

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

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

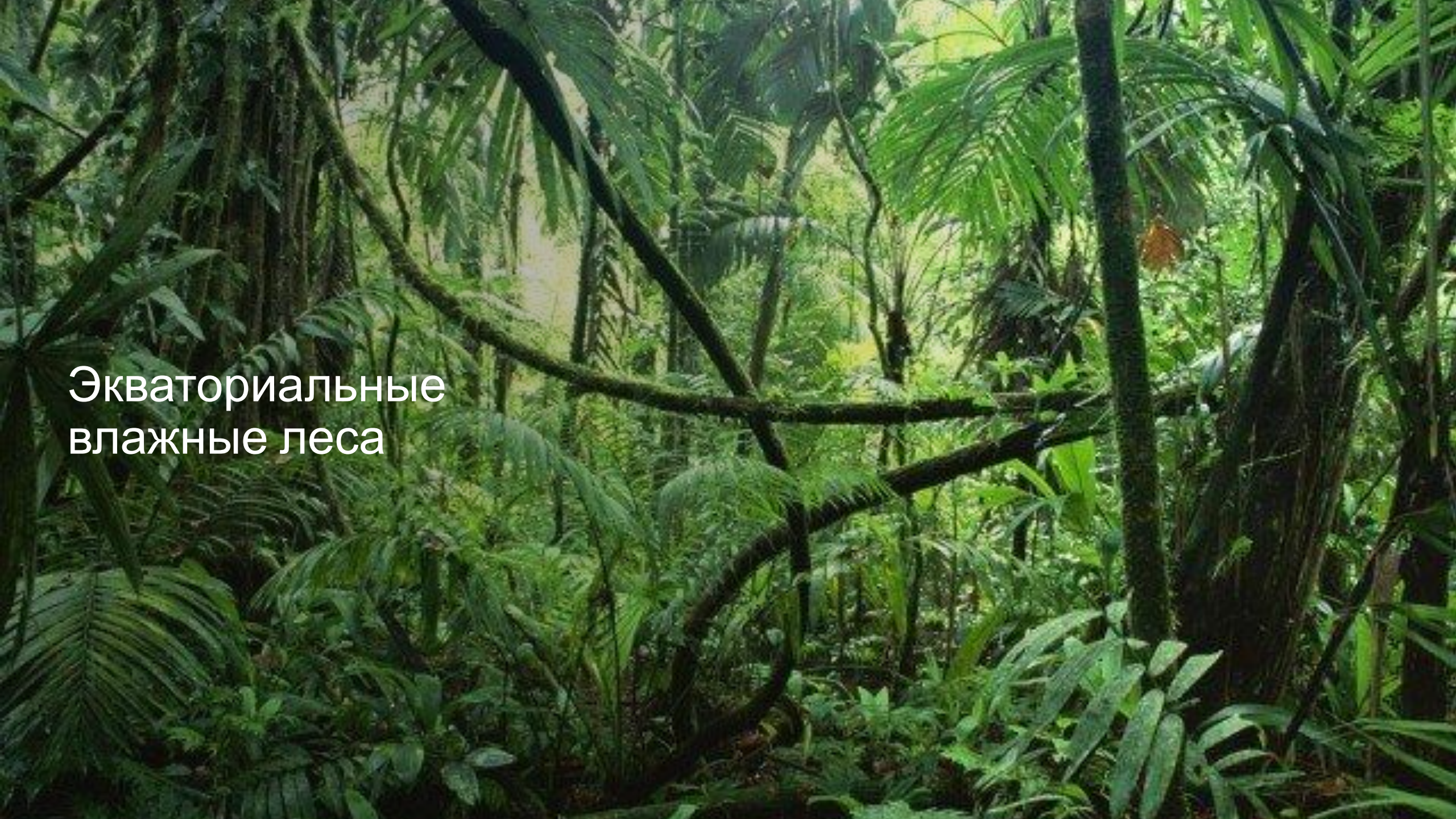


Экосистема, или **экологическая система** (от [др.-греч.](#) οἶκος — жилище, местопребывание и σύστημα — система), — биологическая система ([биогеоценоз](#)), состоящая из сообщества живых организмов ([биоценоз](#)), среды их обитания ([биотоп](#)), системы связей, осуществляющей обмен веществ и энергии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

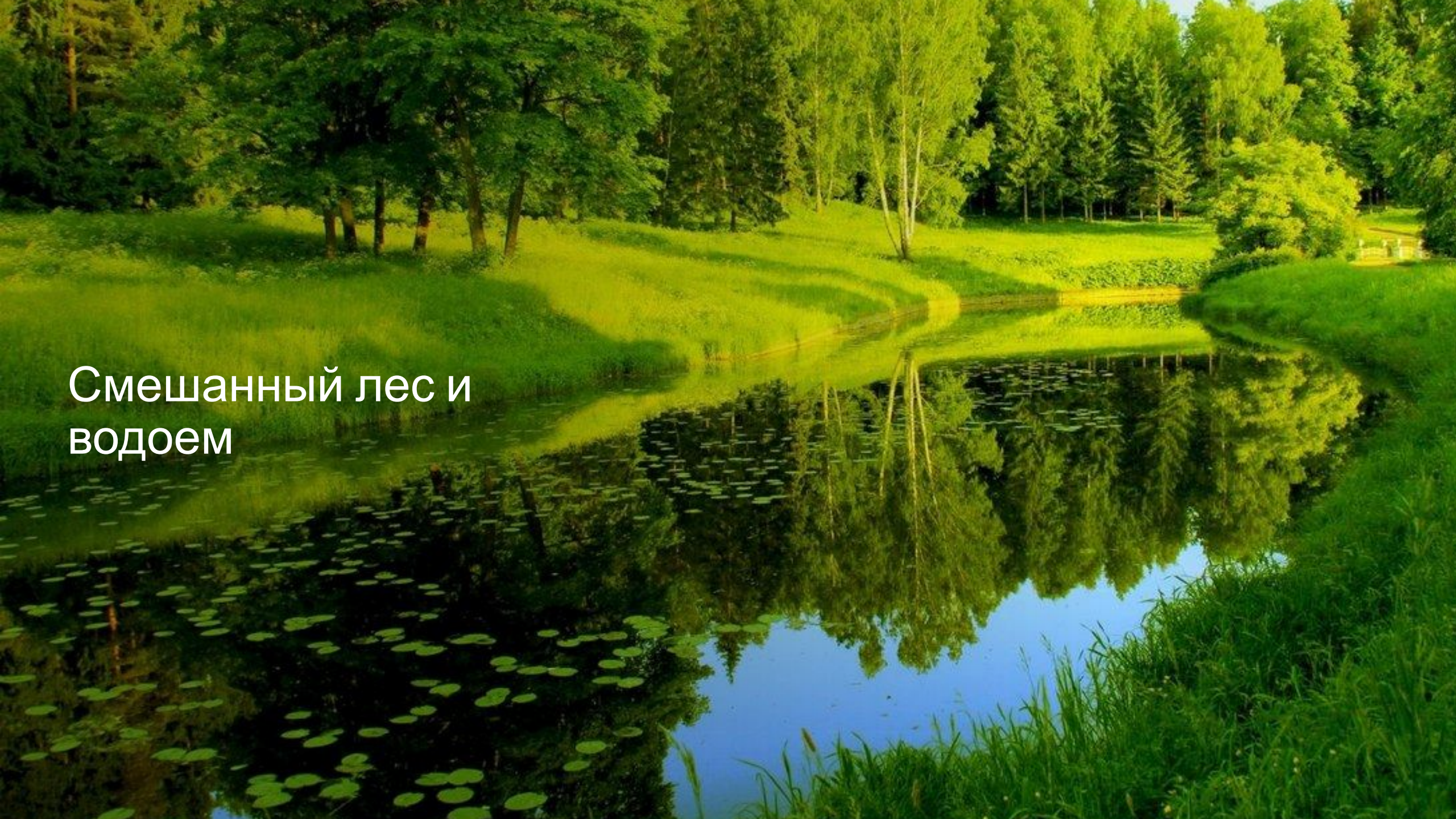
Любое единство, включающее все организмы на данном участке и взаимодействующее с физической средой таким образом, что поток энергии создаёт чётко определённую трофическую структуру, видовое разнообразие и круговорот веществ (обмен веществами и энергией между биотической и абиотической частями) внутри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

A photograph of a dense forest of tall, thin evergreen trees. The trees are closely packed, and their dark green needles are visible against a lighter, hazy background. Sunlight filters through the canopy, creating a soft, dappled light effect. The overall atmosphere is serene and natural.

Тайга

A photograph of a lush tropical rainforest. The scene is filled with dense green foliage, including large ferns and various types of trees. Several thick, dark tree trunks are visible, some leaning at angles. The lighting is dappled, with sunlight filtering through the canopy, creating a vibrant and textured environment. The overall color palette is dominated by various shades of green, with some brown tones from the tree bark.

Экваториальные
влажные леса



Смешанный лес и водоем



Альпийский луг



Болото

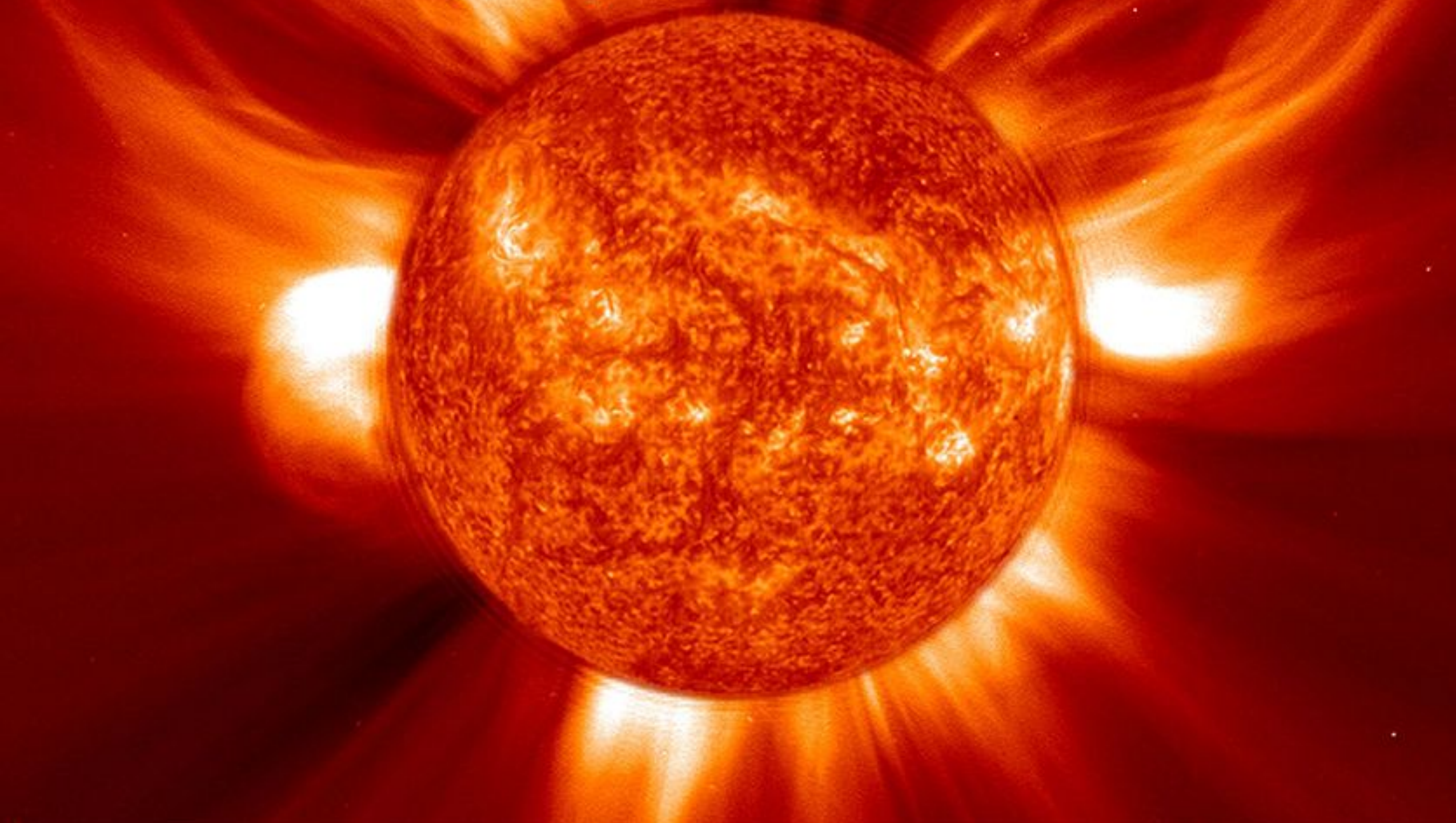


Морское дно



Морской мох





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

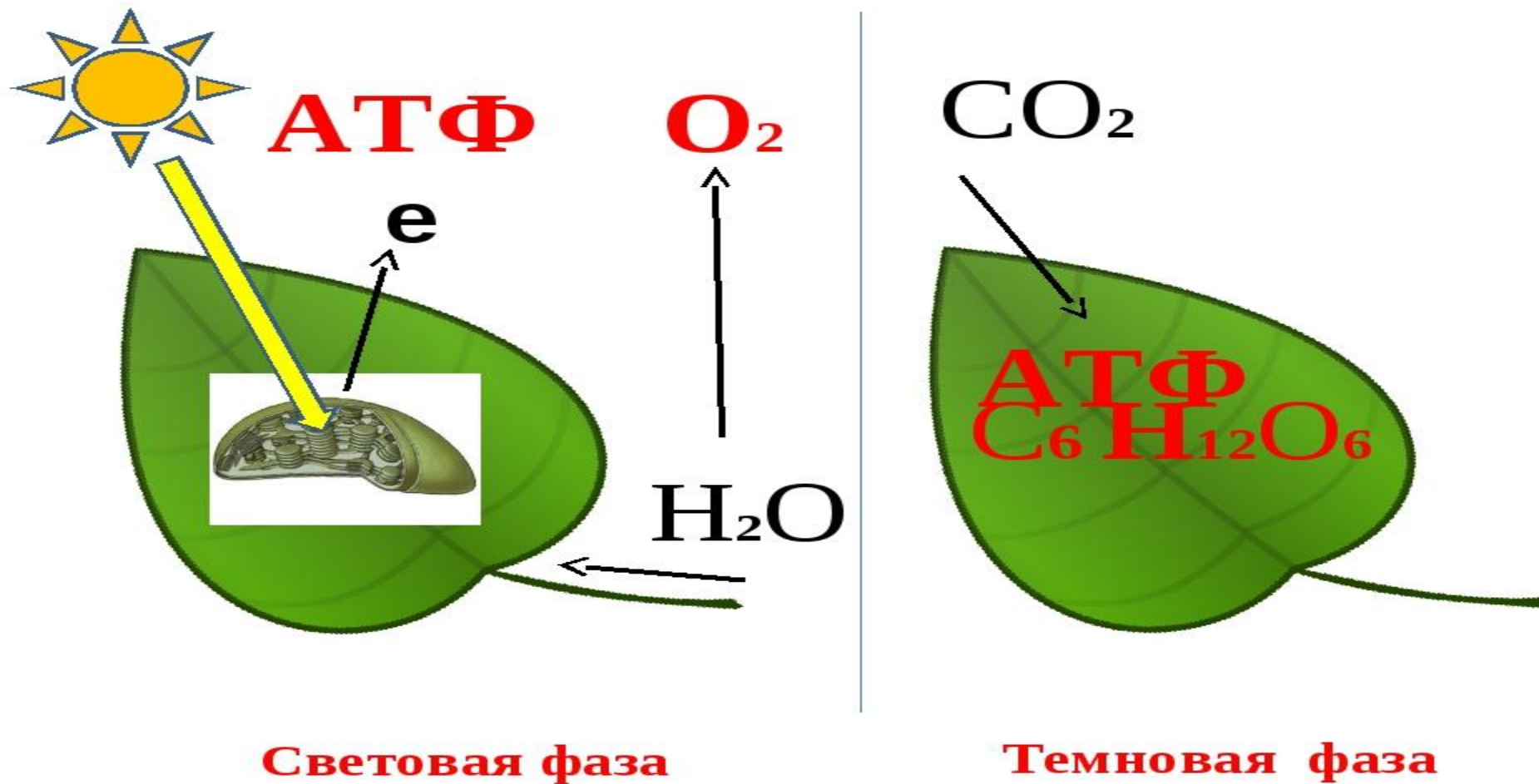
Киловатт·час - это количество энергии, необходимое для работы лампочки накаливания мощностью 100 ватт в течение 10 часов.

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 (7×10^{17}) кВт·ч, достигает поверхности Земли.

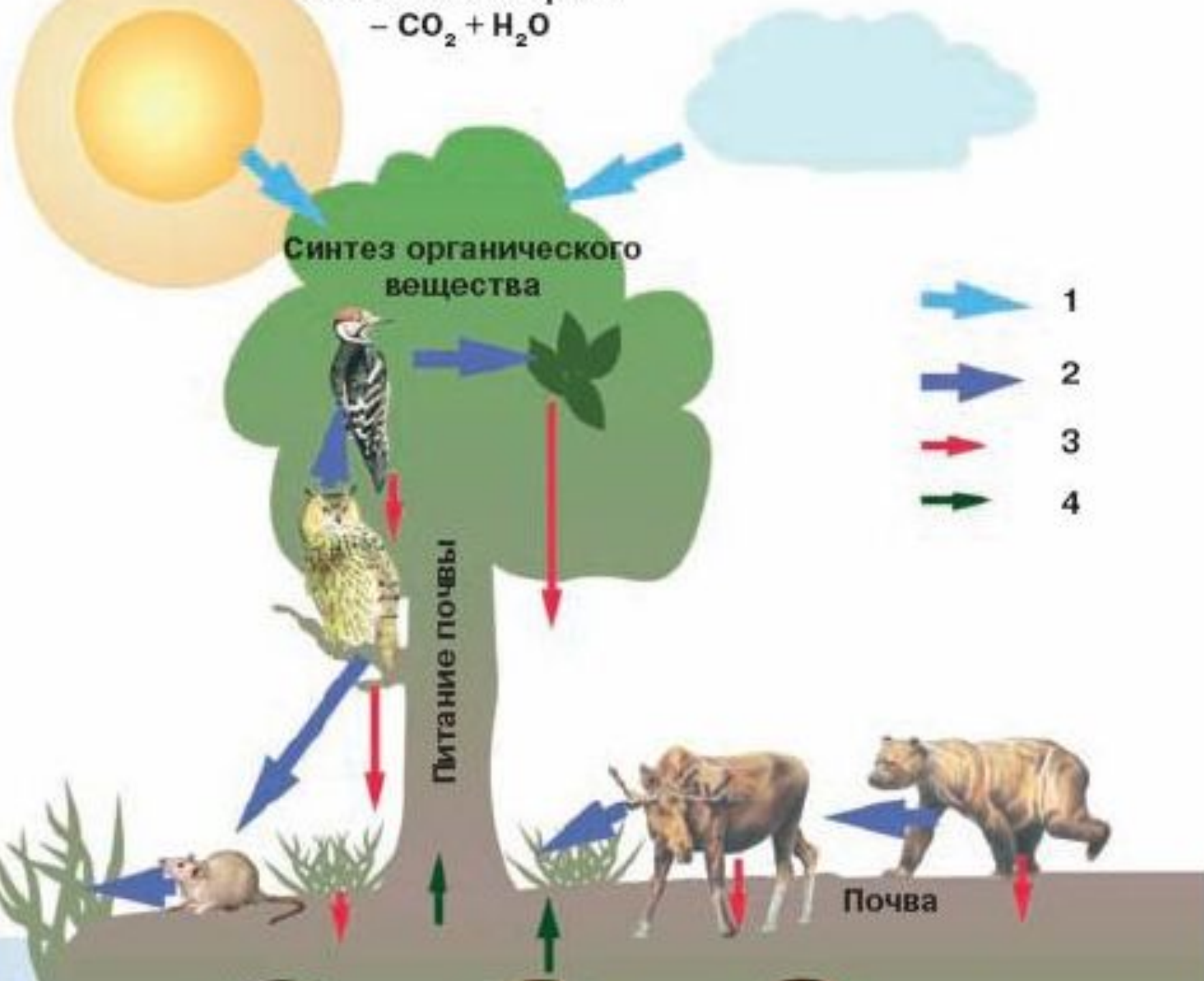
Остальные 30% солнечной энергии отражается обратно в космос, примерно 23% испаряют воду, 1% энергии приходится на волны и течения и **0,01% - на процесс образования фотосинтеза в природе.**

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

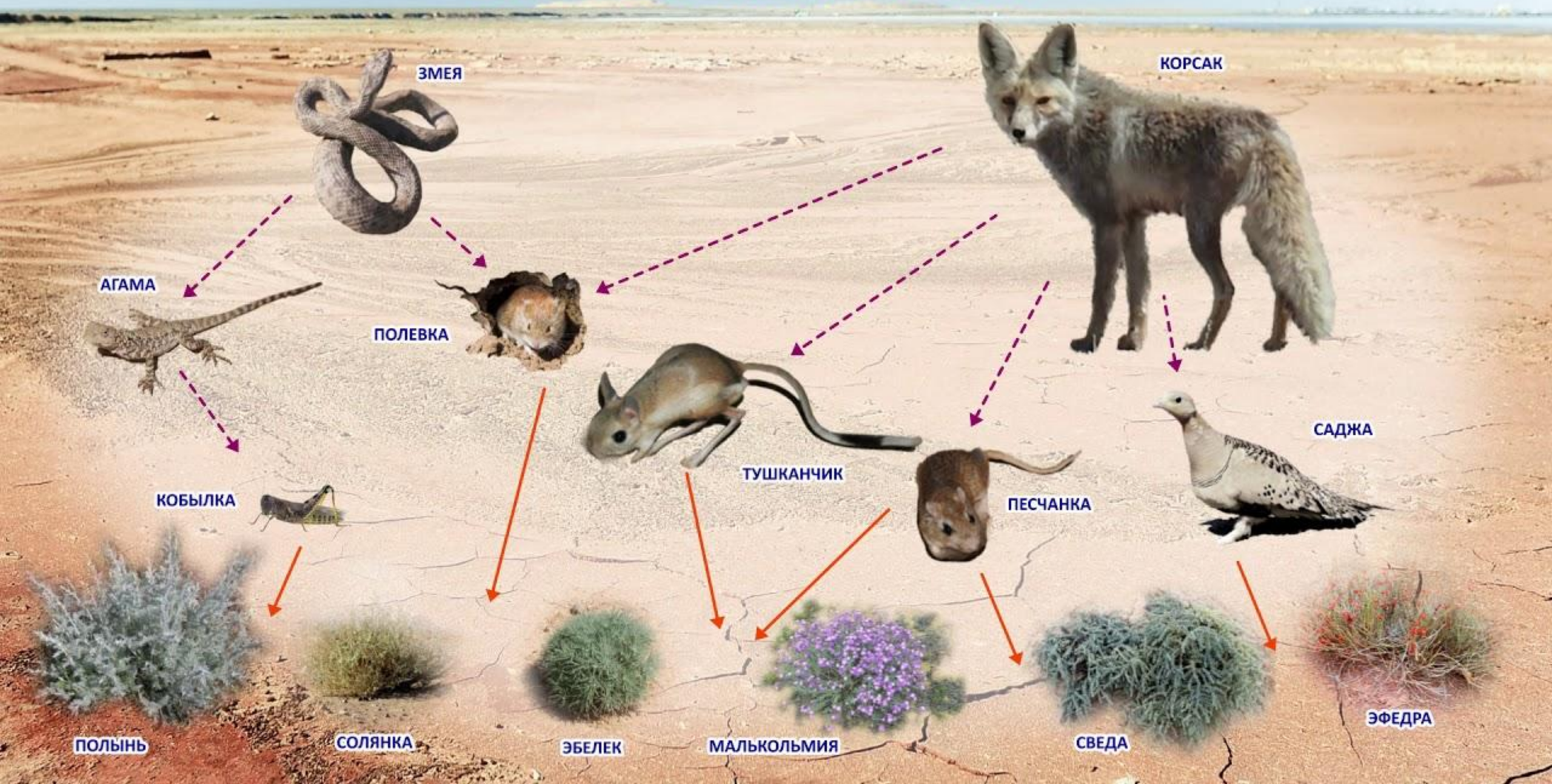


3 порядок

Пустыня



ЭКОСИСТЕМА ПУСТЫНИ



Тип питания живых организмов

```
graph TD; A[Тип питания живых организмов] --> B[Продуценты]; A --> C[Консументы]; A --> D[Редуценты]; B --> B1[фотосинтетики]; B --> B2[хемосинтетики]; C --> C1[фитофаги]; C --> C2[хищники]; C --> C3[эврифаги]; D --> D1[детритофаги]; D --> D2[деструкторы];
```

Продуценты

фотосинтетики

хемосинтетики

Консументы

фитофаги

хищники

эврифаги

Редуценты

детритофаги

деструкторы

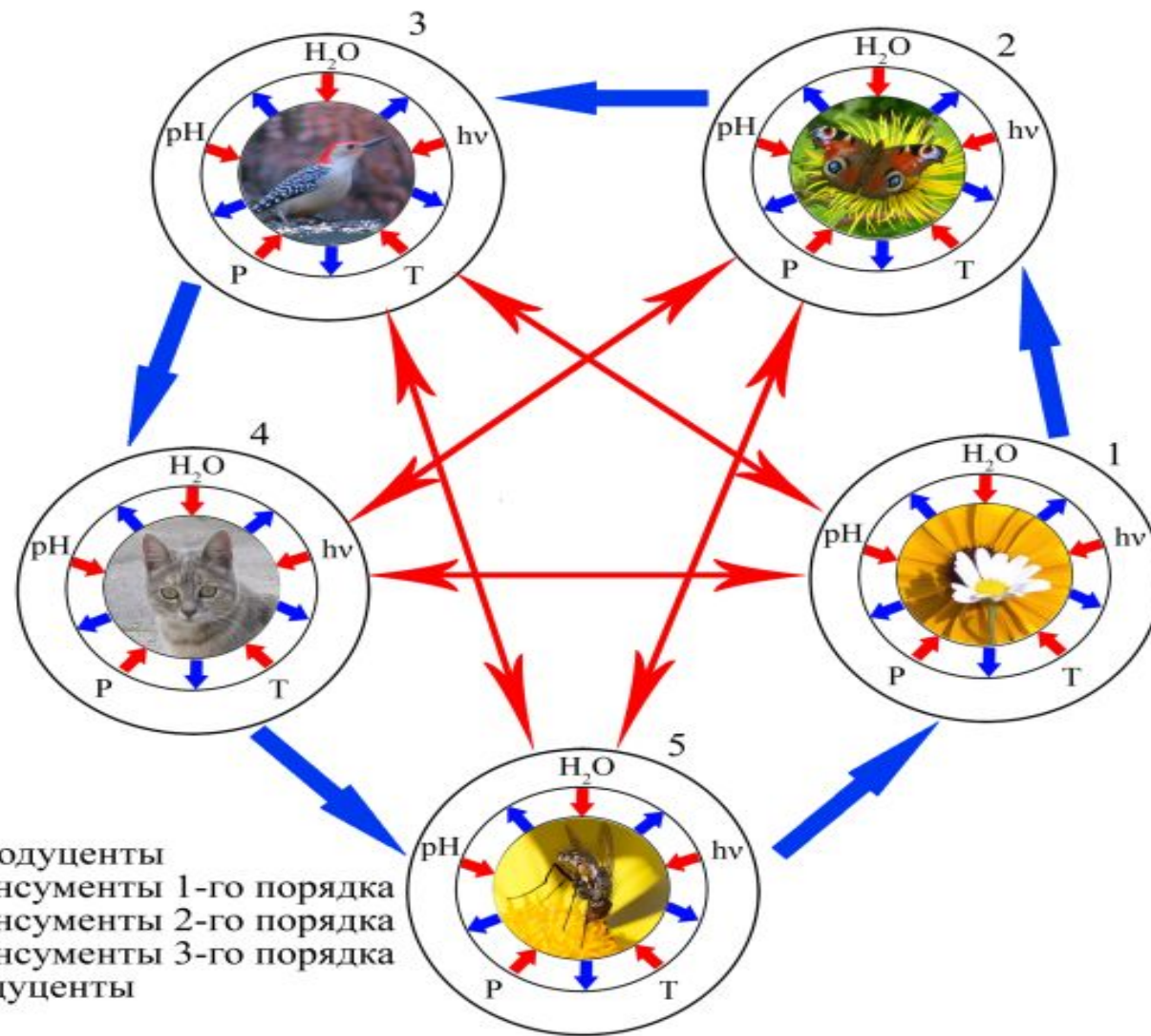
Для существования экосистем необходима энергия, которая поступает благодаря деятельности продуцентов. В основном это энергия света. Обычно продуценты-автотрофы используют около 1% падающей световой энергии. В различных зонах Земли количество падающего света различно, кроме того, различна плотность продуцентов 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)**

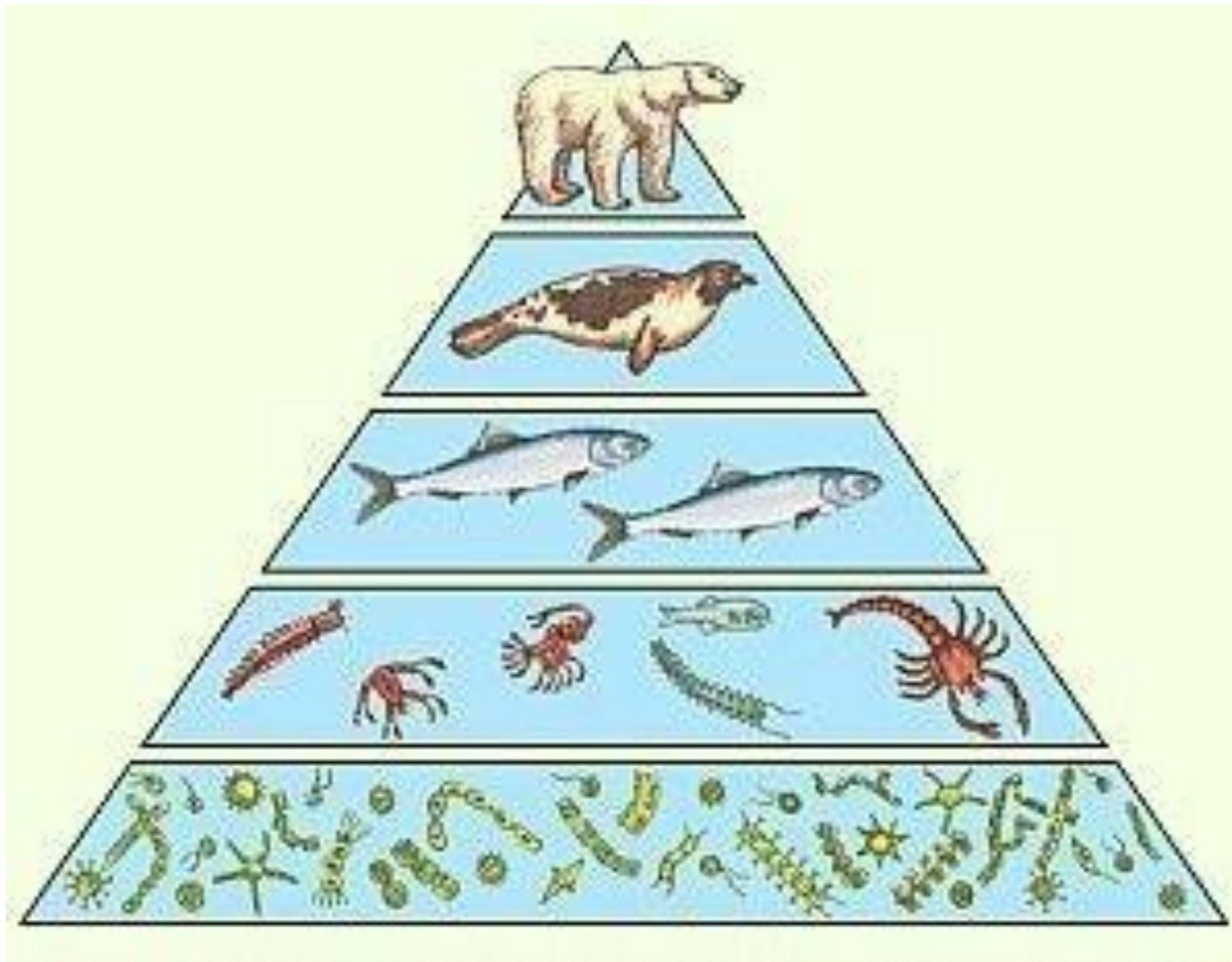
Экосистемы	Биомасса, т/га	Продукция, т/га в год
Пустыни	0,1—0,5	0,1—0,5
Центральные зоны океана	0,2—1,5	0,5—2,5
Полярные моря	1—7	3—6
Тундра	1—8	1—4
Степи	5—12	3—8
Агроценозы	—	3—10
Саванна	8—20	4—15
Тайга	70—150	5—10
Лиственный лес	100—250	10—30
Влажный тропический лес	500—1500	25—60
Коралловый риф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



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



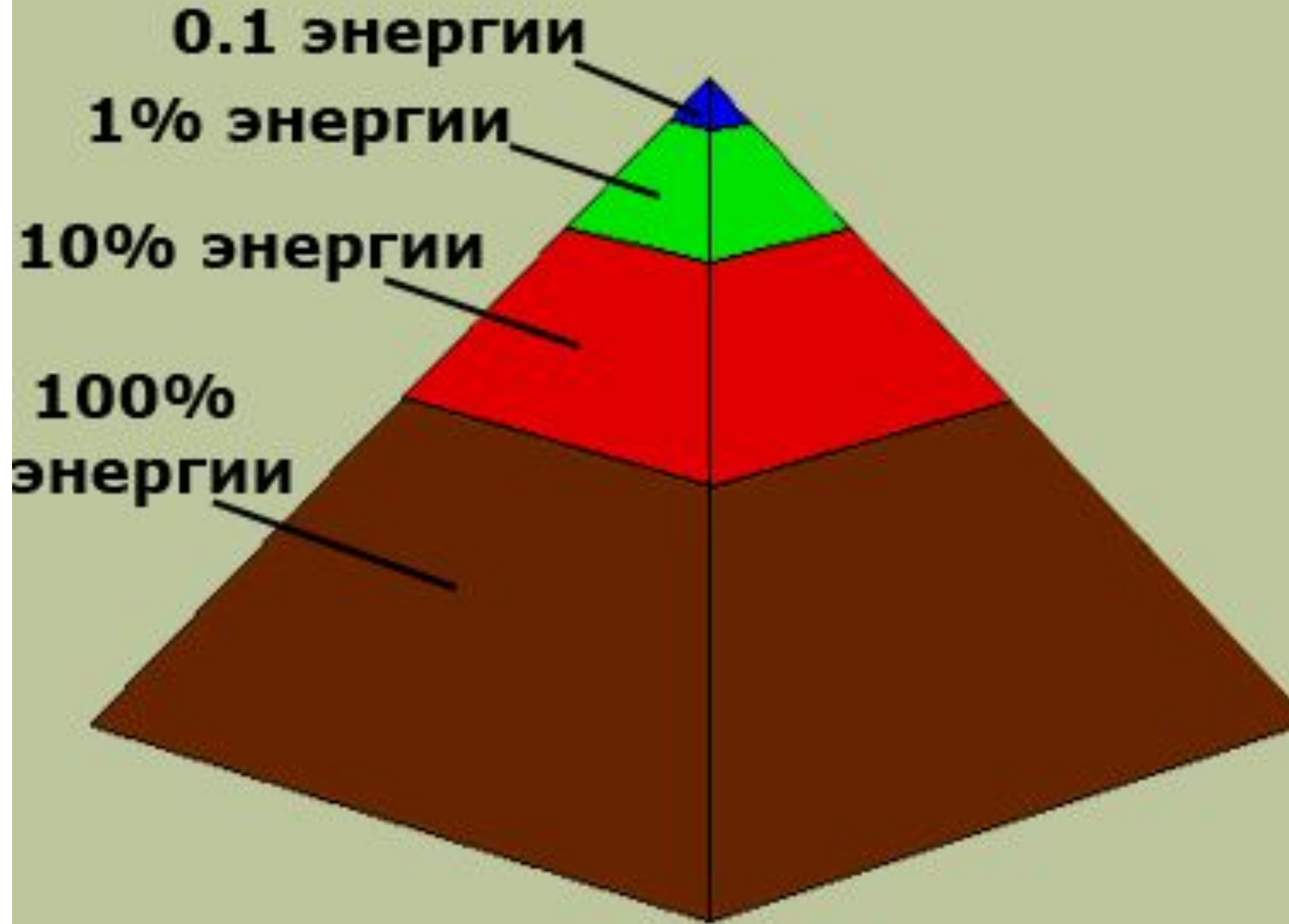
Пищевая цепь — перенос вещества и энергии от первичного источника через ряд организмов.



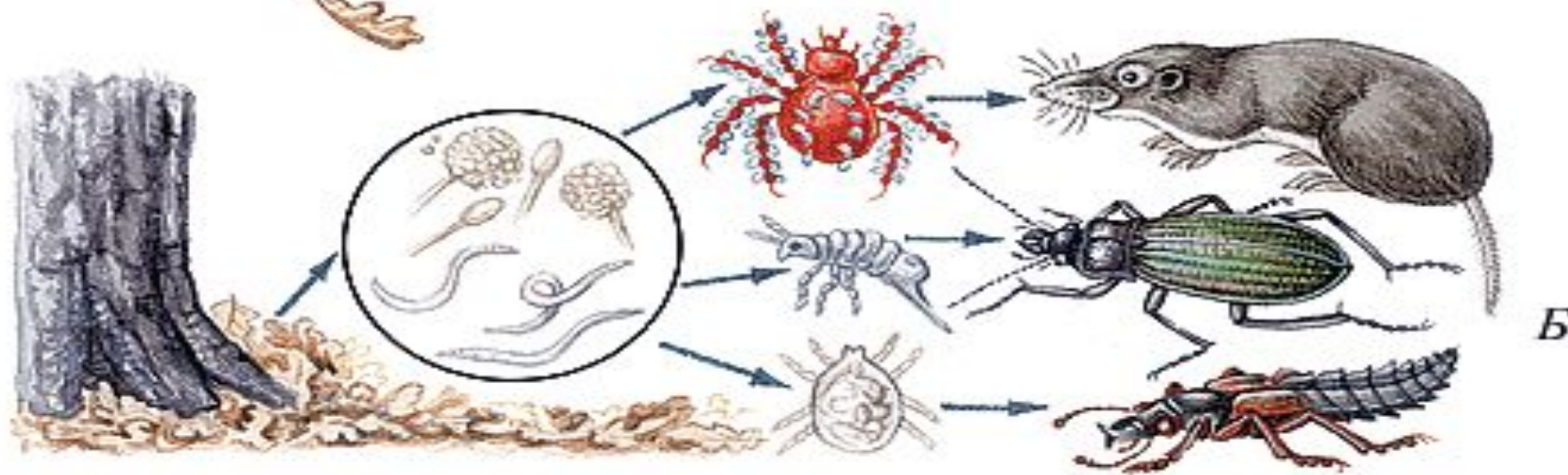
Экологическая пирамида — графические изображения соотношения между продуцентами и консументами всех уровней (травоядных, хищников; видов, питающихся другими хищниками) в экосистеме.

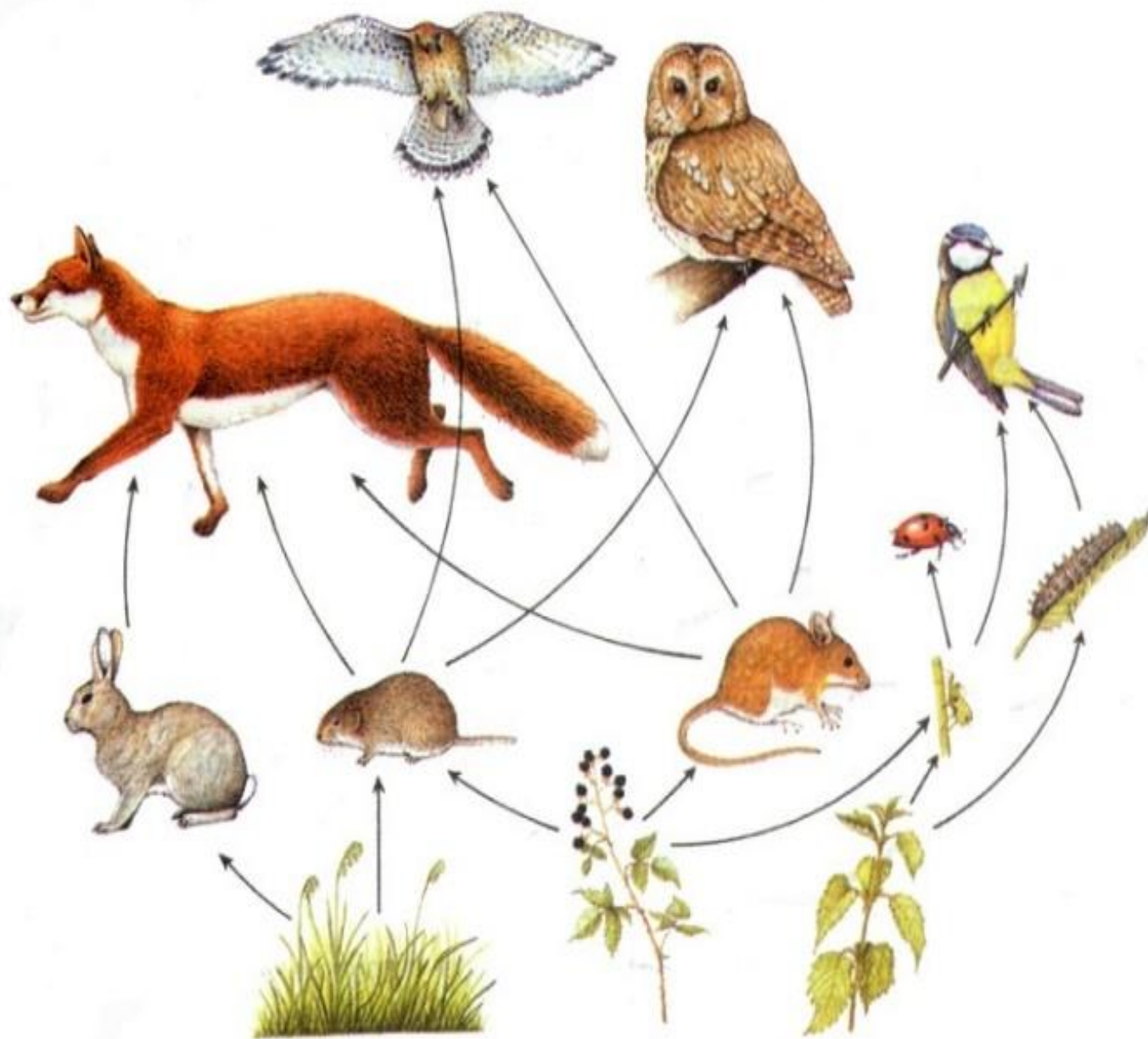
Правило экологической пирамиды, или "Правило 10 %"

- 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 этим 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).



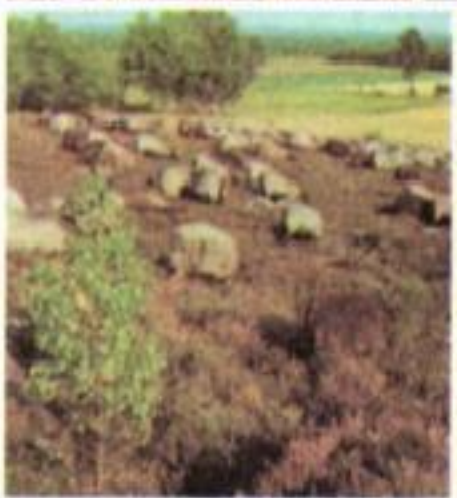


ПИЩЕВЫЕ СЕТИ

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 *агроэкосистемы*, 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 детально особенности

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