЬМИЯ

СВЕДА

ЭФЕДРА



# Тип питания живых организмов

Продуценты

фотосинтетика

хемосинтетика

Консументы

фитофаги

хищники

эврифаги

Редуценты

детритофаги

деструкторы



Для существования экосистем необходима энергия, которая поступает благодаря деятельности продуцентов. В основном это энергия света. Обычно продуценты-автотрофы используют около 1% падающей световой энергии. В различных зонах Земли количество падающего света различно, кроме того, различна плотность продуцентов на единицу поверхности. В связи с этим количество энергии, поглощаемой экосистемой, может сильно варьировать.

**Первичная продукция экосистемы** — количество органического вещества, образуемого продуцентами за единицу времени.

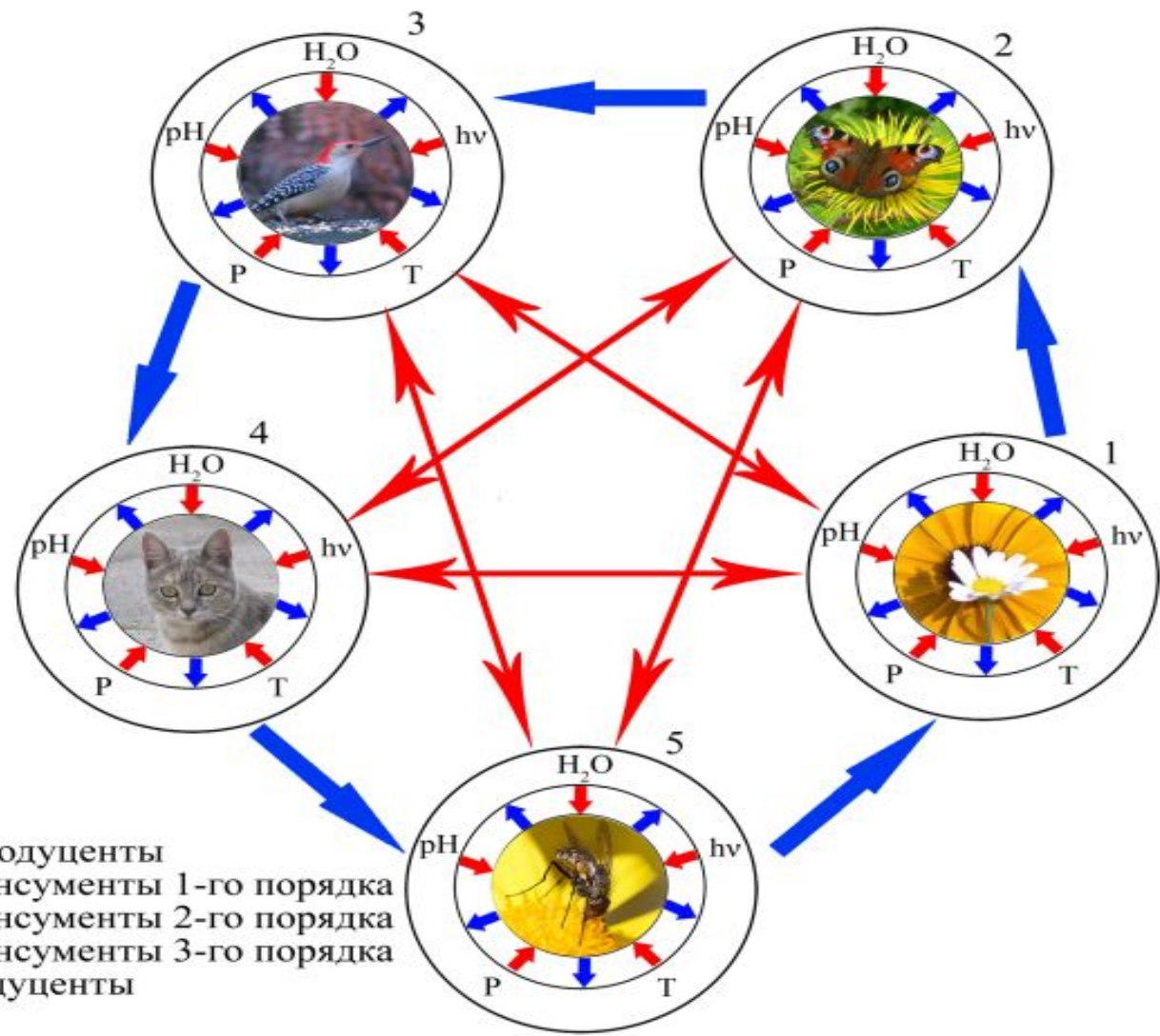
**Вторичная продукция** — общий прирост живого вещества экосистемы. Он заметно ниже первичной продукции. Это связано с тем, что живые организмы часть полученного ими органического вещества расходуют на получение энергии, необходимой для их жизнедеятельности. **Так, первичные консументы получают только около 10% той энергии, которую зафиксировали продуценты.**



**Биомасса и  
первичная  
продуктивност  
ь основных  
типов  
экосистем (по  
Т. Д. Акимовой,  
В. В. Хаскину,  
1994)**

Экосистемы	Биомасса, т/га	Продукция, т/га в год
Пустыни	0,1—0,5	0,1—0,5
Центральные зоны океана	0,2—1,5	0,5—2,5
Полярные моря	1—7	3—6
Тундра	1—8	1—4
Степи	5—12	3—8
Агроценозы	—	3—10
Саванна	8—20	4—15
Тайга	70—150	5—10
Лиственный лес	100—250	10—30
Влажный тропический лес	500—1500	25—60
Коралловый риф	15—50	50—120





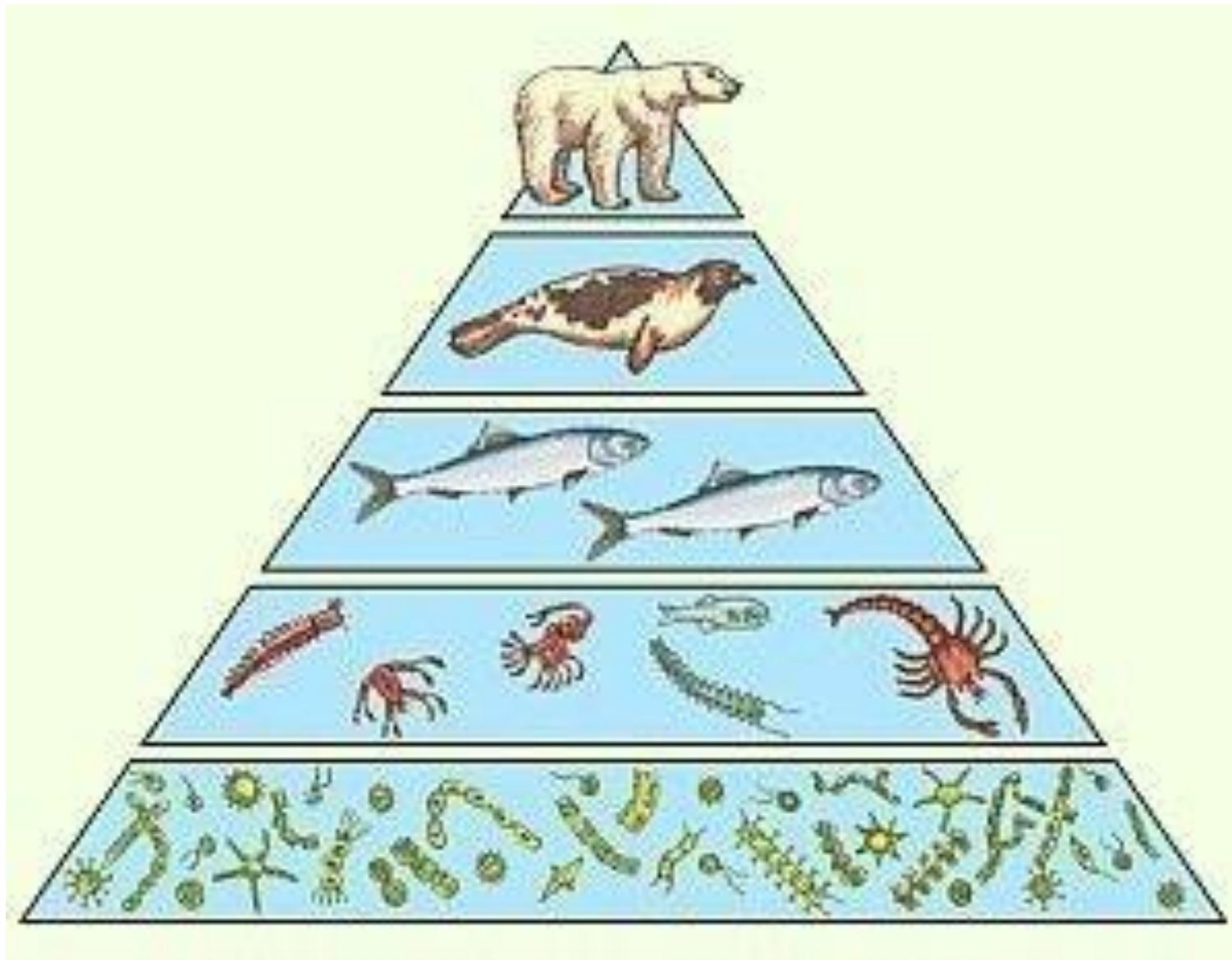
1. Продуценты
2. Консументы 1-го порядка
3. Консументы 2-го порядка
4. Консументы 3-го порядка
5. Редуценты





**Пищевая цепь** — перенос вещества и энергии от первичного источника через ряд организмов.

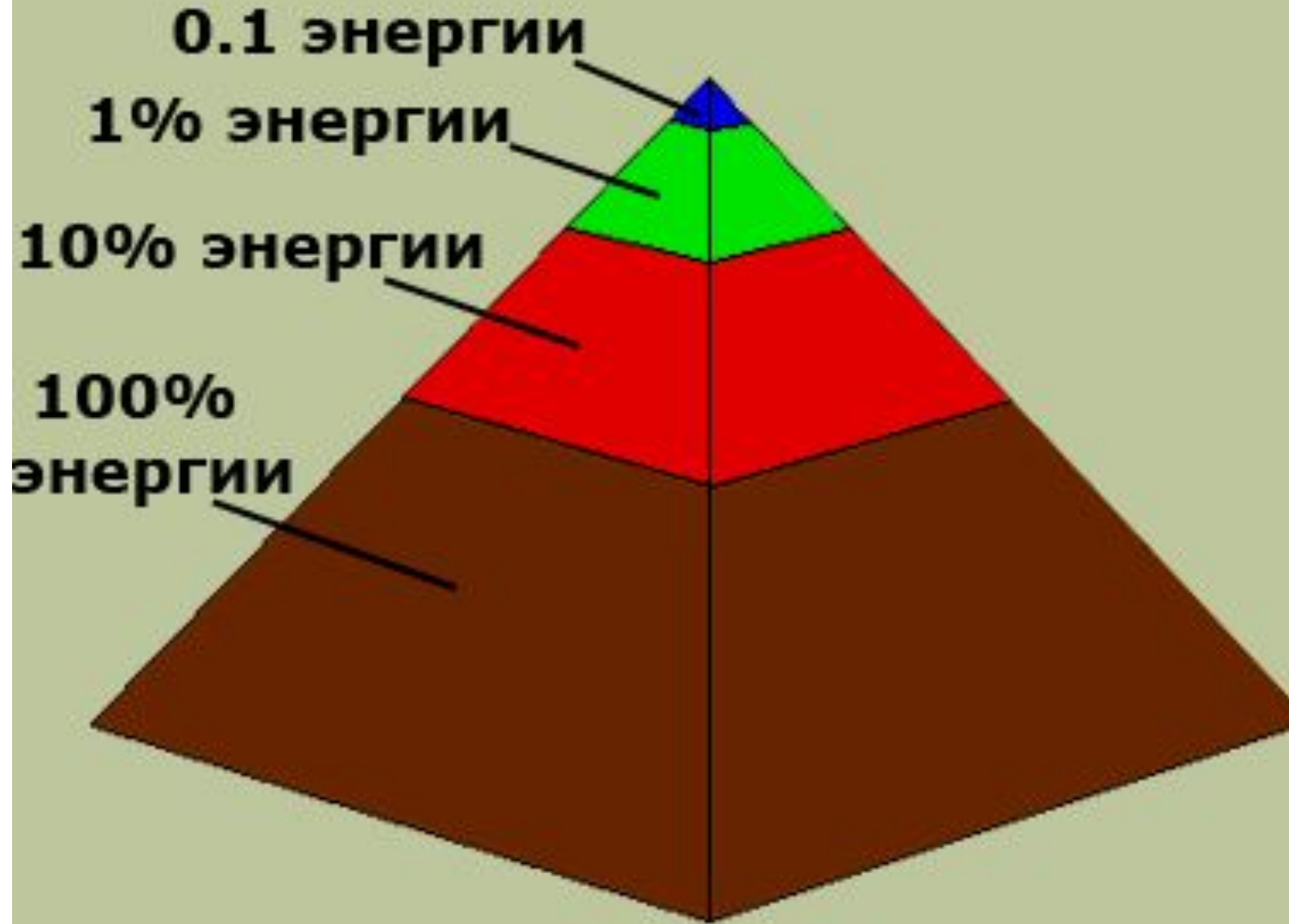




**Экологическая пирамида** — графические изображения соотношения между продуцентами и консументами всех уровней (травоядных, хищников; видов, питающихся другими хищниками) в экосистеме.

## Правило экологической пирамиды, или "Правило 10 %"

- С каждого трофического уровня на следующий переходит около 10% энергии. Это значит, что последнее звено 5-членной пищевой цепи получит только 0,01% энергии, запасённой продуцентами. В связи с эти пищевые цепи имеют ограниченную длину: в наземных биоценозах обычно встречаются 3-5-звенные цепи.

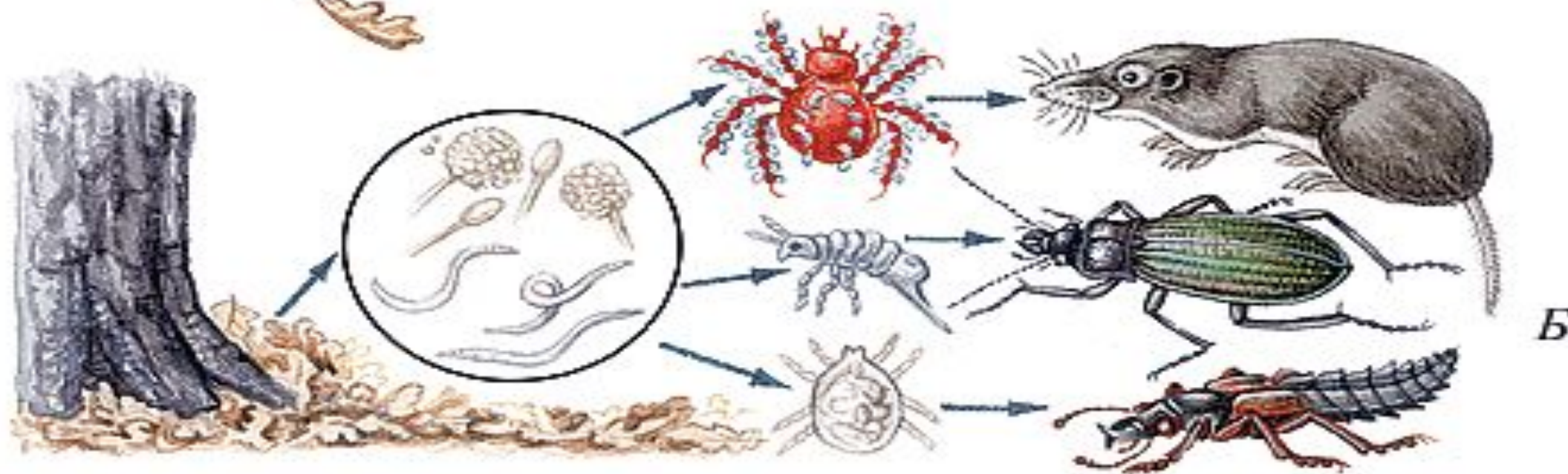




Цепи, которые начинаются с продуцентов, называются **цепями выедания**, или **пастбищными цепями** (см. рис. А). Образующееся в результате жизнедеятельности организмов и их смерти мёртвое органическое вещество ещё содержит запас энергии, которая обеспечивает существование организмов-редуцентов. Сами же редуценты служат пищей для консументов. Так образуются **пищевые цепи разложения**, или **детритные цепи** (**детрит** — полуразложившаяся органическая масса) (см. рис. Б).

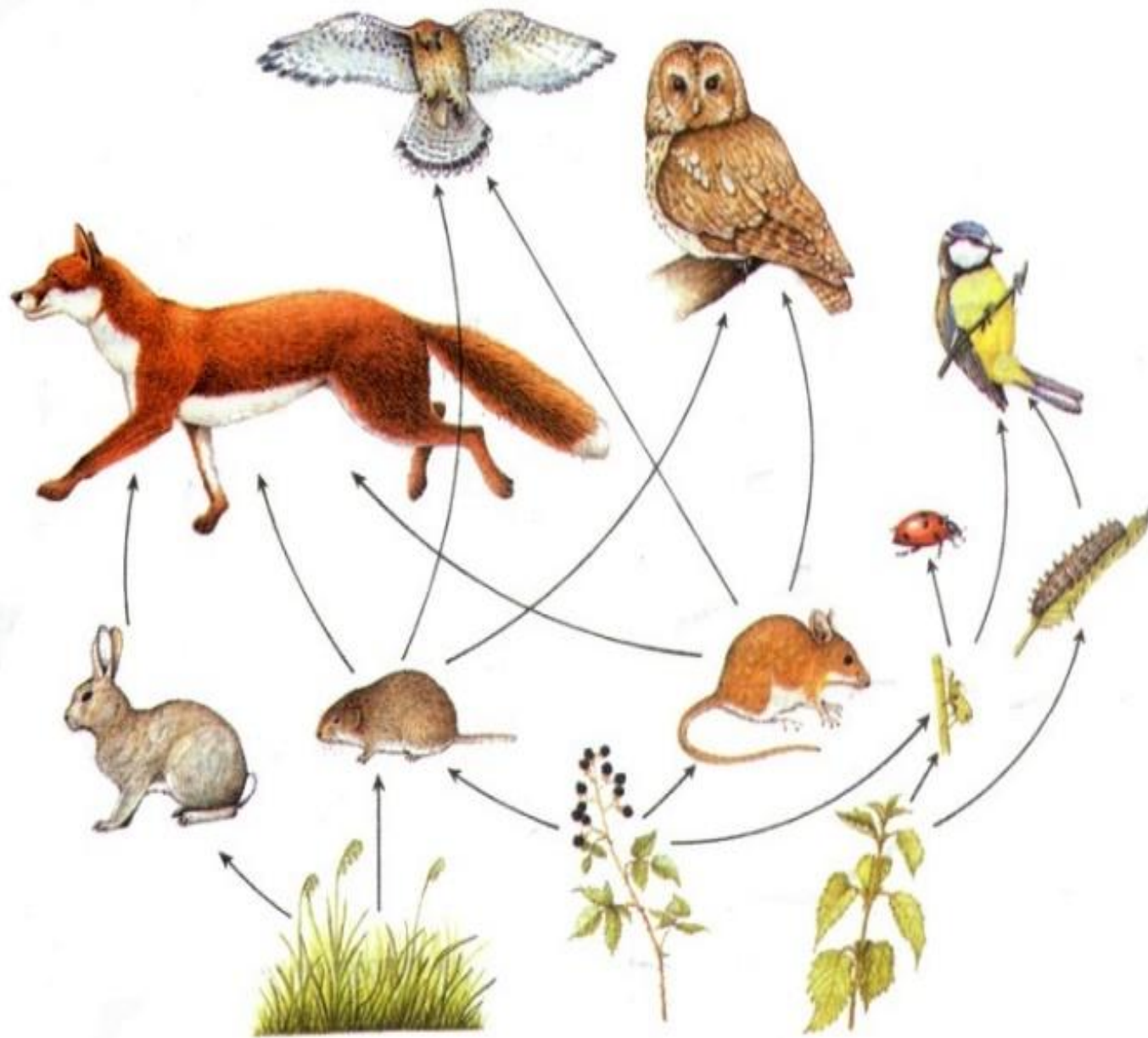


A



Б



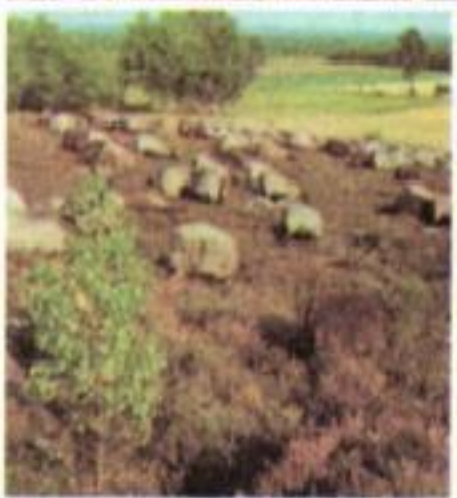


## ПИЩЕВЫЕ СЕТИ

Очень редко встречается ситуация, при которой данный вид является участником только одной пищевой цепи. Чаще он входит в несколько пищевых цепей, часто занимая в них различное положение (см. рис.).

Наличие пищевых сетей обеспечивает большую устойчивость экосистем.





**Антропогенные экосистемы:** сельскохозяйственные экосистемы, лесные, садовые культуры, морские "огороды", экосистемы биологических очистных сооружений, города и промышленные предприятия, рыборазводные пруды, культуры дождевого червя, плантации шампиньонов.



Сельскохозяйственные экосистемы, или *агрэкосистемы*, создаются человеком и отличаются по ряду признаков от естественных экосистем:

- 1) число видов в них значительно меньше;
- 2) цепи питания короче;
- 3) круговорот веществ незамкнутый (так как значительная часть питательных веществ выносится человеком с урожаем);
- 4) саморегуляция выражена слабо, агроценозы регулируются человеком (борьба с сорняками, вредителями).
- 5) источник энергии не только солнечный свет, но и вносимые органические удобрения.
- 6) на первое место выходит искусственный отбор, проводимый человеком.



Поле подсолнечников - агроэкосистема.



Рассмотрим более подробно особенности



<b>Луг</b>	<b>Поле</b>
<b>1. Естественная экосистема, создана природой.</b>	<b>1. Искусственная экосистема, создана человеком.</b>
<b>2. Существует очень длительное время.</b>	<b>2. Неустойчива, без человека она заменяется другой.</b>
<b>3. Существует без вмешательства человека.</b>	<b>3. Возделывается человеком.</b>
<b>4. Разнообразные виды растений. Слабая конкуренция между ними.</b>	<b>4. Однообразные виды растений. Сильная конкуренция между культурными и дикими видами.</b>
<b>5. Саморегулируется, обеспечивает свое</b>	<b>5. Нет естественного кругооборота.</b>