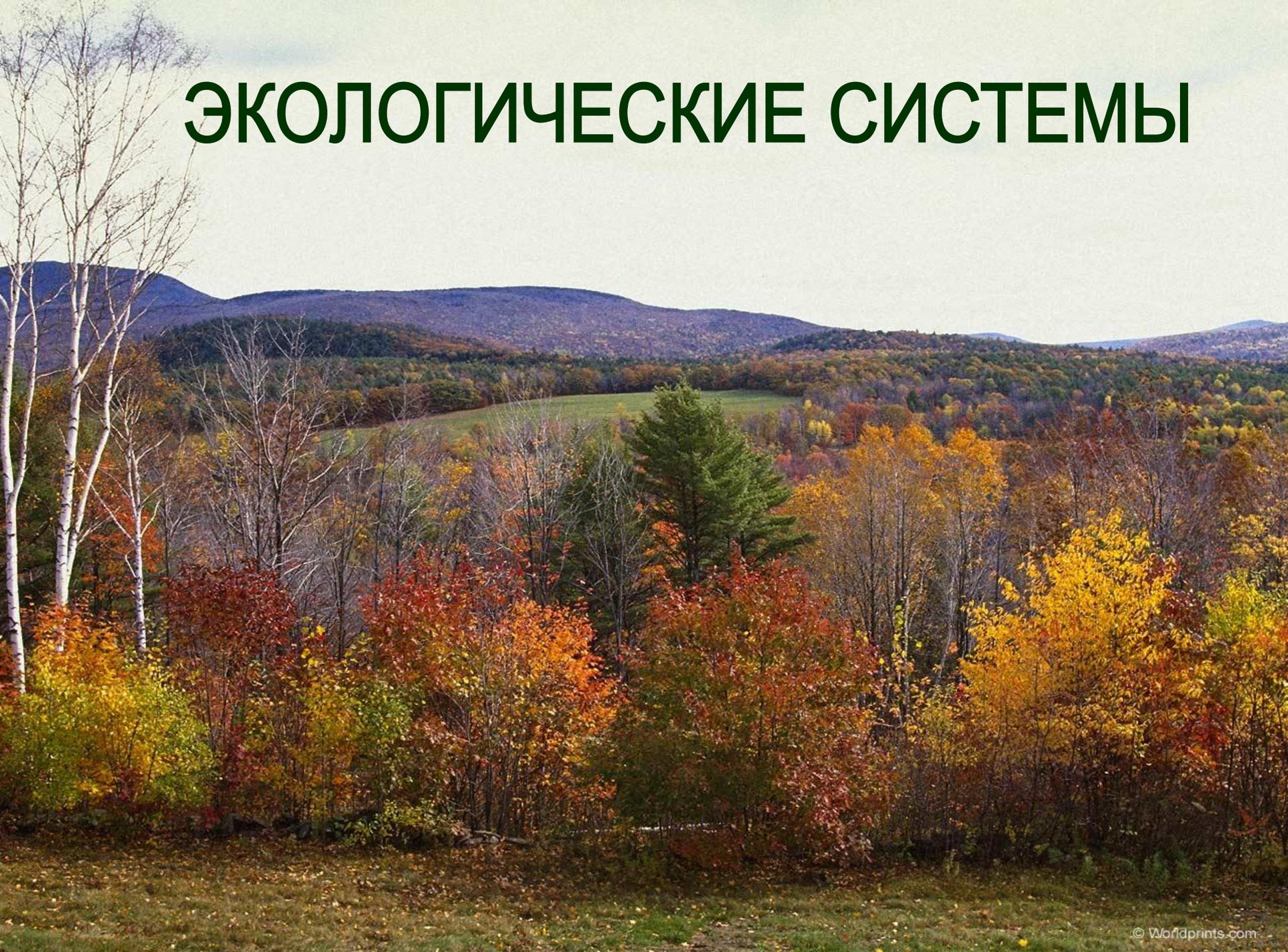


# ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ



- Определение экосистемы. Отличия в понятиях "биогеоценоз" и "экосистема".
- Классификация экосистем.
- Концепция экосистемы.
- Саморегуляция экосистем (гомеостаз).
- Поток энергии в экосистеме. Упорядоченность экосистем. Мера термодинамической упорядоченности.
- Продуктивность экосистем. Валовая первичная продукция, чистая первичная продукция, вторичная продукция.
- Экологическая сукцессия. Климаксное сообщество.
- Агроэкосистемы.

# ЭКОСИСТЕМА = БИОЦЕНОЗ + БИОТОП

- Термин «экосистема» - 1935 г. А. Тенсли

Организмы нельзя отделить от окружающей среды. Вместе они составляют единую физическую систему.

Такого рода системы являются основными единицами природы на планете.



***По Ю.Одуму,***

Экосистема – любое единство, включающее все организмы сообщества на данном участке и взаимодействующее с физической средой таким образом, что поток энергии создает четко определенную трофическую структуру, видовое разнообразие и круговорот веществ.

**Не каждое образование «жизнь-среда»  
можно считать экосистемой.**

# Основные характеристики экосистем

- Поток энергии и круговорот веществ,
- Функциональная структура,
- Выраженность пищевых цепей и сетей,
- Эмерджентность,
- Упорядоченность,
- Иерархичность,
- Динамичность.

# БИОГЕОЦЕНОЗ

- Термин «биогеоценоз» (для обозначения природных экосистем) - Сукачев В.Н



**Биогеоценоз** — это совокупность растений, животных, грибов и микроорганизмов, атмосферы и почвы **на однородном участке суши**, которые объединены обменом веществ и энергии в единый природный комплекс.

# Классификация природных экосистем



- **Микроэкосистемы** (экосистема гниющего пня или дерева в лесу, прибрежные заросли водных растений),
- **Мезоэкосистемы** (болото, сосновый лес)
- **Макроэкосистемы** (океан, море, пустыня)

# Классификация природных экосистем



- Наземные
- Пресноводные
- Морские
- Высотные пояса

# Наземные экосистемы



Основные лимитирующие факторы -  
неодинаковые средние температуры и  
количество осадков

A photograph of a desert landscape. In the foreground, there are sand dunes with a distinct ripple pattern. A single palm tree stands prominently on the right side of the dunes. 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**

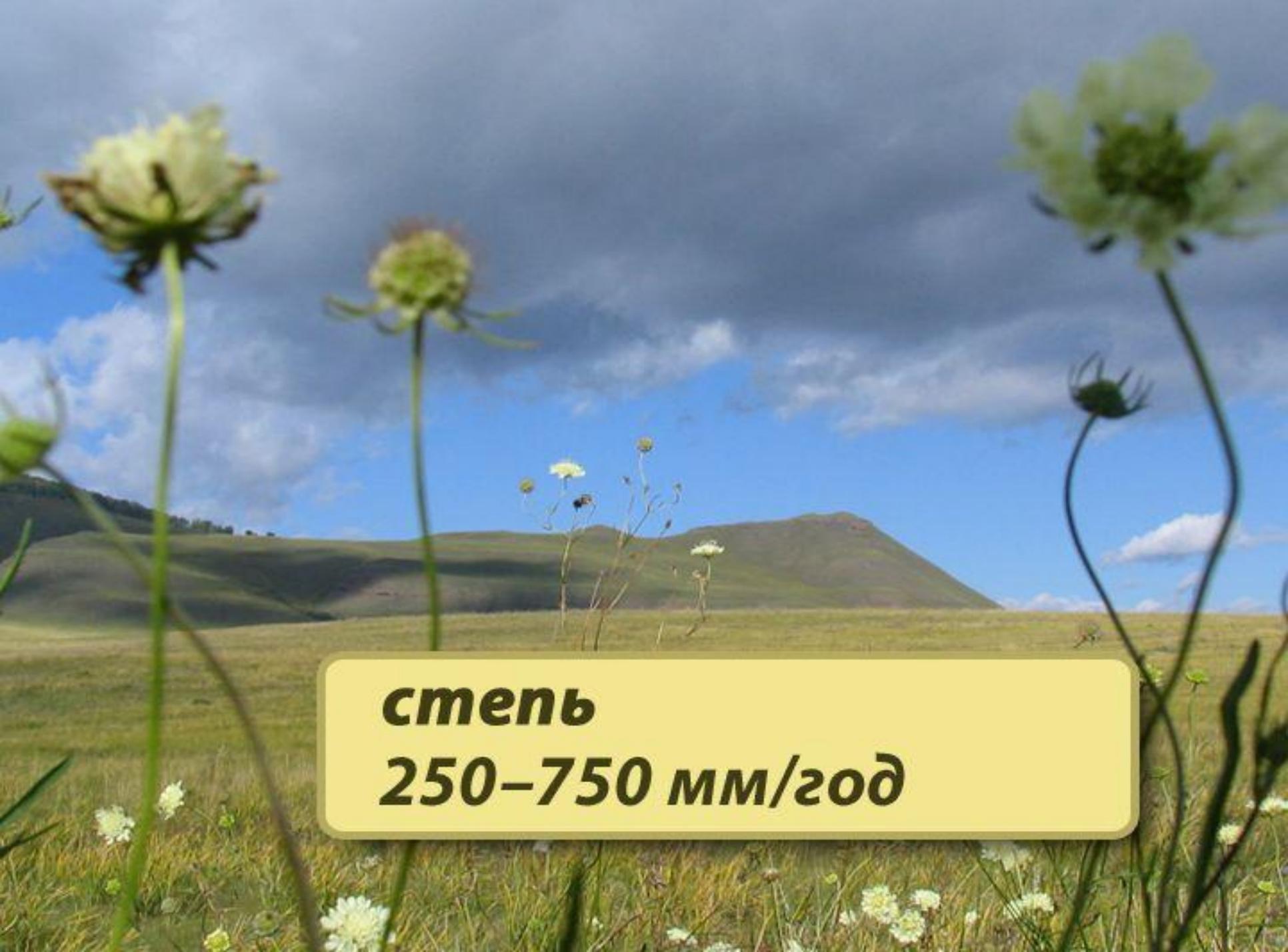
**тундра**

**200–300 мм/год**





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



**степь**

**250–750 мм/год**



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

**саванна**

**900–1500 мм/год**





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

# Пресноводные экосистемы

- Лимитирующие факторы: течение, глубина, прозрачность, температура
- Классификация:
  - Лентические
  - Лотические
  - Болотные



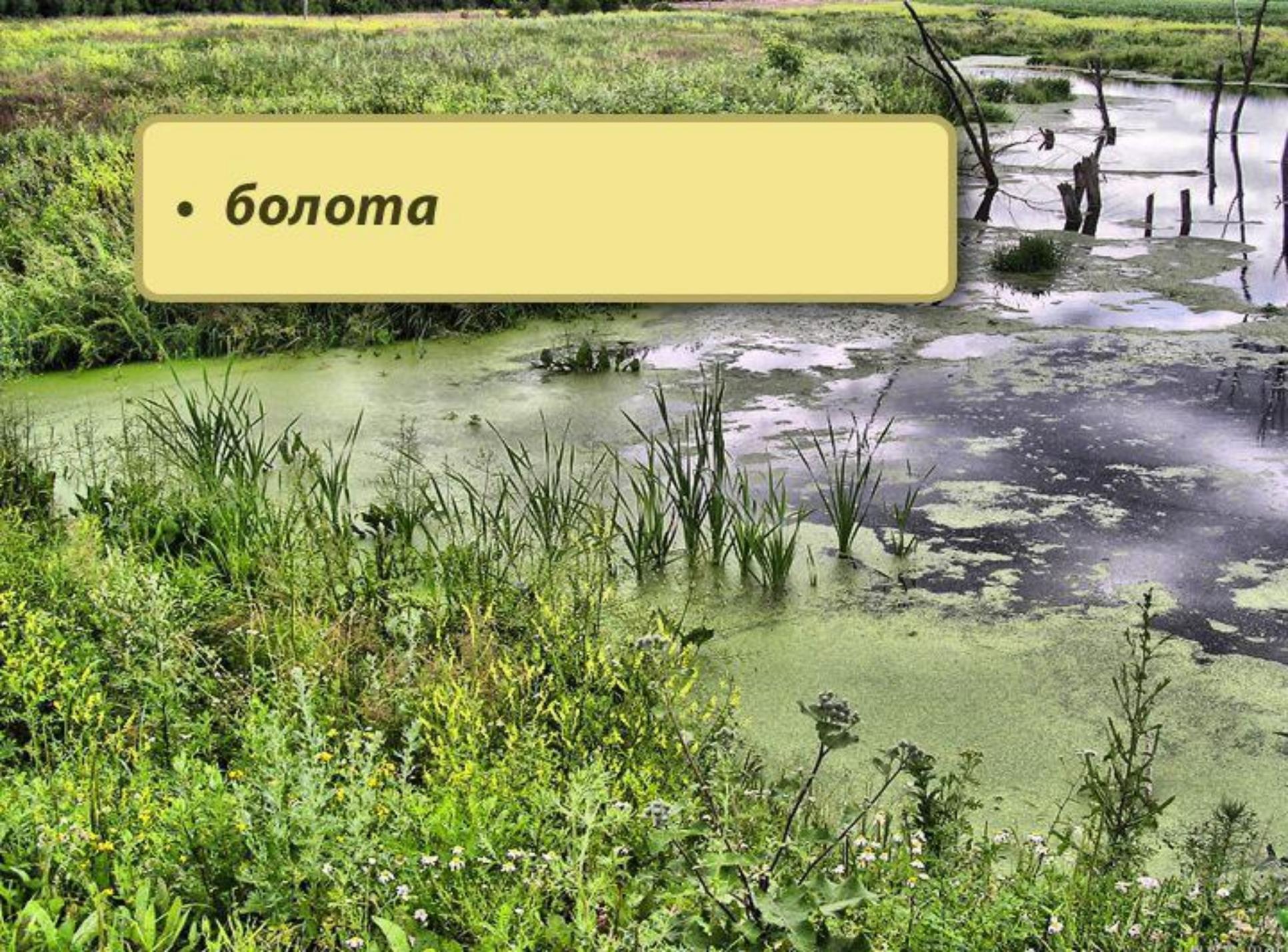
- *лентические – озера, пруды, водохранилища*



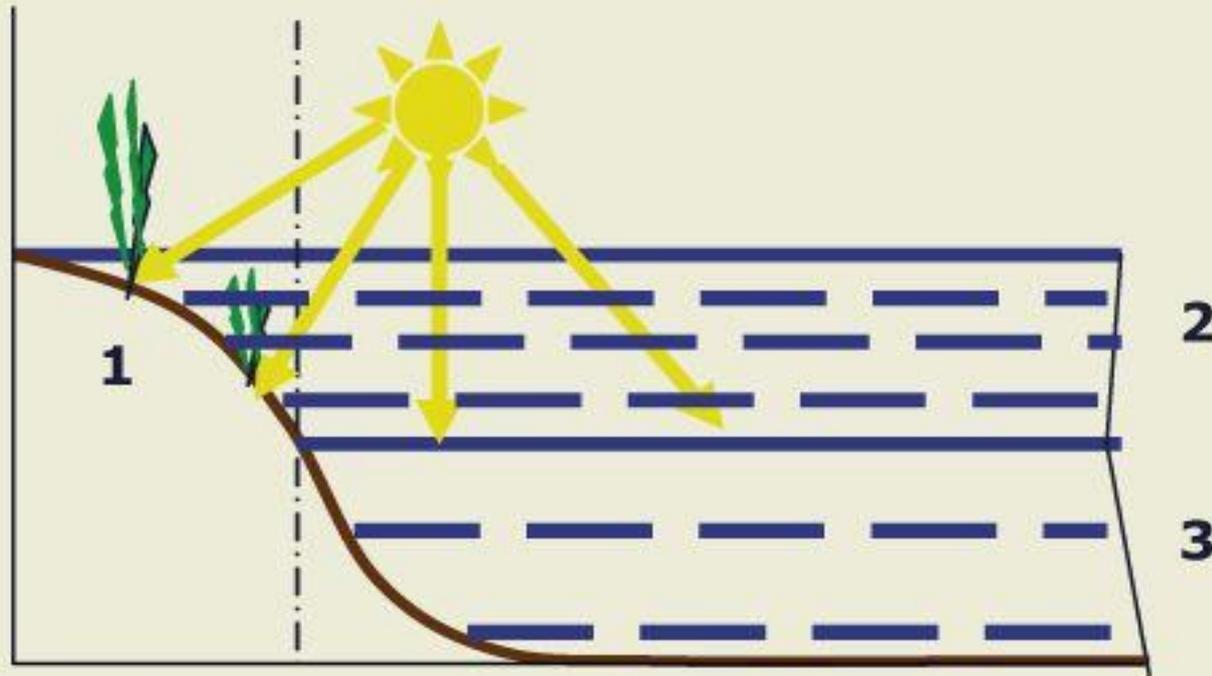
- *лотические – реки, ручьи*



- ***болота***

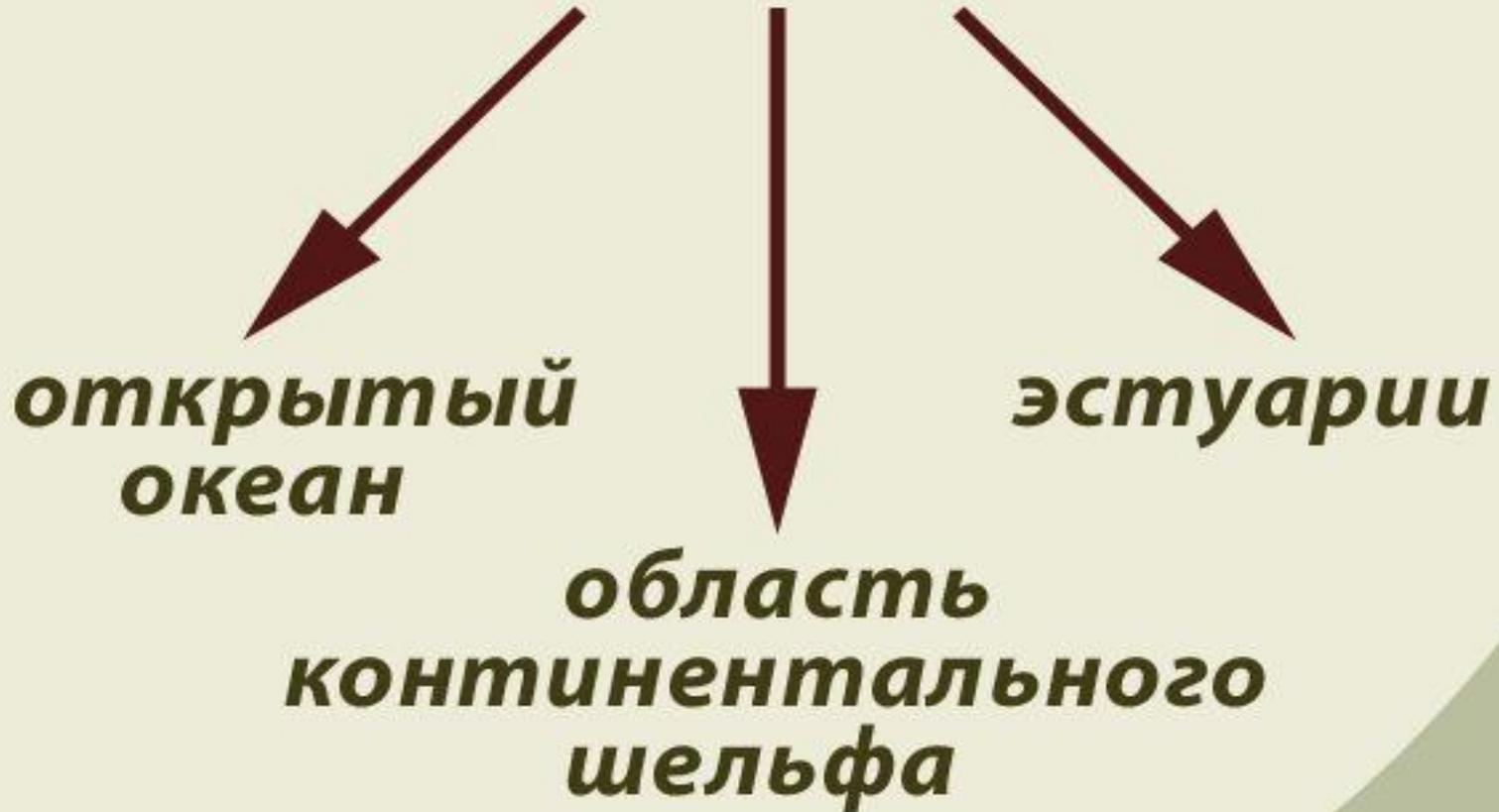


# Основные зоны в экосистеме непроточного водоема:



- 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

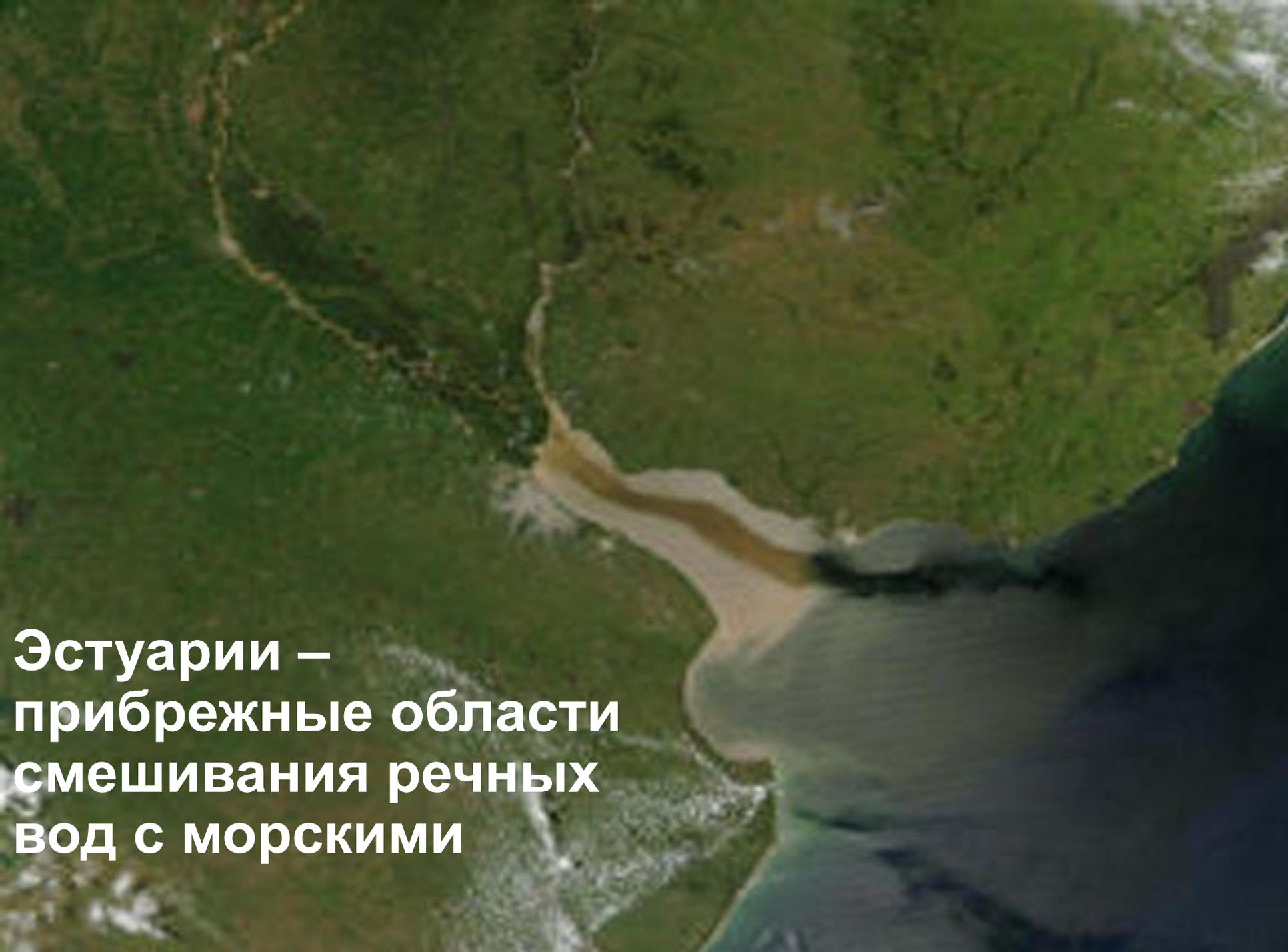
# МОРСКИЕ ЭКОСИСТЕМЫ:



Лимитирующие факторы:  
соленость, глубина, прозрачность, температура

**область  
континентального  
шельфа**



An aerial photograph showing a river estuary. A river with brownish water flows from the top left towards the bottom right, where it meets a larger body of dark blue water. The surrounding land is green with some brown patches, indicating a natural, possibly wetland, environment. The text is overlaid on the left side of the image.

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

# Высотные пояса



Горная  
тундра

Ледники

Горные  
луга

Горные  
степи

Горный лес

# Концепция экосистемы

- **Принцип (закон) «энергетической проводимости»:** поток энергии, вещества и информации в системе должен быть сквозным, охватывать всю экосистему или косвенно отзываться в ней. Иначе система не будет иметь свойств единства и целостности.
- В разных экосистемах длительность и скорость прохождения потока энергии, вещества и информации разная, специфическая для конкретной экосистемы.
- **Изолированное саморазвитие экосистемы невозможно.**

# Концепция экосистемы

Движение вещества и энергии в экосистеме подчинено :

- **Закону сохранения массы**
- **Первому закону термодинамики**
- **Второму закону термодинамики**
  
- **Закон максимизации энергии** (выживает та система, которая способствует лучшему поступлению энергии и использует ее максимальное количество наиболее эффективным способом, *сформулирован братьями Г.Одум и Ю.Одум*)
  
- **Правило основного обмена** (система в стационарном состоянии использует приход энергии, вещества и информации главным образом для своего самоподдержания и саморазвития, *сформулирован Н.Ф. Реймерсом*)

# Концепция экосистемы

- **Биологический круговорот веществ** - фактор, интегрирующий взаимодействие биотопа и биоценоза.
- В различных экосистемах круговорот веществ идет при участии различных компонентов и с разной скоростью, но всегда его первоосновой является процесс фотосинтеза.

- **Экосистема – упорядоченная, организованная система.** Компоненты экосистемы объединены по принципу обратной связи, что лишает их избыточной степени свободы.

Высокая потенциальная способность к размножению контролируется емкостью среды или степенью выраженности конкуренции.

- **Экосистема динамична.** Не только зависимость свойств от факторов среды, но и адаптивный ответ системы в целом на их воздействие.

**Гомеостаз** – способность экосистем противостоять изменениям и сохранять равновесие. Гомеостаз обеспечивается механизмами обратной связи.

- **Экосистема иерархична.** Включает множество образующих ее подсистем. Нельзя считать, что вся экосистема – это линейная последовательность подсистем. Популяции и почвы – подсистемы разной иерархической подчиненности и не могут быть объединены в линейную систему иерархии.
- **Естественные экосистемы – это саморегулирующиеся системы.** Для их управления не требуется регуляция извне. Наиболее устойчивы крупные экосистемы, самая стабильная из них – биосфера, наиболее неустойчивы – молодые экосистемы.

# Признаки естественной экосистемы

- Обязательно представляет собой совокупность живых и неживых компонентов;
- В рамках экосистемы осуществляется полный цикл круговорота веществ, начиная с создания органического вещества и заканчивая его разложением на неорганические составляющие;
- Экосистема сохраняет устойчивость в течение определенного времени.

# Продуктивность экосистемы

Скорость производства биомассы в единицу времени.

В более продуктивном сообществе больше организмов.

Продуктивность может выражаться в единицах массы, энергии, числа особей.

Количественный учет продуктивности экосистемы позволяет регулировать в экосистемах выход выгодной для человека биомассы живых организмов и хорошо представлять допустимые пределы ее изъятия.

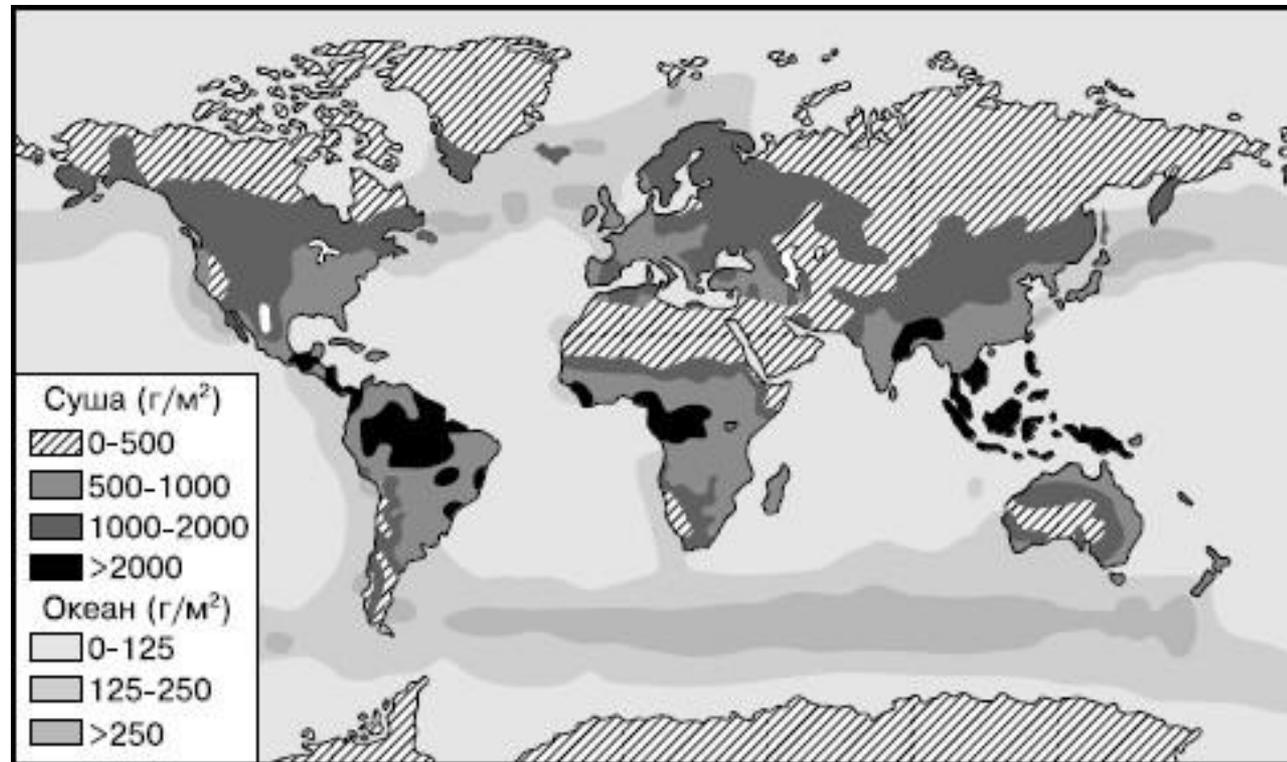
# Продуктивность естественного растительного покрова

Части света	Средняя продуктивность, ц/га в год
Европа	85
Азия	98
Африка	103
Северная Америка	82
Южная Америка	209
Австралия и Океания	86

# Продукция

- Мера продуктивности.
- Первичная и вторичная.
- Первичная – это органическое вещество, создаваемое растениями–продуцентами в единицу времени.
- Первичная: валовая и чистая.
- Валовая – общая масса органического вещества, создаваемого растением в единицу времени при данной скорости фотосинтеза, включая траты на дыхание.
- Растения на процессы жизнедеятельности тратят до 70% валовой продукции. Чистая продукция – масса органического вещества за вычетом расходов при дыхании за изучаемый период. Именно она может быть использована организмами следующих трофических уровней.

# Распределение первичной продукции по земному шару



На суше максимальные величины характерны для тропических лесов, минимальные - в тундре и пустыне.

В морях наиболее продуктивны коралловые рифы и приливо-отливные зоны. Суммарная чистая первичная продукция всей биосферы - более 300 млрд. тонн в год, почти 2/3 органического вещества создается наземными растениями.

# Продукция

- Вторичная продукция – прирост за единицу времени массы консументов и редуцентов. Не делится на валовую и чистую.
- Отрезок времени, за который оценивают величину продукции зависит от видов живых организмов.
  - Для быстро размножающихся морских водорослей - за сутки.
  - Для наземных растений - год или вегетационный сезон – период, когда рост в принципе возможен.

# Типы изменений

- *Флуктуации* – сравнительно краткосрочные изменения, когда сообщества без смены флористического состава отклоняются от среднего состояния вследствие сезонных и погодных изменений, а также изменения динамики животного компонента экосистемы либо способов их использования.
- *Сукцессии*

# Сукцессия

**В природе менее устойчивые экосистемы со временем заменяются более устойчивыми. Их смена может быть обусловлена установлением определенных взаимоотношений между видами, изменением климатических условий и др.**

**Последовательная смена во времени одних экосистем другими на определенном участке земной поверхности**



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



# Виды сукцессии

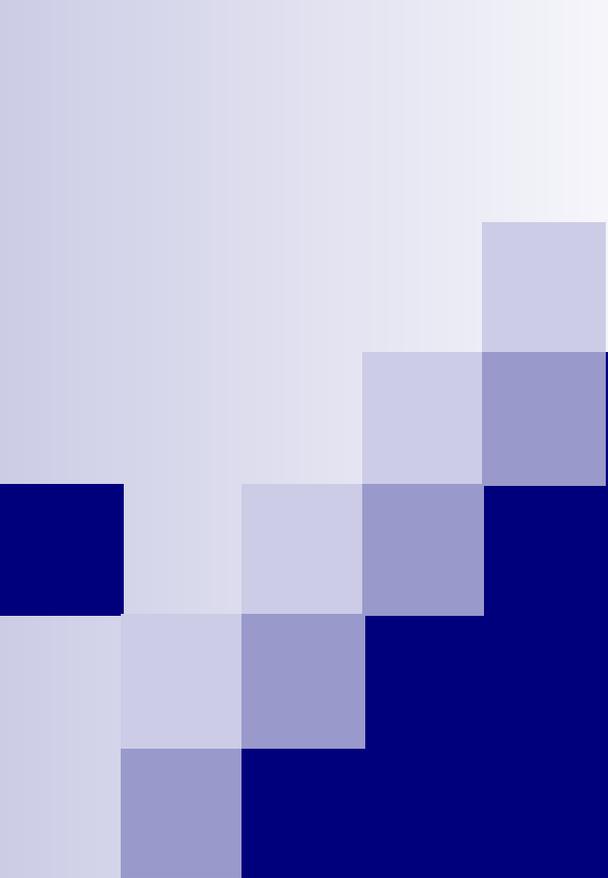
- **Первичные сукцессии** развиваются на лишенном жизни месте, где условия существования изначально не являются благоприятными.
- Первичные переселенцы – организмы, толерантные к абиотическим условиям нового места обитания.
- Минимальное сопротивление среды: быстро размножаются (эфемерная растительность, саранча и др.).
- Постепенное увеличение видового разнообразия - усложнению связей внутри сообщества. Сообщество из развивающегося становится стабильным.

**Вторичные сукцессии** происходят на участке, занятом предшествующее время хорошо развитым сообществом и освободившемся:

- под влиянием внутренних факторов (жизнедеятельность организмов),
- после разрушения сообщества под воздействием внешних причин (стихийные бедствия - пожары, наводнения и т.п.),
- в результате деятельности человека.

**Вторичные сукцессии развиваются быстрее, чем первичные.**

- Состояние окончательного равновесия сообщества - ***климакс***.
- Стабильность экосистемы выше, если экосистема состоит из максимально возможного числа компонентов.
- Экологические возможности разных видов дополняют друг друга: различные воздействия – внешние (изменения абиотических факторов) и внутренние (высокая скорость размножения некоторых организмов) сглаживаются.



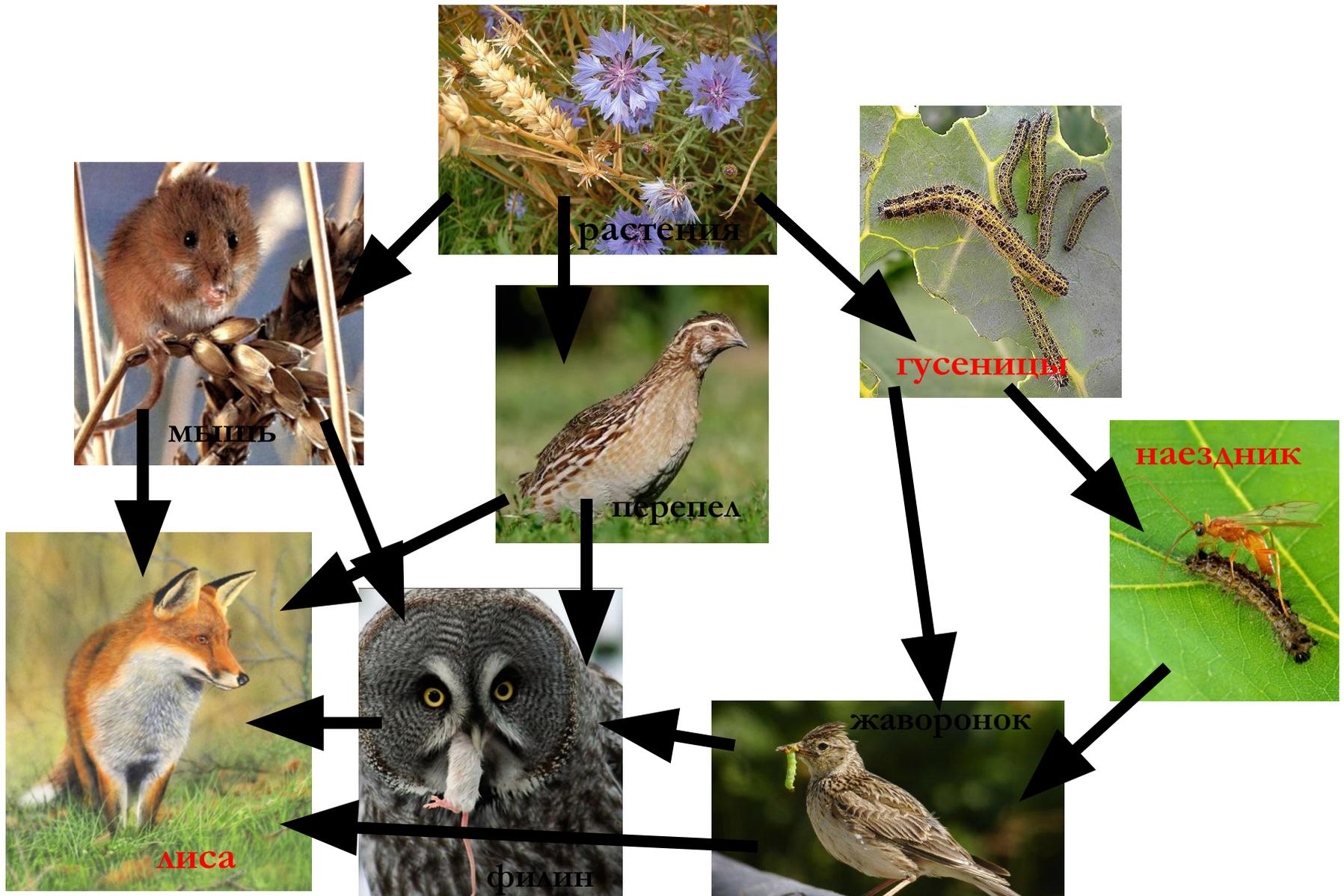
# Агроэкосистемы

# Сходства с естественной экосистемой:

1. Наличие трёх типов организмов (продуценты, консументы, редуценты)



## 2. Наличие пищевых цепей



# 3. Ярусная структура



# 4. Влияние экологических факторов



## 5. Наличие вида - доминанта



# Отличия агроэкосистемы и естественной экосистемы:

<b>Характеристики</b>	<b>Естественная экосистема</b>	<b>Агроценоз</b>
<b>1. Видовое разнообразие</b>	Много видов, образующих сильно разветвлённые пищевые сети	Видов меньше, вид – доминант определяет человек

<b>Характеристики</b>	<b>Естественная экосистема</b>	<b>Агроценоз</b>
<b>2. Устойчивость</b>	Устойчива	Неустойчив, без человека погибает
<b>3. Действие отбора</b>	Естественный отбор, остаются более приспособленные особи	Естественный отбор ослаблен, действует искусственный отбор, остаются ценные для человека особи

<b>Характеристики</b>	<b>Естественная экосистема</b>	<b>Агроценоз</b>
<b>4. Источник энергии</b>	Энергия Солнца	Энергия Солнца и энергия, вносимая человеком (полив, прополка, внесение удобрений и т.д.)
<b>5. Круговорот веществ</b>	Полный круговорот	Часть элементов забирает человек с урожаем, круговорот неполный

<b>Характеристики</b>	<b>Естественная экосистема</b>	<b>Агроценоз</b>
<b>6. Продуктивность</b>	Зависит от природных условий	Высокая благодаря человеку
<b>7. Саморегуляция</b>	Способна к саморегуляции	Регулирует человек