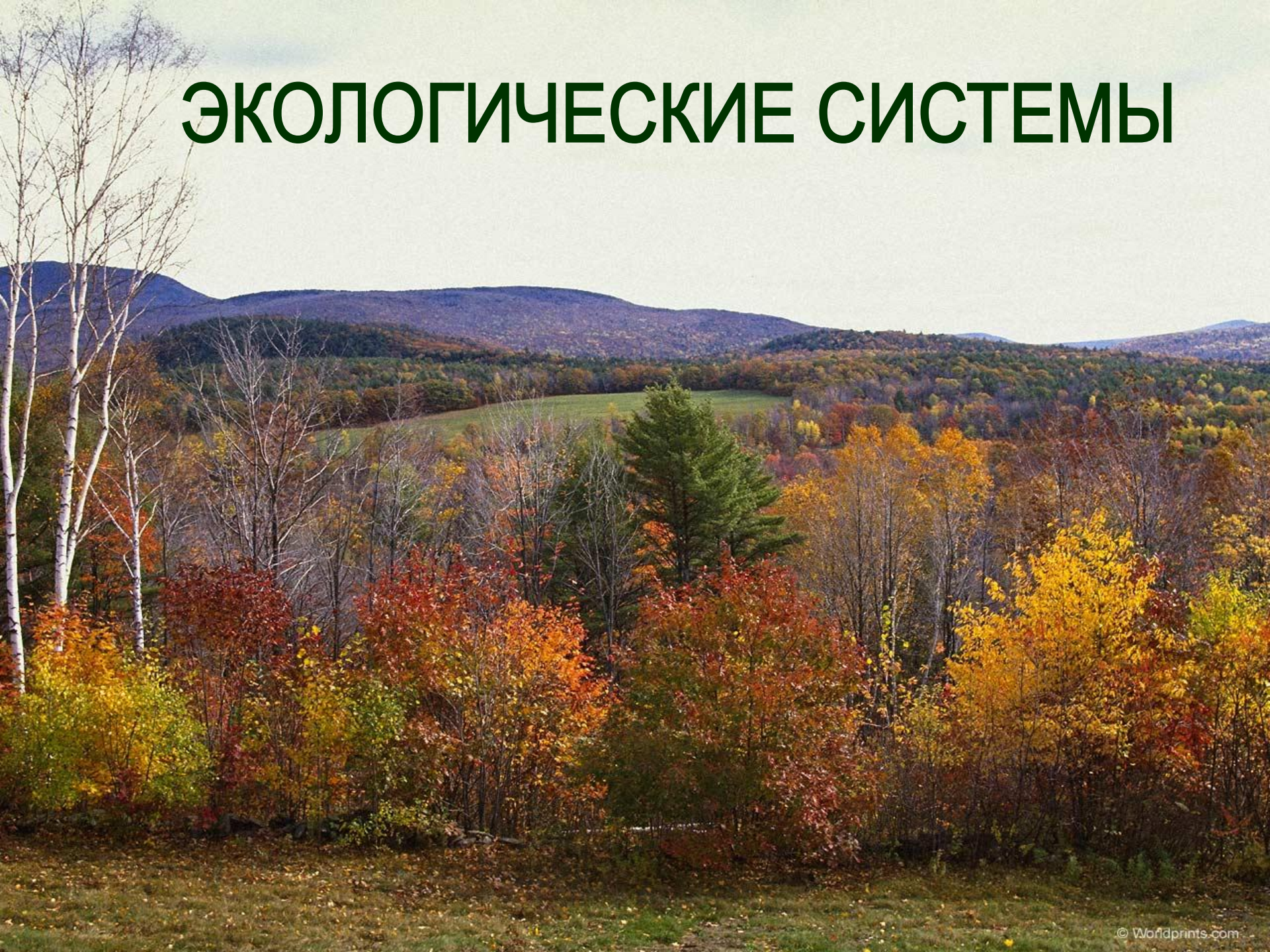


# ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ







- **Экологическая система – это взаимосвязанная, единая функциональная совокупность живых организмов и среды их обитания**

# ЭКОСИСТЕМА = БИОЦЕНОЗ + БИОТОП

- Термин «экосистема» - 1935 г. А. Тенсли
- Термин «биогеоценоз» - для обозначения природных экосистем - Сукачев В.Н.

# Классификация природных экосистем

- Наземные
- Пресноводные
- Морские



# Наземные экосистемы

- Основные лимитирующие факторы наземных экосистем - неодинаковые средние температуры и количество осадков



**тундра**

**200–300 мм/год**







**хвойный лес – тайга**  
**250–750 мм/год**





**листопадный лес умеренной зоны**  
**750–1500 мм/год**





**степь**

**250–750 мм/год**

**саванна**

**900–1500 мм/год**





A photograph of a desert landscape. In the foreground, there are sand dunes with a distinct ripple pattern. A single palm tree stands on a dune in the middle ground. The background shows more rolling sand dunes under a clear, bright blue sky. The lighting suggests it's either early morning or late afternoon, with long shadows cast across the sand.

**пустыня**  
**< 250 мм/год**





**тропические влажные леса**  
**> 2000 мм/год**



# Пресноводные экосистемы

- Лимитирующие факторы водной среды: течение, глубина, прозрачность, температура
- Классификация:
  - Лентические системы
  - Лотические системы
  - Болота

- **лентические – озера, пруды, водохранилища**



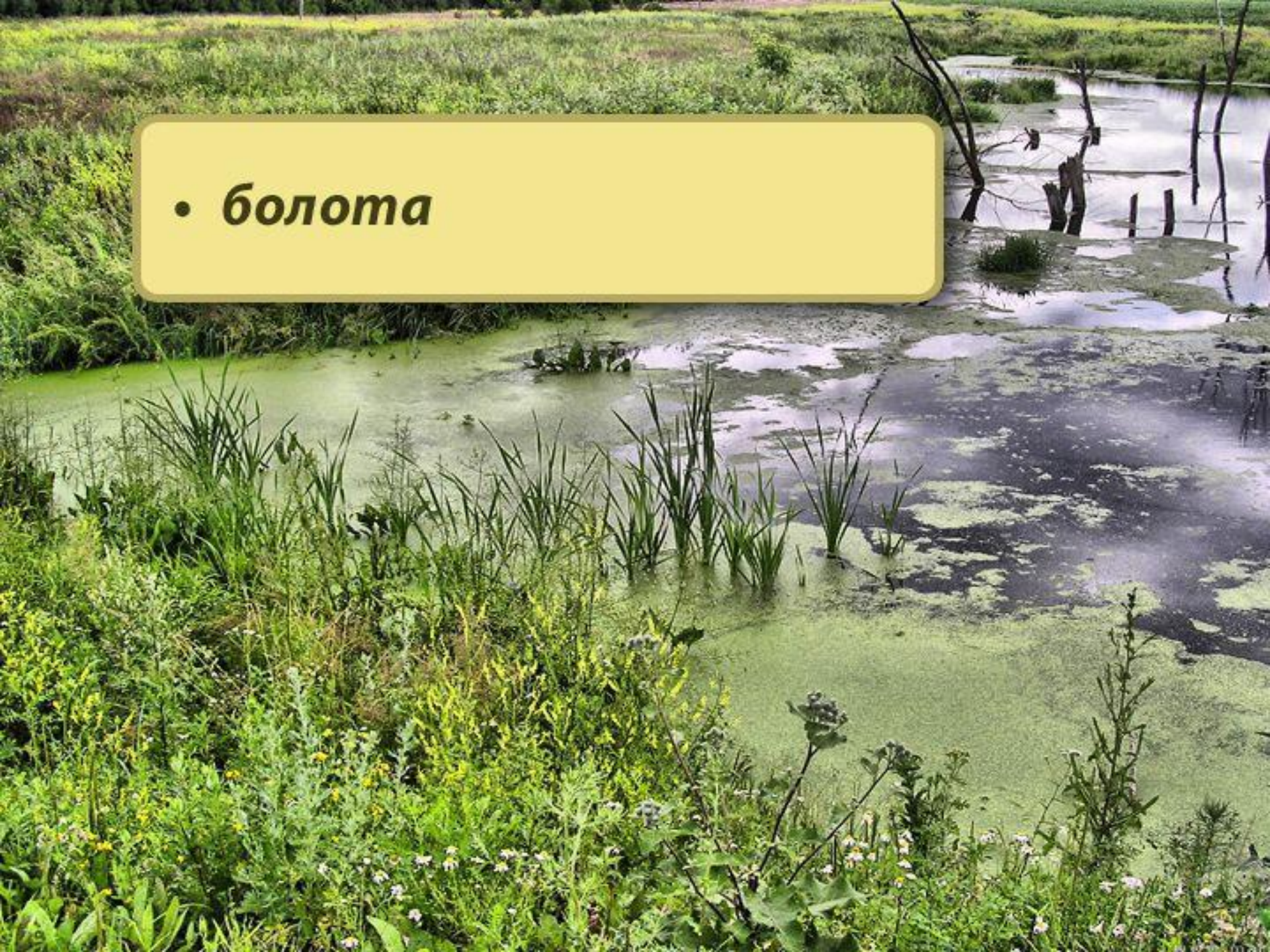


- *лотические – реки, ручьи*



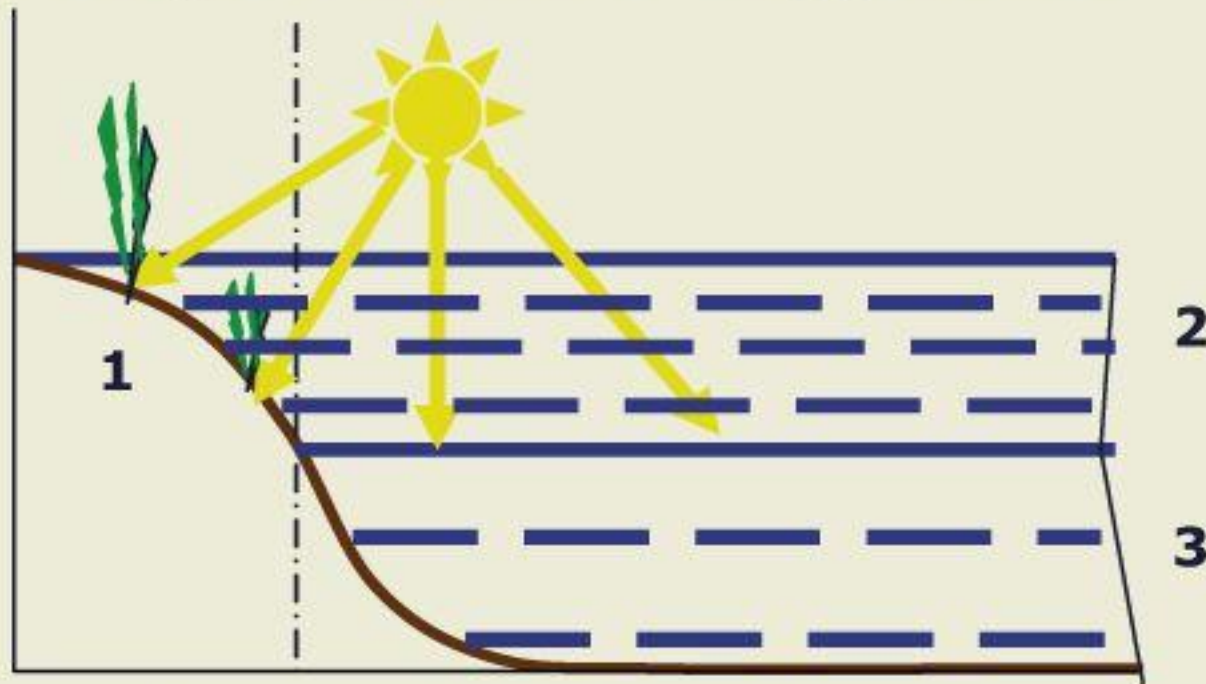


- *болота*





# Основные зоны в экосистеме непроточного водоема:



- 1 – литоральная зона,**
- 2 – лимническая зона,**
- 3 – профундальная зона.**

# Основные зоны в экосистеме непроточного водоема

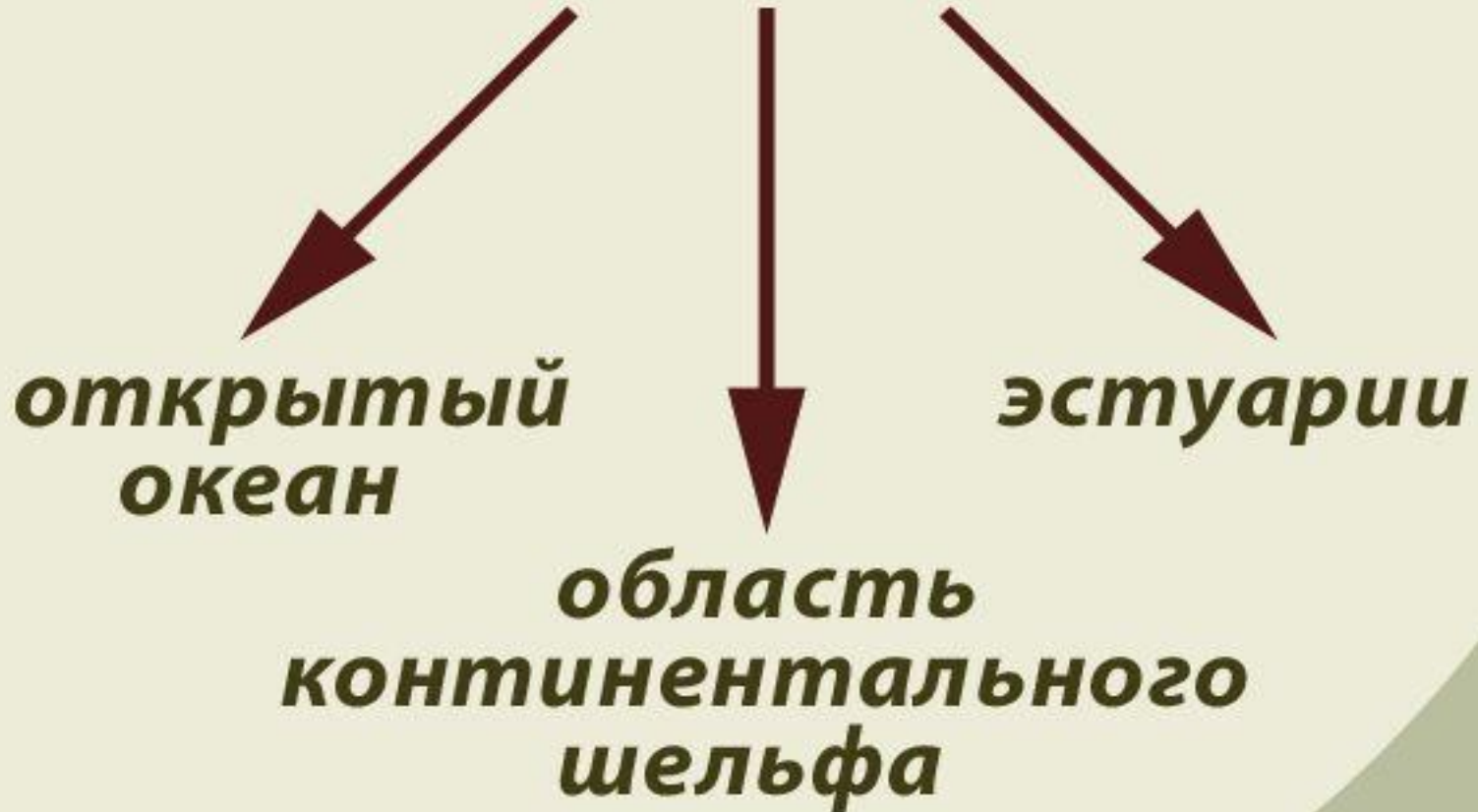
1 - литоральная зона – толща воды, где свет проникает до дна

2 – лимническая зона – толща воды до глубины, куда проникает 1% солнечного света и где затухает фотосинтез

3 – профундальная зона – дно и толща воды, куда не проникает солнечный свет



# МОРСКИЕ ЭКОСИСТЕМЫ:



*Лимитирующие факторы:  
соленость, глубина, прозрачность, температура*



# ОТКРЫТЫЙ ОКЕАН





**область  
континентального  
шельфа**



**Эстуарии – прибрежные  
области смешивания  
речных вод с морскими**

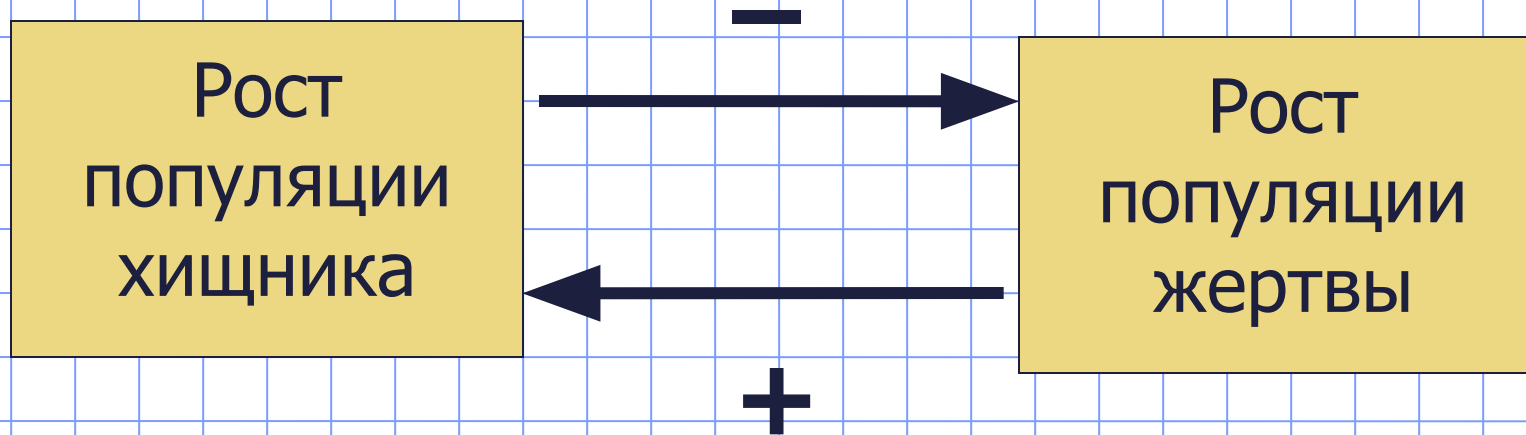




# Гомеостаз экосистемы

- **Гомеостаз** – способность экосистем (организмов, популяций) противостоять изменениям и сохранять равновесие
- Гомеостаз обеспечивается механизмами обратной связи

# Система «хищник-жертва»



- + положительная обратная связь
- отрицательная обратная связь

Управление в системе осуществляется посредством положительных и отрицательных связей. Имеет место эффект саморегуляции. Нарушение сбалансированности системы могут вызвать другие факторы (засуха, вмешательство человека)



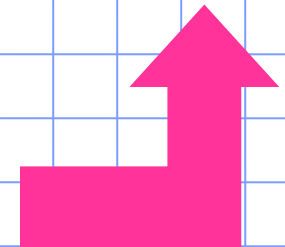
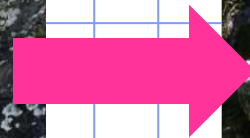
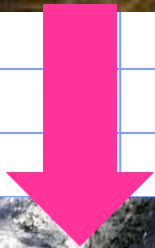
# Сукцессия

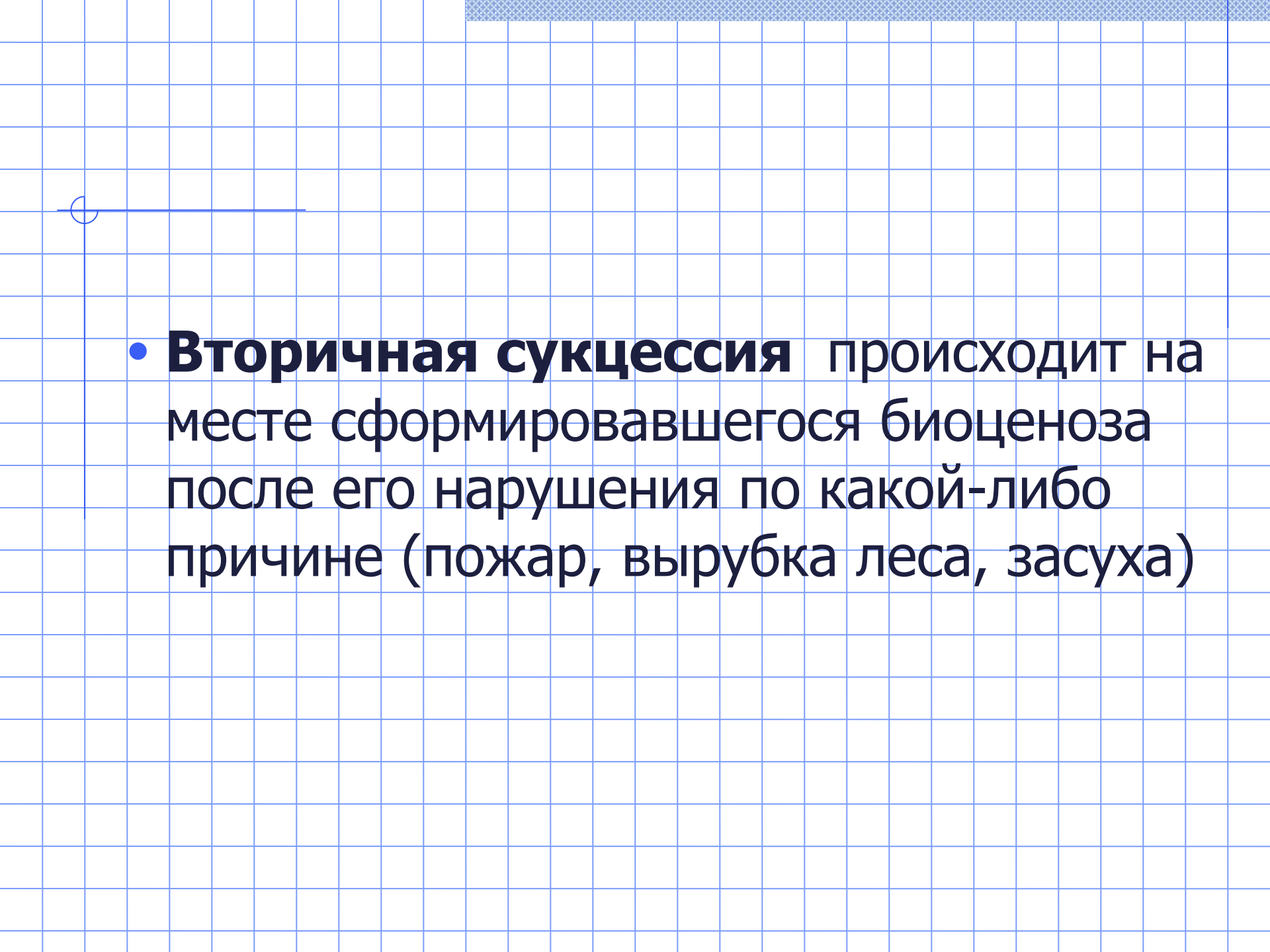
- **Сукцессия** – последовательная смена биоценозов на одной и той же территории
- Изменения, касающиеся в первую очередь биоценоза, происходят медленно, на всех стадиях процесса экосистема сбалансирована

# Виды сукцессии

- **Первичная сукцессия** – процесс развития и смены биоценозов на незаселенных ранее участках (голая скала-лишайники-мхи-травы-лес)





- 
- **Вторичная сукцессия** происходит на месте сформировавшегося биоценоза после его нарушения по какой-либо причине (пожар, вырубка леса, засуха)





Однолетние  
дикие  
растения

Многолетние  
дикие растения  
и травы

Кустарники

Молодой  
сосновый лес

Зрелый  
дубовый лес

ВРЕМЯ



# Трофические цепи и сети

- Цепь последовательной передачи вещества и эквивалентной ему энергии от одних организмов к другим называется трофической цепью





# Трофический уровень

- Простейшая цепь питания состоит из трех основных звеньев:
  - Продуценты
  - Консументы
  - Редуценты
- В каждой цепи питания формируются определенные трофические уровни, которые характеризуются различной интенсивностью протекания потоков веществ и энергии

- Первый трофический уровень – это продуценты (зеленые растения)
- Второй уровень – растительноядные консументы
- Третий уровень – плотоядные консументы
- Четвертый уровень – плотоядные консументы, потребляющие других плотоядных и т.д.



**3-й трофический уровень  
первичные плотоядные**



**2-й трофический уровень**



**1-й трофический уровень**

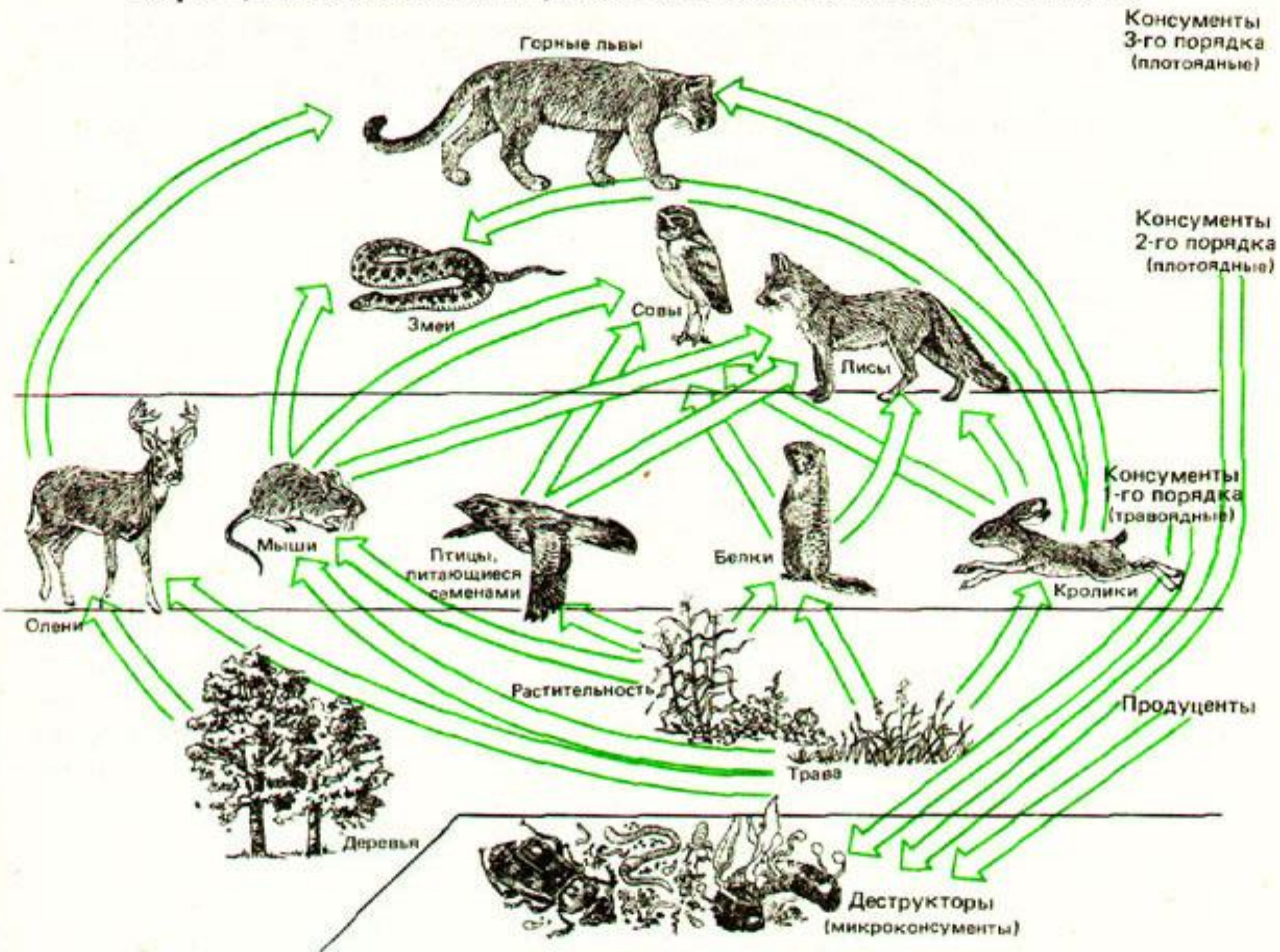
**продуценты**



- При передаче энергии с одного трофического уровня на другой происходит ее потеря, поэтому цепи питания состоят из 4-6 звеньев
- В природе трофические цепи связаны между собой общими звеньями и образуют трофические сети



# Упрощенная схема пищевой сети наземной экосистемы.



# Продуктивность экосистемы

- Это скорость, с которой продуценты усваивают лучистую энергию в процессе фотосинтеза и хемосинтеза, образуя органическое вещество, которое может быть использовано в качестве пищи (биомасса, производимая на единице площади в единицу времени)
- Продуктивность может выражаться в единицах массы, энергии, числа особей



- Первичная продукция – органическая масса, создаваемая продуцентами в единицу времени
- Вторичная продукция – прирост массы консументов за единицу времени
- Продуктивность биосферы – 164 млрд. т сухого органического вещества в год

# Экологические пирамиды

- Графическое изображение функциональной организованности экосистемы

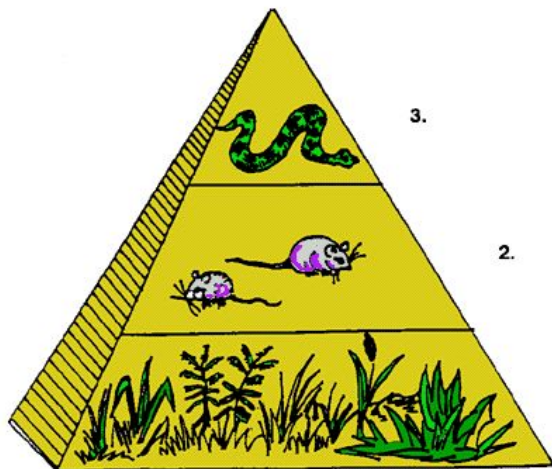
## Типы экологических пирамид

- Пирамида численности
- Пирамида биомассы
- Пирамида энергии (или продукции)

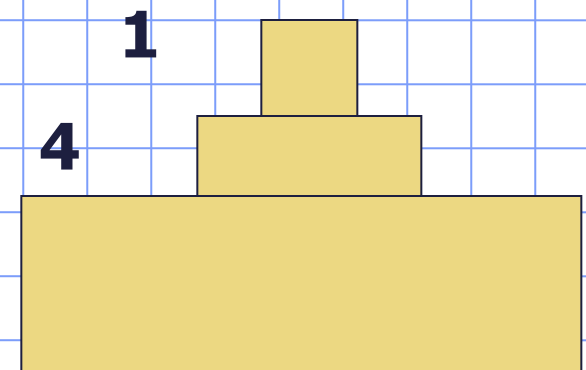


# Пирамида чисел (пирамида Элтона)

- показывает численность организмов на каждом трофическом уровне
- **Количество особей, составляющих последовательный ряд звеньев от продуцентов к консументам, неуклонно уменьшается**



2000







# Пирамида биомасс

- характеризует суммарную массу живого вещества на данном трофическом уровне
- $\text{г/м}^2, \text{г/м}^3$

Пирамида биомасс  
наземной экосистемы



# Пирамида энергии

- показывает величины потоков энергии через последовательные трофические уровни
- **Закон (правило) 10 %**  
С одного трофического уровня экологической пирамиды на другой, более высокий ее уровень передается около 10 % энергии
- 1942 г., Р. Линдеман



# Круговорот веществ в биосфере

- Все вещества на нашей планете находятся в процессе круговорота
- В природе имеется два основных круговорота
  - **Большой (геологический)**
  - **Малый (биогеохимический)**

# Большой круговорот веществ

- Большой круговорот длится миллионы лет, обусловлен взаимодействием солнечной энергии с глубинной энергией Земли. Связан с геологическими процессами, образованием и разрушением горных пород и последующим перемещением продуктов разрушения.





# Малый круговорот веществ

- Малый круговорот (биогеохимический) совершается в пределах биосферы, на уровне биоценоза. Сущность его – в образовании живого вещества из неорганических соединений в процессе фотосинтеза и в превращении органического вещества при разложении вновь в неорганические соединения.
- Биогеохимические циклы – Вернадский В. И.

# Функции живого вещества в биосфере (по Вернадскому В.И.)

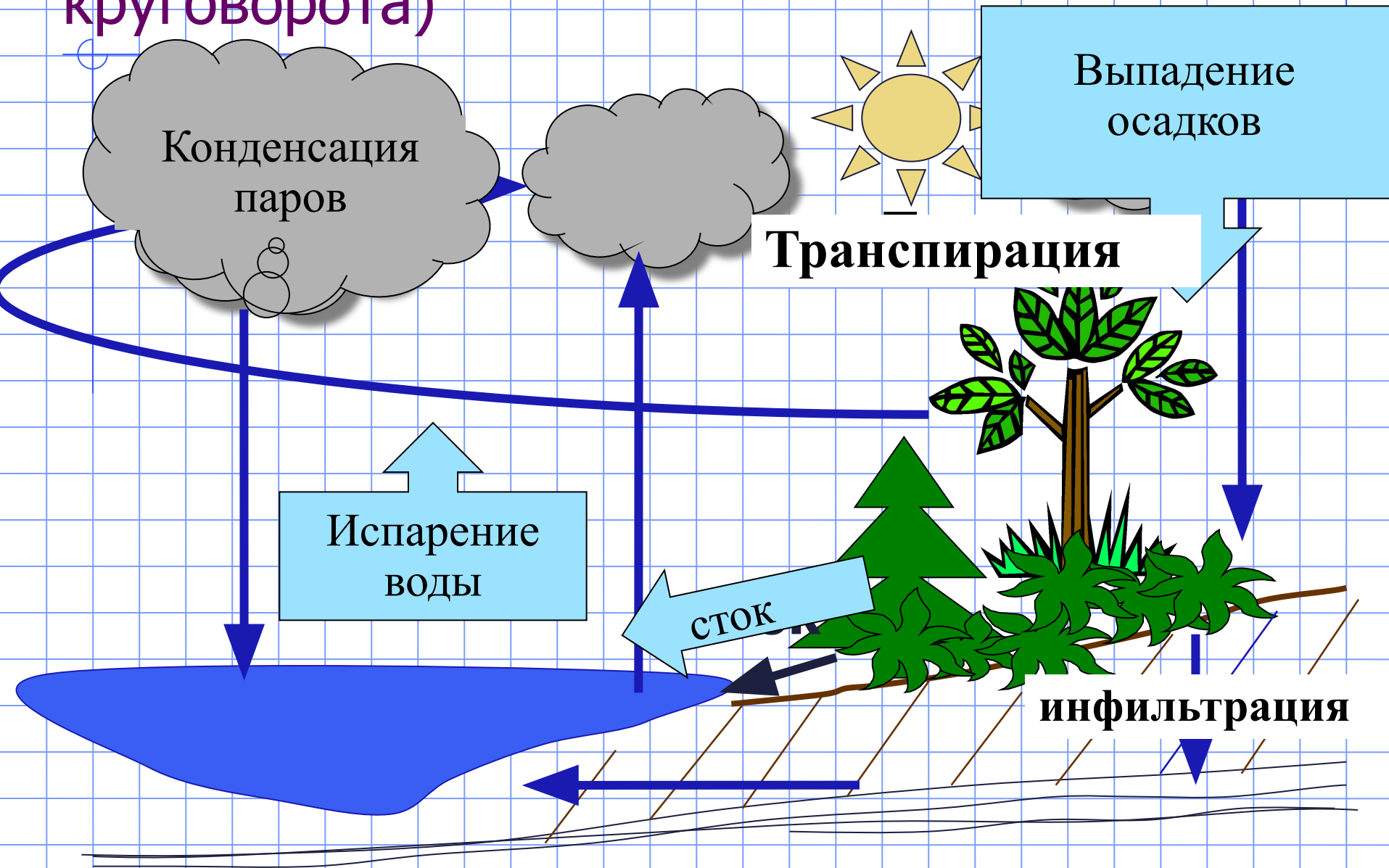
1. Газовая – основные газы атмосферы (азот, кислород) – биогенного происхождения, продукт разложения отмершей органики
2. Концентрационная – организмы накапливают в своих телах химические элементы (углерод, йод, фосфор и др.)
3. Окислительно-восстановительная – организмы, обитающие в водоемах, регулируют кислородный режим и создают условия для растворения или осаждения веществ



4. Биохимическая – размножение, рост и перемещение в пространстве живого вещества

5. Биогеохимическая деятельность человека – охватывает все разрастающееся количество веществ земной коры для хозяйственных и бытовых нужд человека

# Круговорот воды (часть большого круговорота)



# Круговорот азота

- В свободной форме азот является составной частью воздуха – 78 % об.
- Живыми организмами усваивается только в форме соединений с водородом и кислородом
- Фиксация азота в химические соединения происходит в результате вулканической и грозовой деятельности, но большей частью – в результате деятельности микроорганизмов – фиксаторов азота (бактерии и сине-зеленые водоросли)



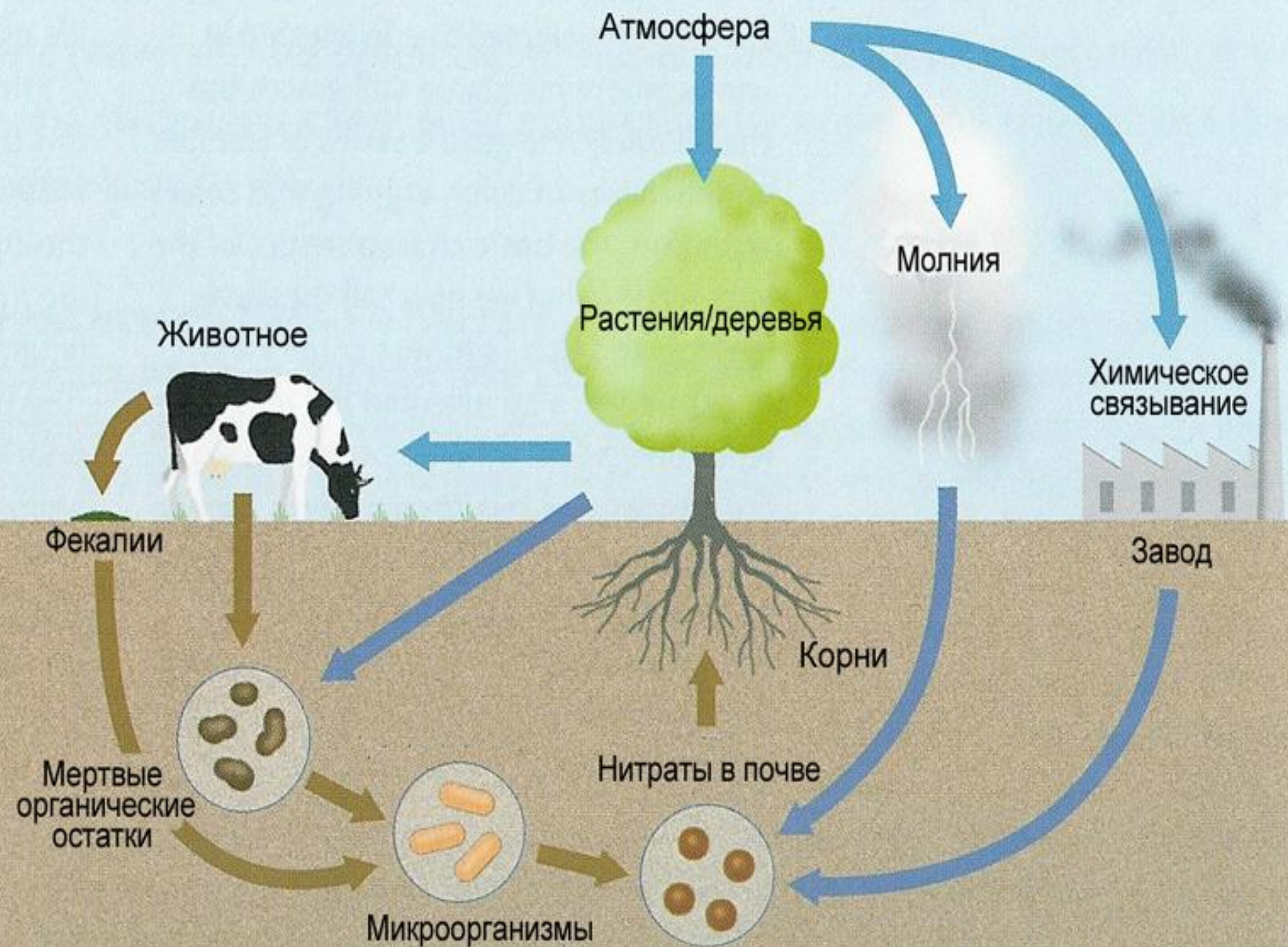
- Азот поступает к корням растений в форме нитратов, которые используются для синтеза органики (белков)
- Животные потребляют азот с растительной или животной пищей
- Бактерии превращают органические азотсодержащие соединения биологических отходов в аммиак или газообразный азот, замыкая цикл

# Воздействие человека на круговорот азота



- Техногенная деятельность человека нарушает естественный баланс круговорота азота:
- Выбросы оксидов азота при сжигании топлива (автомобили, ТЭЦ)
- Избыток нитратов, вносимых с минеральными удобрениями
- Стоки с ферм







# Круговорот углерода

1. Углерод, содержащийся в виде  $\text{CO}_2$  в атмосфере, служит сырьем для фотосинтеза растений, а затем вместе с их веществом потребляется консументами разных трофических уровней.

При дыхании растений, животных, по мере разложения мертвого вещества выделяется  $\text{CO}_2$ , в форме которого углерод возвращается в атмосферу.

2. Большая часть углерода содержится в водах океана (растворенный  $\text{CO}_2$ , карбонаты). Океан поглощает избыток  $\text{CO}_2$  из воздуха, в результате чего образуются карбонатные и бикарбонатные ионы. В ходе обратного процесса  $\text{CO}_2$  выделяется из океана в атмосферу.

Океаны играют роль своеобразного буфера, поддерживая концентрацию  $\text{CO}_2$  в атмосфере на постоянном уровне.

- Техногенная деятельность человека нарушает естественный баланс круговорота углерода:
- При сгорании органического топлива ежегодно в атмосферу выбрасывается около 6 млрд. т  $\text{CO}_2$ :
  - Производство электроэнергии на ТЭЦ
  - Выхлопные газы автомобилей
- Уничтожение лесов



CO2

дыхание

фотосинтез

сжигание

ископаемое топливо

