

Лекция 5 Перемещение вещества и энергии в экосистемах

- 1. Понятия экосистема и биогеоценоз**
- 2. Трофическая структура экосистем и круговорот веществ в них**
- 3. Пищевые цепи и трофические уровни**
- 4. Поток энергии и продуктивность экосистем**

1. Понятия экосистема и биогеоценоз

Экосистемы (А. Тенсли, 1935) - основные единицы природы

**т.е. любые природные или
созданные человеком сообщества
живых существ вместе со средой
обитания, функционирующие как
единое целое (лес, озеро, поле...)**

**Главные признаки для экосистемы –
это наличие круговорота веществ и потока
энергии, которые обеспечивают ее
относительную стабильность**

Структура лесной экосистемы

Деревья, как и все растения, являются продуцентами. Потребляя минеральные вещества и используя энергию Солнца, они производят органическое вещество, доступное животным, грибам, бактериям.

СТРУКТУРА ЛЕСНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ

Синицы и другие птицы, поедаящие насекомых в кронах, являются консументами 2-го порядка.

Кроны деревьев служат убежищем и местом гнездования для многих птиц, например сов.

Роль бабочек не ограничивается потреблением ими некоторого количества органического вещества. Они — важнейшие опылители цветковых растений.

Белка, заяц, олень и мышь, питающиеся растительным кормом, составляют группу консументов 1-го порядка.

Экскременты и другие выделения животных удобряют почву.

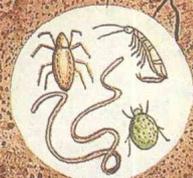
Хищные горностай и сова — консументы 2-го порядка.

Верхний слой почвы содержит большое количество мёртвого органического вещества (растительный опад, выделения животных).

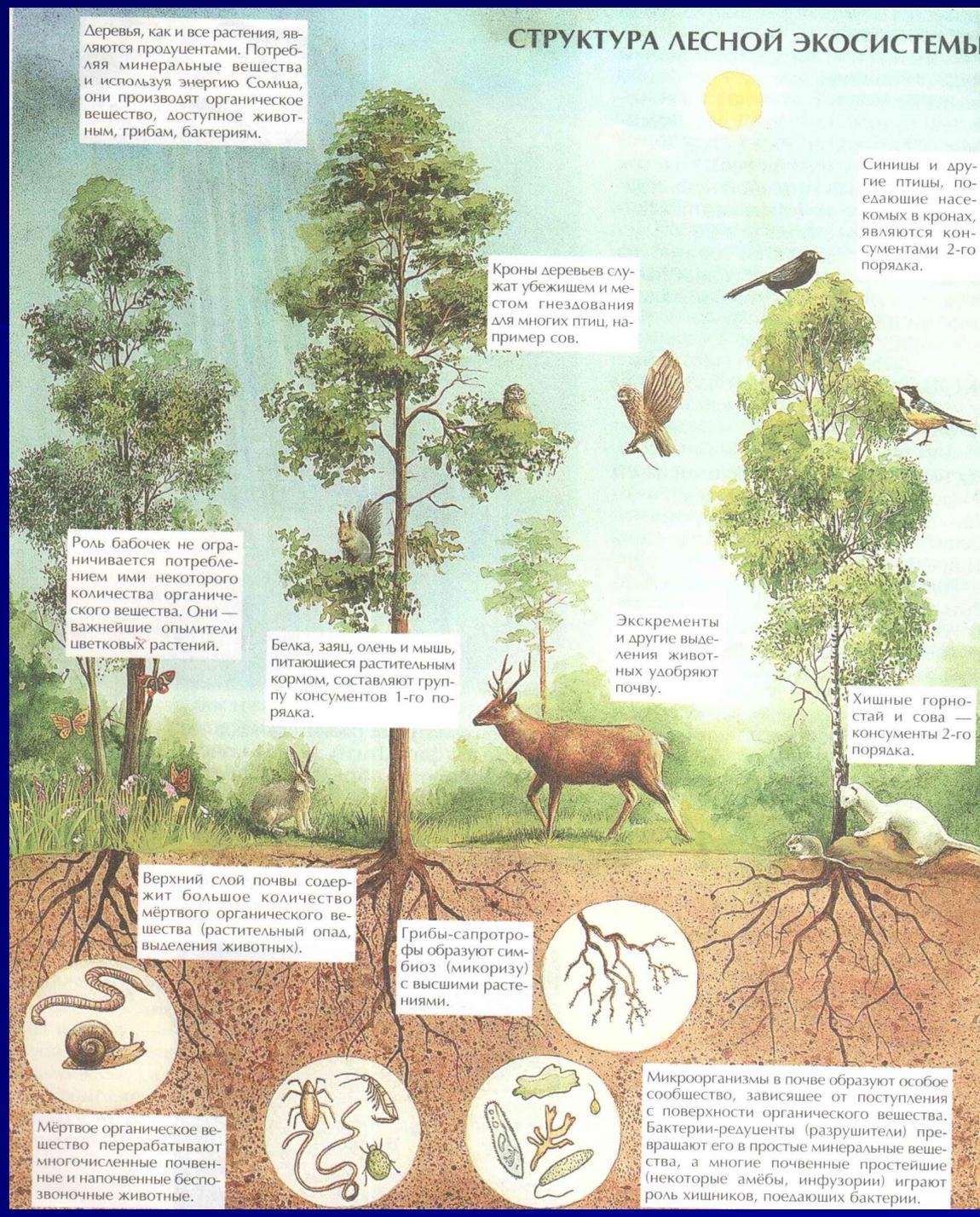
Грибы-сапротрофы образуют симбиоз (микоризу) с высшими растениями.



Мёртвое органическое вещество перерабатывают многочисленные почвенные и напочвенные беспозвоночные животные.

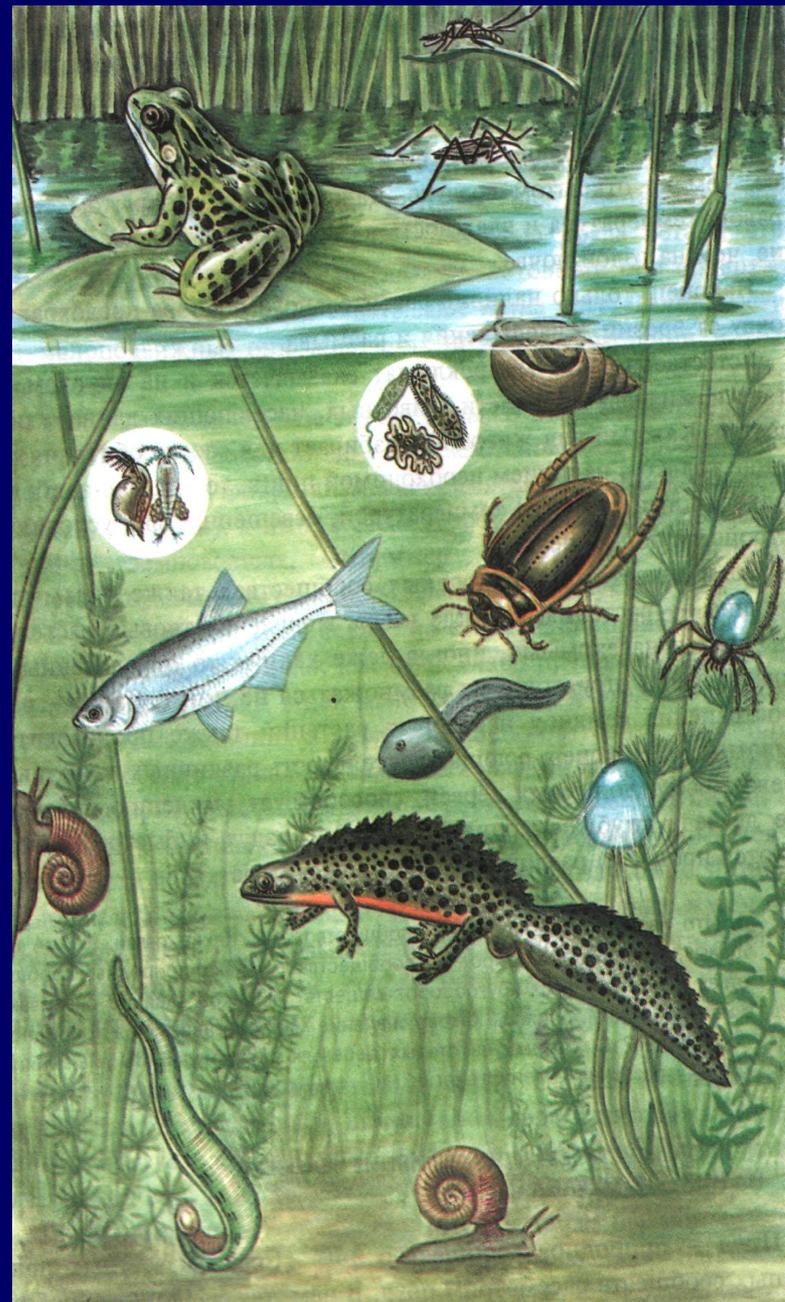


Микроорганизмы в почве образуют особое сообщество, зависящее от поступления с поверхности органического вещества. Бактерии-редуценты (разрушители) превращают его в простые минеральные вещества, а многие почвенные простейшие (некоторые амёбы, инфузории) играют роль хищников, поедающих бактерии.



Биоценоз (от греч. био – живое, ценоз – сообщество) - **совокупность всех взаимосвязанных растений, животных, микроорганизмов, проживающих на однородном участке суши или водоема (К. Мебиус, 1877)**

(например, водоросли, рыбы, лягушки, жуки, инфузории и т.д., живущие в одном пруду)



Биотоп

(био – живое, топос – место)

**занимаемое биоценозом
пространство и вся неживая
среда (земля, вода, воздух, свет,
тепло...)**

**Экосистема = биоценоз +
биотоп**

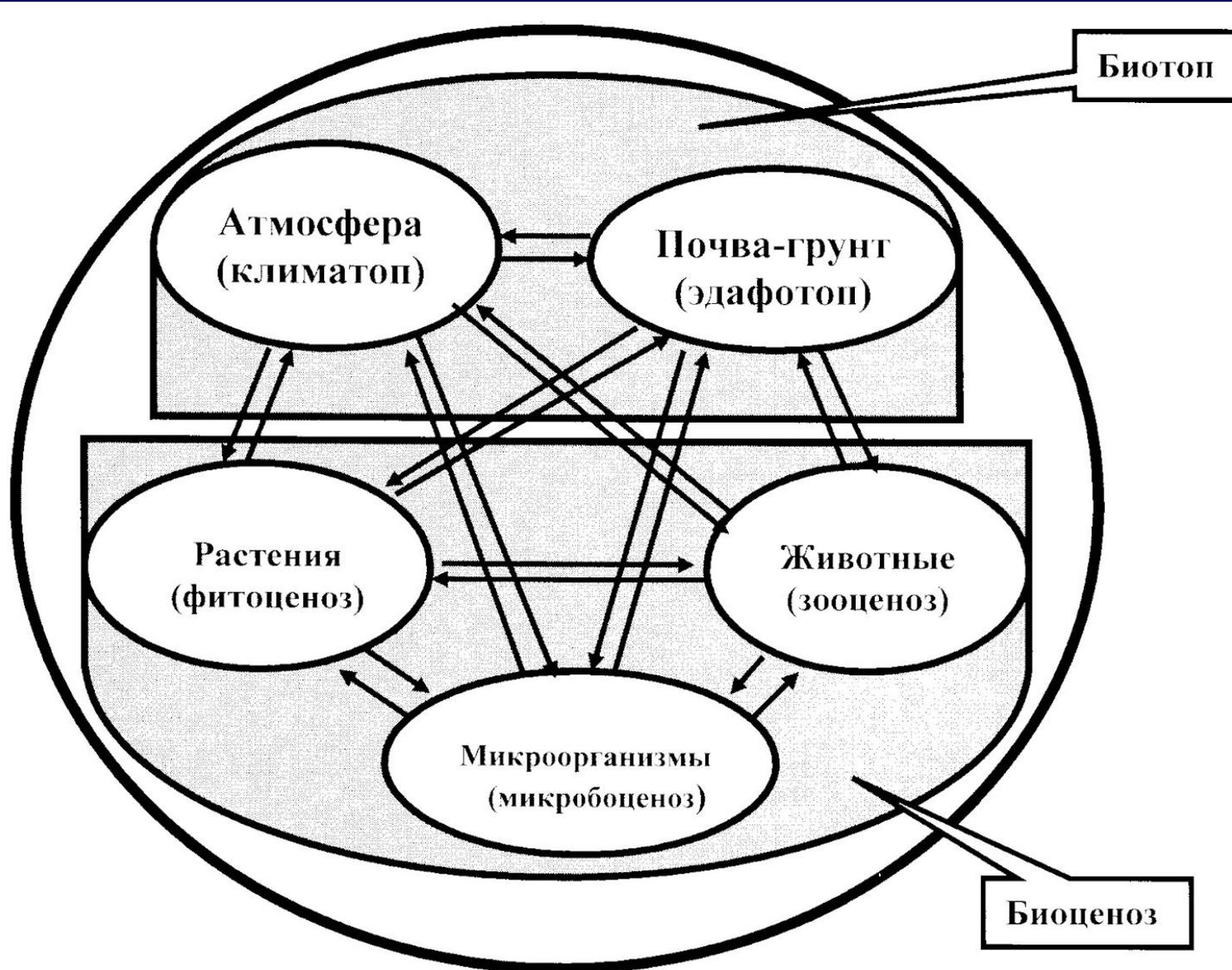
Биогеоценоз (В.Н.Сукачев, 1940-64)

исторически сложившаяся наземная экосистема, объединяющая на основе обмена веществ, энергии и информации сообщество живых организмов (биоценоз)

с пространственной совокупностью абиотических условий (биотоп)

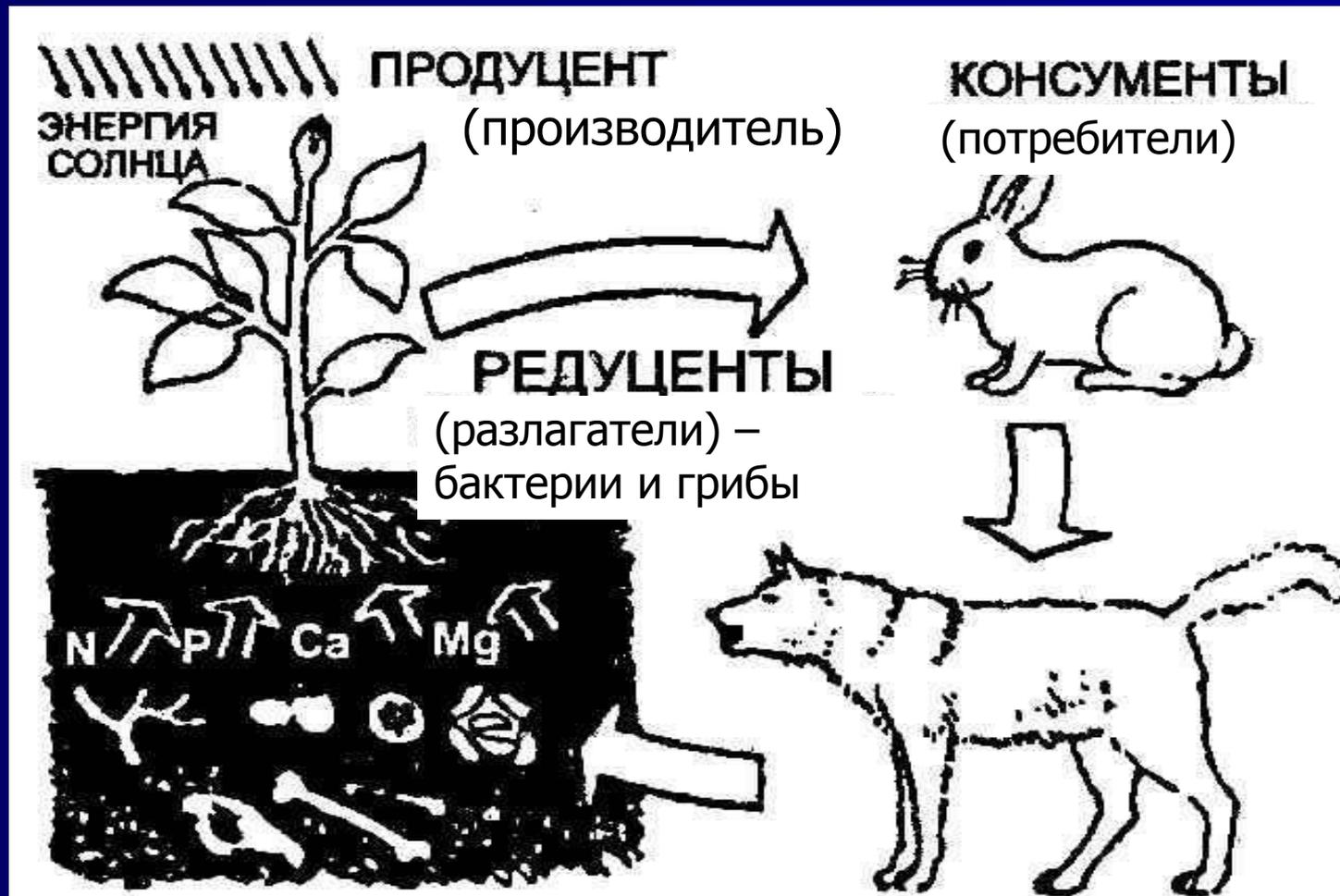
*(участок леса, луга, степи...,
но не озеро, поле, город...)*

Схема биогеоценоза и взаимодействия между его компонентами (В.Н.Сукачев, 1940)



2. Трофическая структура экосистем и круговорот веществ в них

(трофический – связанный с питанием)



Классификация организмов по способу получения энергии



Автотрофы – организмы, **образующие органическое вещество** своего тела **из неорганических веществ** среды посредством процессов хемосинтеза и фотосинтеза (**растения, часть бактерий**)

В экосистеме они играют роль продуцентов.

Продуценты – это автотрофные организмы, образующие первичную продукцию органического вещества в экосистеме из неорганического

Хемосинтез

- использование для синтеза органических веществ энергии окисления водорода, серы, сероводорода, аммиака, железа

(хемоавтотрофные бактерии, в том числе нитрифицирующие, связанные с плодородием почвы)

ФОТОСИНТЕЗ - это использование энергии солнечного света для синтеза глюкозы из углекислого газа и воды:



Его осуществляют:
**зеленые растения и
некоторые
микробы**



Роль продуцентов

В том, что из простых неорганических соединений с низкой потенциальной энергией они создают сложные органические вещества с высокой потенциальной энергией.

Они превращают энергию солнечного света в химическую и запасают ее.

В процессе дыхания энергия высвобождается, а затем используется для синтеза:



и др. биогены

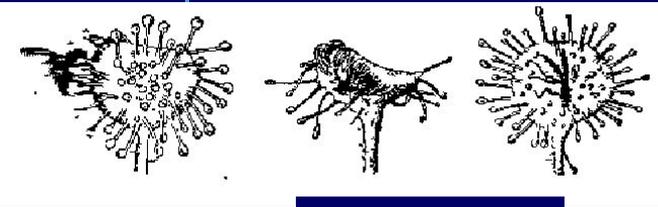
(вещества, входящие в состав живого)

**→ белки, жиры, сложные углеводы, ДНК
и т.д.**

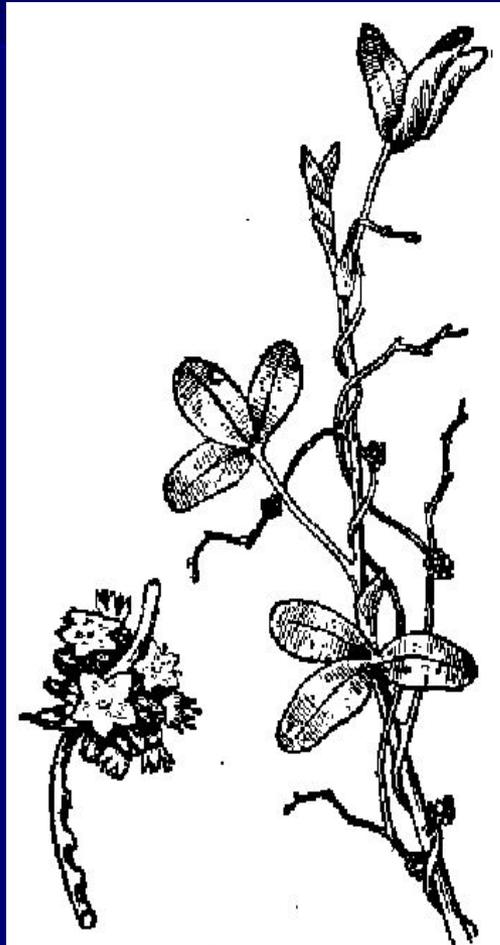
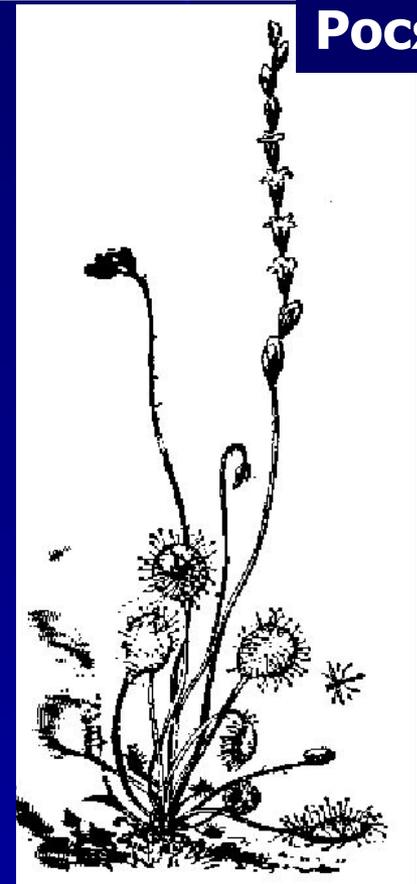
Гетеротрофы

- организмы, питающиеся
готовым органическим
веществом других
организмов или продуктов
их жизнедеятельности
(животные, грибы,
большая часть бактерий)

Совмещение автотрофного и гетеротрофного питания у растений - редкость



Росьянка



Повилика на клевере



Заразиха

**Консументы – потребители
готового органического вещества
других организмов,
превращающие его
в органические вещества
своего тела**

(животные, высшие грибы)

- Консументы, питающиеся продуцентами – это первичные консументы = консументы 1-ого порядка = травоядные = **фитофаги** (слоны, зайцы, гусеницы, тли)
- Консументы питающиеся консументами и убивающие жертву - это **хищники** = плотоядные = консументы 2-ого, 3-его и более высоких порядков (волки, ежи, орлы, синицы)
- Консументы, питающиеся консументами, но не убивающие жертву – это **паразиты** (комары, аскариды, насекомые-наездники)

Детрит - мертвая органика растительного или животного происхождения (опавшие листья, трупы, навоз)

Консументы, питающиеся детритом – это **детритофаги** (грифы, падальные мухи, жуки-навозники, дождевые черви, жуки-древоточцы). Часть из них называют **сапрофаги** (*лат. сапрос – гнилой*)

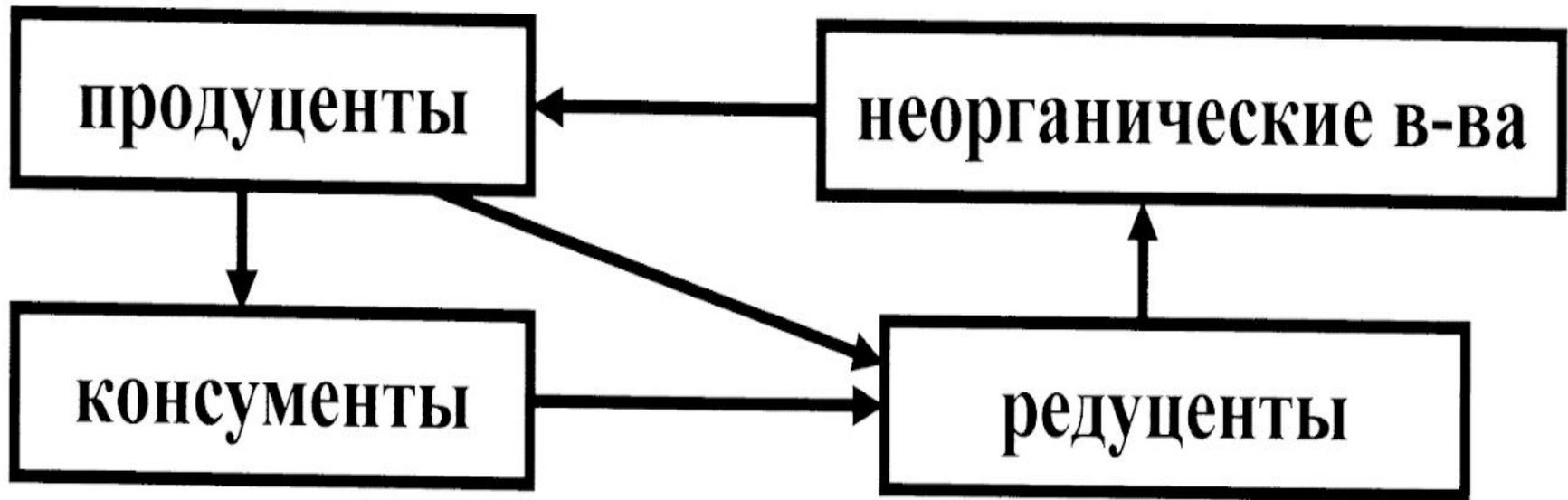
Роль консументов в экосистеме:

- хищники и паразиты служат регуляторами биологического равновесия
- детритофаги измельчают крупные части детрита, ускоряя их микробное разложение

Редуценты (разлагатели)

заканчивают разложение органических остатков, осуществляют их полную минерализацию и возвращают в окружающую среду CO_2 , воду и минеральные элементы, которые снова могут использоваться продуцентами (*бактерии, низшие грибы*)

Схема круговорота веществ в экосистеме



3. Пищевые цепи и трофические уровни

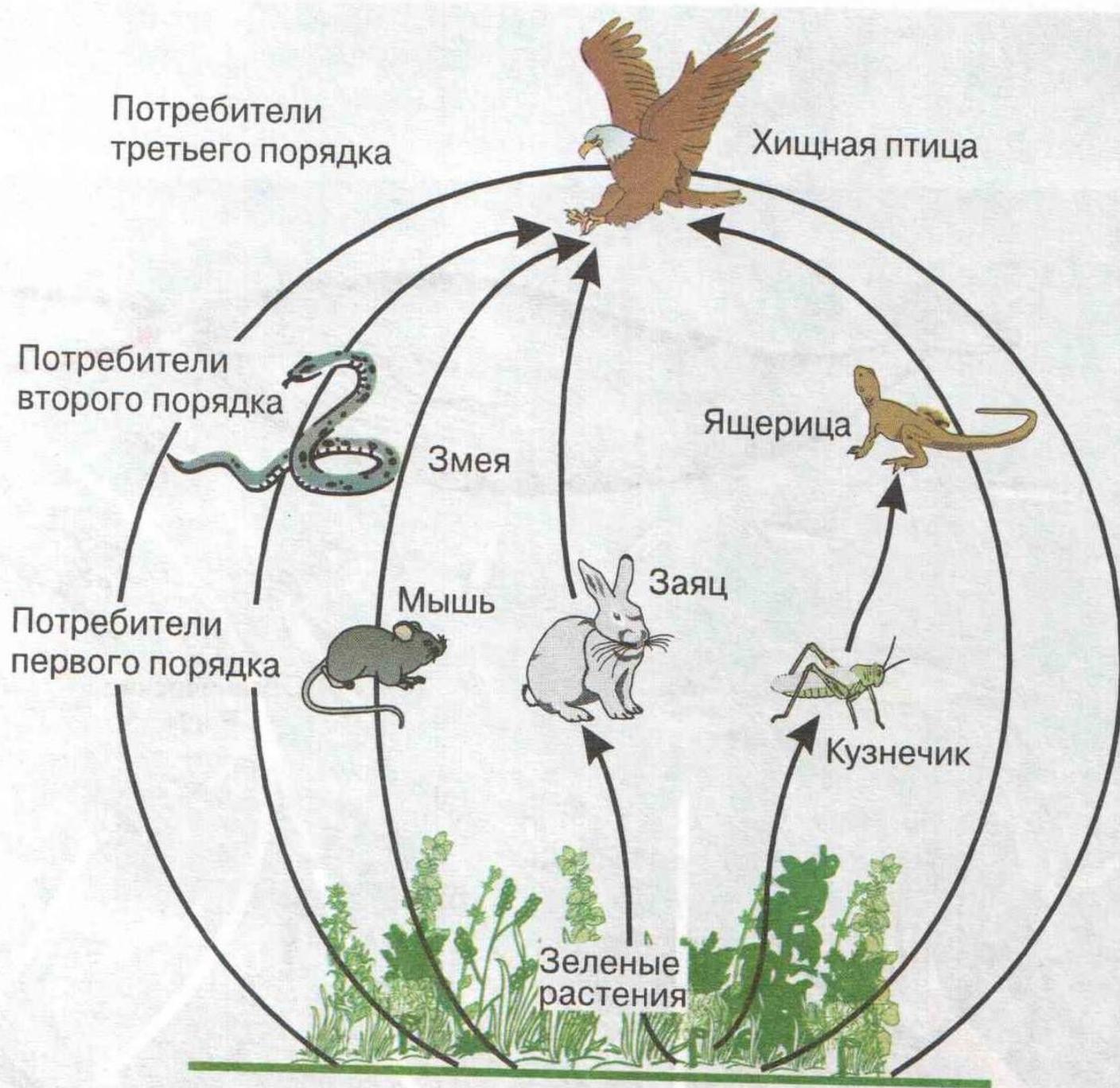
Пищевая цепь – последовательность групп организмов, где каждый предыдущий служит пищей для последующего



Трофический уровень

- звенья пищевой цепи, равноудаленные от начала, то есть это - совокупность организмов, получающих преобразованную в пищу энергию солнца через одинаковое число посредников

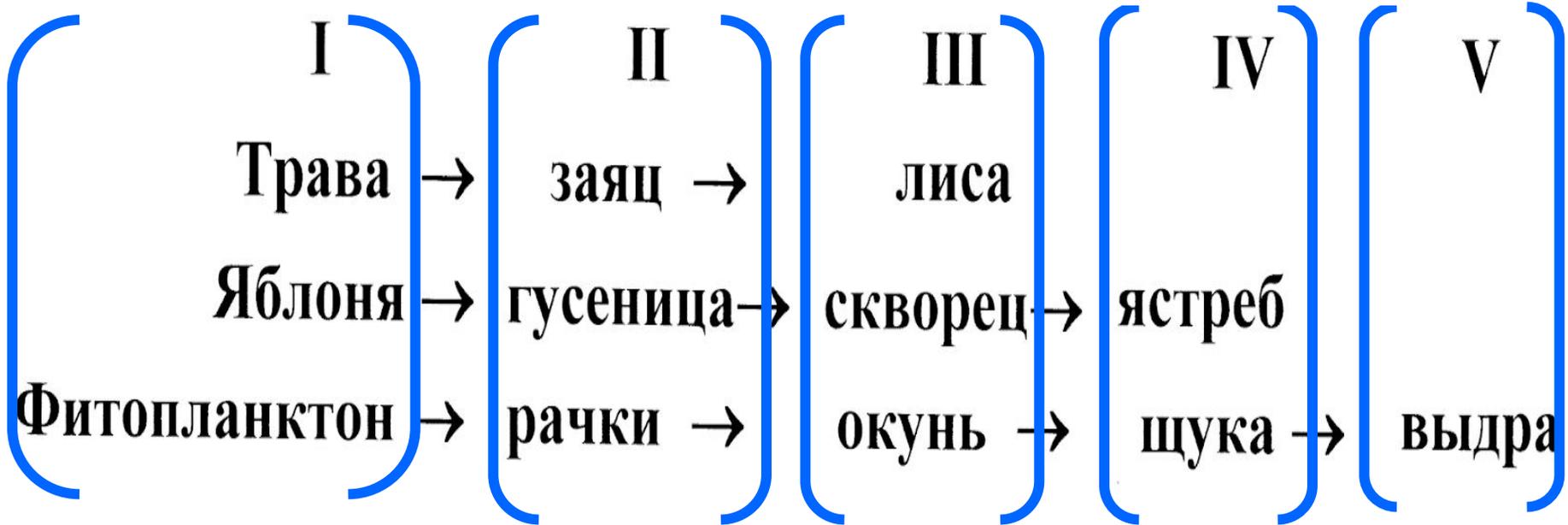
Пищевые цепи на лугу



Пищевые цепи(3-5 трофических уровней)

Цепи выедания

Пастбищные и паразитные
(Начинаются живым растением)



Цепи разложения = детритные
(начинаются мертвой органикой)

Опавший лист → дождевой червь → скворец → кошка

Падаль → падальная муха → стрекоза → воробей

Трофические уровни в арктической экосистеме

Консументы 3-го порядка

Белый медведь



Тюлень



Кит



Консументы 2-го порядка

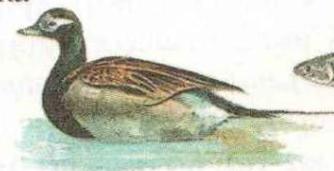
Моранка



Бычок



Тресочка

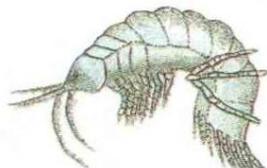


Сиг

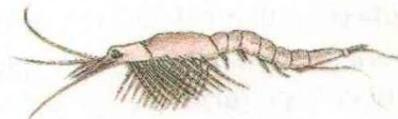


Консументы 1-го порядка

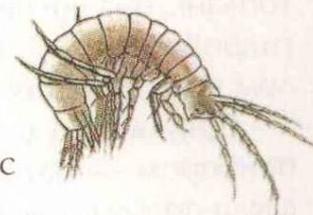
Бокоплав



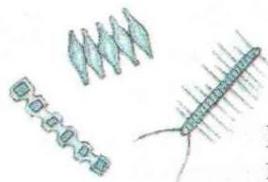
Мизида



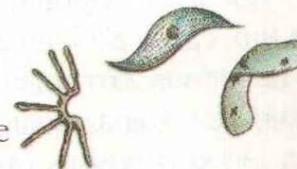
Гамарус



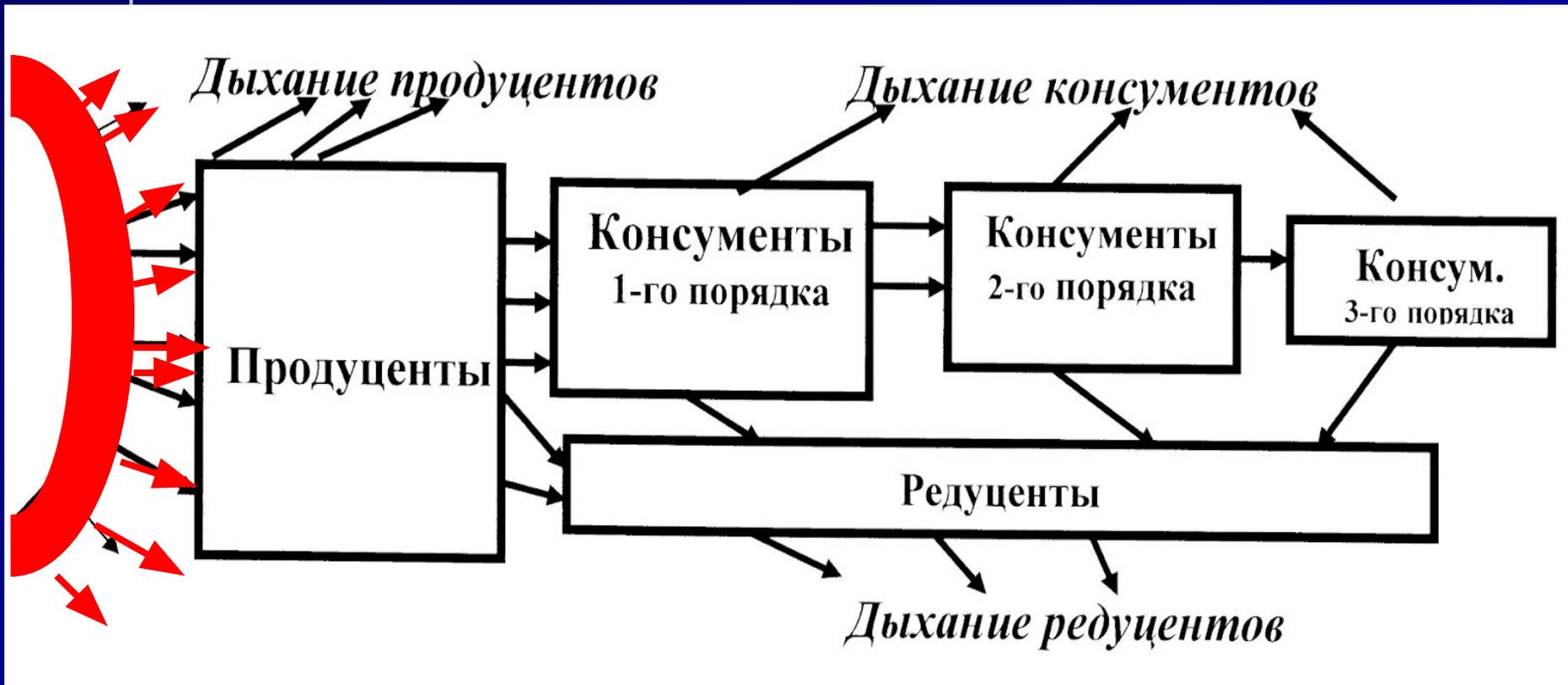
Продуценты



Микроскопические водоросли



4. Поток энергии и продуктивность экосистем



Солнце – основной источник энергии для естественных экосистем

Расход энергии

на дыхание -

окисление органических веществ, чтобы получить энергию, нужную для жизни (для синтеза других органических веществ, движения, поддержания температуры тела и т.д.)

- **Продукция любой экосистемы - это органическое вещество, в котором запасена энергия**
- **Скорость накопления энергии (т.е. скорость производства продукции) называют продуктивностью и измеряют в джоулях, калориях или граммах органического вещества, запасенных в единицу времени на единице площади (или объема)**

Виды продукции и продуктивности:

- Первичная – производится продуцентами
- Вторичная – производится консументами всех уровней

**Валовая первичная
продукция (100%)**

```
graph TD; A[Валовая первичная продукция (100%)] --> B[расход на дыхание – часть валовой продукции использованная растениями в процессе жизнедеятельности и (40-70%)]; A --> C[чистая первичная продукция – часть валовой продукции использованная растениями на прирост биомассы (30-60%)];
```

**расход
на дыхание**
– часть валовой
продукции
использованная
растениями
в процессе
жизнедеятельности
и
(40-70%)

**чистая
первичная
продукция**
– часть валовой
продукции
использованная
растениями на
прирост
биомассы
(30-60%)

- Биомасса > чистой годичной продуктивности

**Деревья,
крупные
животные**

- Биомасса = чистой годичной продуктивности

**Однолетние
организмы**

- Биомасса < чистой годичной продуктивности

**Планктон и другие
коротко живущие
организмы**

Закон пирамиды энергий Р. Линдемана (правило 10%)

**В среднем, при переходе с одного
трофического уровня на другой
общая энергия уменьшается
приблизительно в 10 раз**

Следствие:

**число трофических уровней
не может быть слишком большим
(на суше 3-4, в океане до 5 - 6)**

Различие экосистем по величине биологической продуктивности (Р.Уиттекер,1980)

1. Очень высокой продуктивности $> 2 \text{ кг/м}^2$ в год
(тропические леса, посевы сахарного тростника и риса). К ним близки заросли тростника в дельтах Волги, Дона, Урала.
2. Высокой продуктивности — $1-2 \text{ кг/м}^2$ в год
(липовые и дубовые леса, заросли тростника на озерах, посевы кукурузы и люцерны при орошении и удобрении)
3. Средней продуктивности — $0,25-1 \text{ кг/м}^2$ в год
(сосновые и березовые леса, сенокосные луга и степи, большинство наших посевов)
4. Низкой продуктивности $< 0,25 \text{ кг/м}^2$ в год
(тундры, пустыни, океан, выбитые скотом пастбища и горные степи на почвах глубиной $< 5 \text{ см}$)

Средняя продуктивность экосистем Земли $\leq 0,3 \text{ кг/м}^2$ в год

Выводы:

1. Длительное существование организмов возможно лишь в рамках экологических систем (Принцип формирования экосистем).
2. Круговорот веществ в экосистеме поддерживается наличием в ней продуцентов, консументов и редуцентов.
3. Основные каналы переноса энергии в экосистеме – это пищевые цепи.
4. Основной источник пищи для человечества - первичная продукция агроэкосистем. Необходимо: **увеличивать их биологическую продуктивность.**