

РГГМУ

Дисциплина «Экология»
Мультимедийный курс.
Лекция 10.

Экосистемы и
биогеоценозы.

1. **1. Концепция экосистемы и биогеоценоза**
2. **2. Структура и динамика экосистем**
3. **3. Биосфера**

Кафедра Экологии

Понятие об экосистеме

- Организмы входящие в состав биоценозов (сообществ) находятся в тесных материально-энергетических связях с неорганической средой обитания.
- Растения живут за счёт непрерывного потребления углекислого газа, кислорода, воды и минеральных солей. Животные живут за счёт растений, потребляя синтезируемое ими органическое вещество, но также нуждаются в воде, кислороде и минеральных компонентах.
- В любом местообитании количество имеющихся на данный момент запасов неорганических веществ, необходимых для жизни всех организмов, хватило бы на ограниченный промежуток времени, если бы эти запасы не восстанавливались. Возвращение биогенных элементов в среду, где они могли бы снова использоваться растениями для синтеза нового органического вещества, происходит в процессе разложения мертвой органики преимущественно бактериями и грибами.
- Таким образом, сообщество формирует с неорганической средой систему, в которой поток атомов, движущийся под влиянием различной деятельности организмов, имеет тенденцию замыкаться в круговорот.

Определение экосистемы

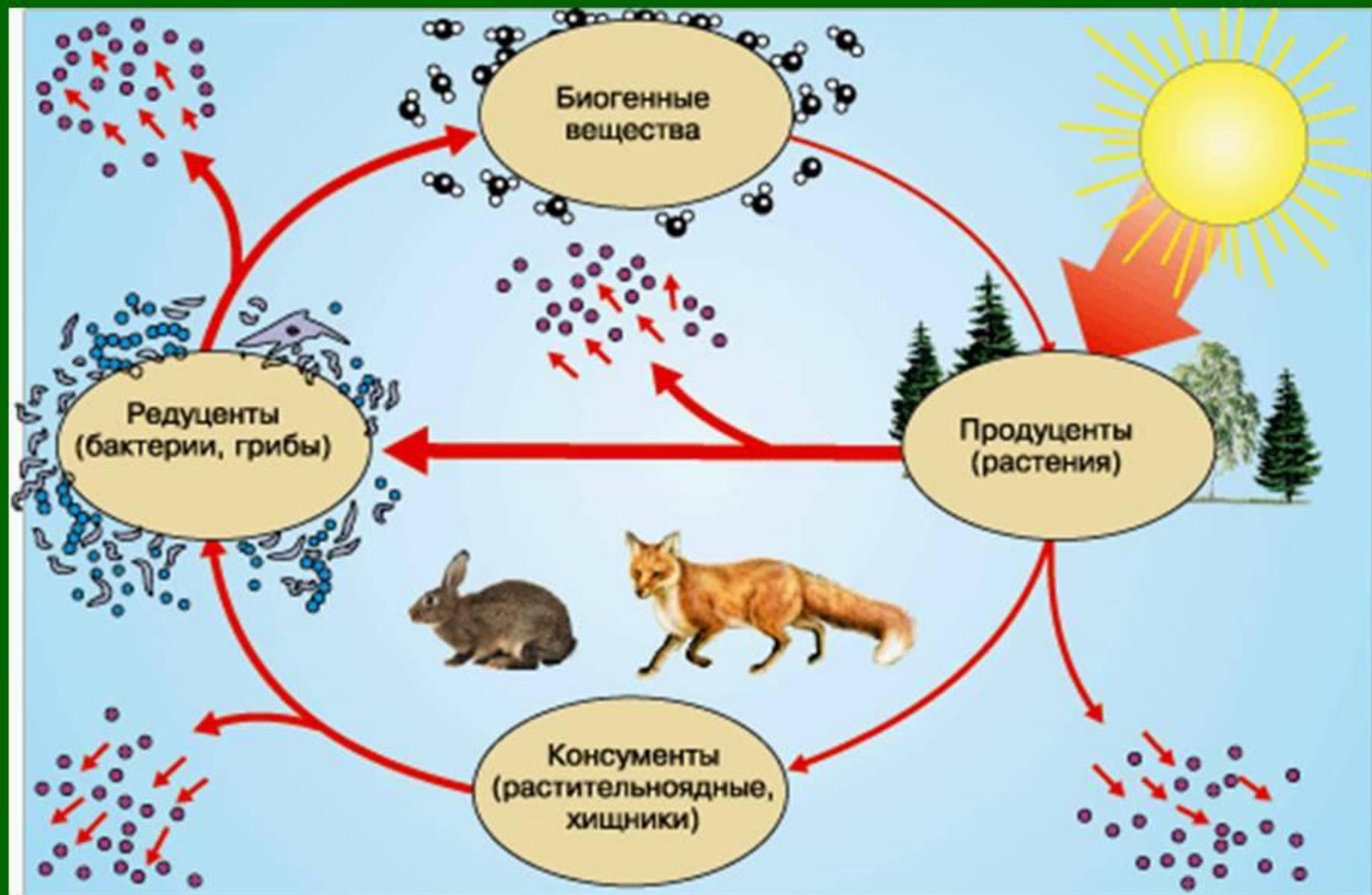
- Понимание наличия тесных взаимных связей между живой и неживой природой позволило английскому ботанику Артуру Д. Тенсли (1871 – 1955) в 1929 г. впервые выдвинуть понятие «экосистема».
- **Экосистема** – это исторически сложившаяся, территориально обособленная система совместного использования совокупностью организмов определенного местообитания в целях питания, роста и размножения.
- *Примеры экосистем* – озеро, река, море, лес, луг, болото и т.д.
- Экосистемы обладают **саморегуляцией** и способны противостоять, в известных пределах, изменениям окружающих условий и резким колебаниям плотности популяций.
- **Экосистема** – основной объект изучения экологии.

Основатель учения об экосистеме

- **Артур Джордж Тенсли**
- **(1871 — 1955)**. Получил образование в Университетском колледже в Лондоне (1889 -1895 гг.), и в Колледже Кембриджского университета (1890-1894 гг.), специализировался в области ботаники и зоологии.
- **1901 г.** участвует в экспедиции в тропики Цейлона, Малайского архипелага и Египта, для изучения флоры и фауны.
- **В 1911 г.** выходит в свет статья «**Типы британской растительности**», которая привела к формированию в **1913 г.** британского Экологического общества, где становится его первым президентом.
- **В 1929 г.** принимая участие в Международном конгрессе наук в Итаке, штат Нью-Йорк, впервые вводит в научный мир термин «**экосистема**».
- **В 1939 г.** публикует свою книгу «**Британские острова и их растительность**» и продолжает работать в британском Экологическом обществе в качестве президента.
- **В 1941 г.** награжден золотой медалью Общества Линнея в Лондоне.
- **В 1950 г.** получил рыцарское звание.



Структура экосистемы.



КОНСУМЕНТЫ
2-го и 3-го
УРОВНЕЙ



БИОМАССА = 0,0003-0,002М
ДОСТУПНАЯ ЭНЕРГИЯ = 0,01Е



КОНСУМЕНТЫ
1-го УРОВНЯ



БИОМАССА = 0,02-0,05М
ДОСТУПНАЯ ЭНЕРГИЯ = 0,1Е



Поток
солнечной
энергии.
Растения
аккумулируют
только 1-2 % от
всего потока



ПРОДУЦЕНТЫ

БИОМАССА = М
БИОПРОДУКТИВНОСТЬ = 0,02-0,5М/ГОД
АККУМУЛИРОВАННАЯ ЭНЕРГИЯ = Е

Экосистемы суши

Водные экосистемы

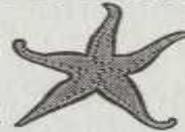
ПРОДУЦЕНТЫ (Фитопланктон)

БИОМАССА = М
БИОПРОДУКТИВНОСТЬ = 5-50М /ГОД
АККУМУЛИРОВАННАЯ ЭНЕРГИЯ = Е



КОНСУМЕНТЫ
1-2-го УРОВНЕЙ

БИОМАССА = 3-10М
ДОСТУПНАЯ ЭНЕРГИЯ = 0,1Е

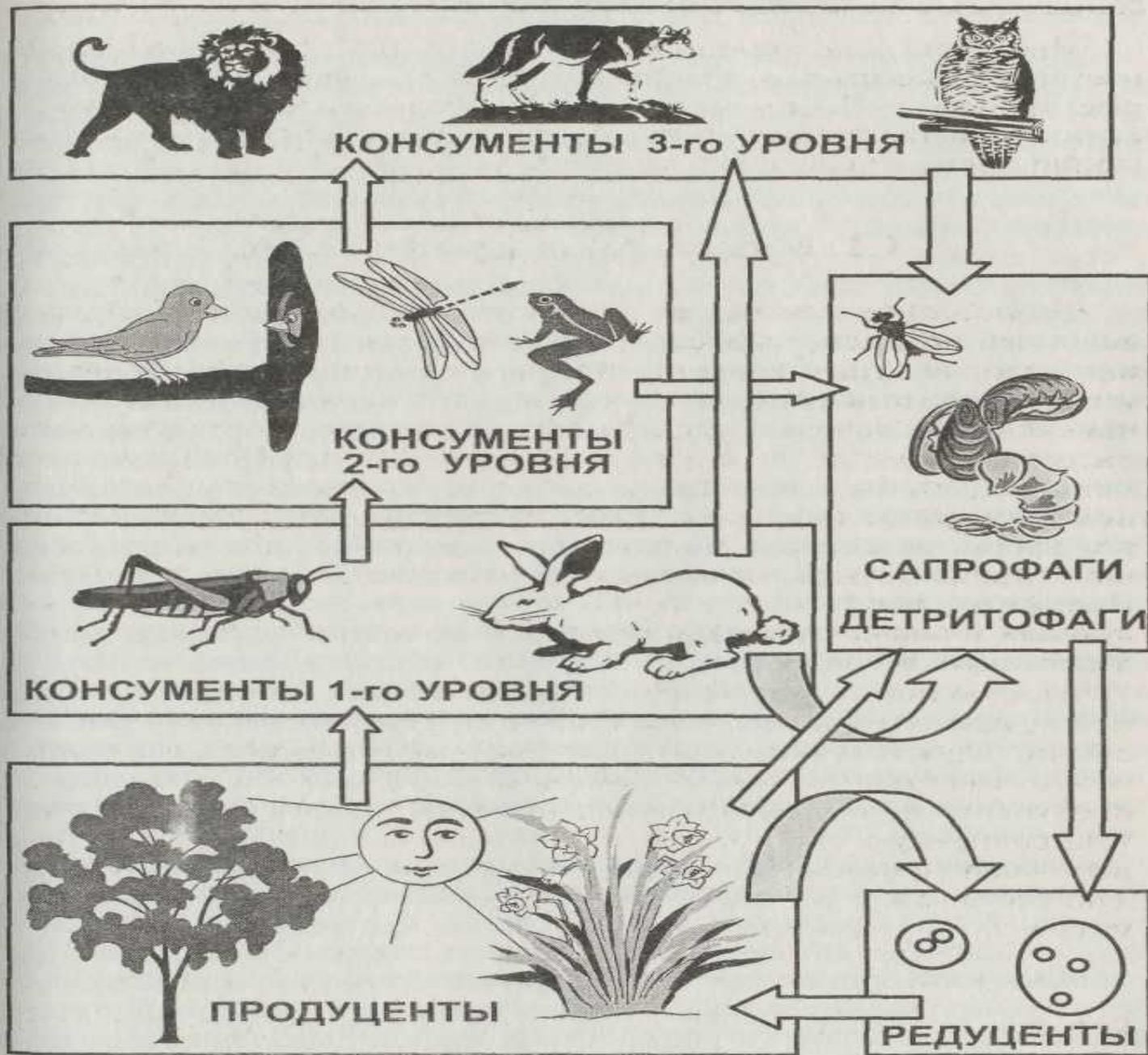


КОНСУМЕНТЫ
3-го УРОВНЯ



БИОМАССА = 0,1-10М
ДОСТУПНАЯ ЭНЕРГИЯ = 0,01Е

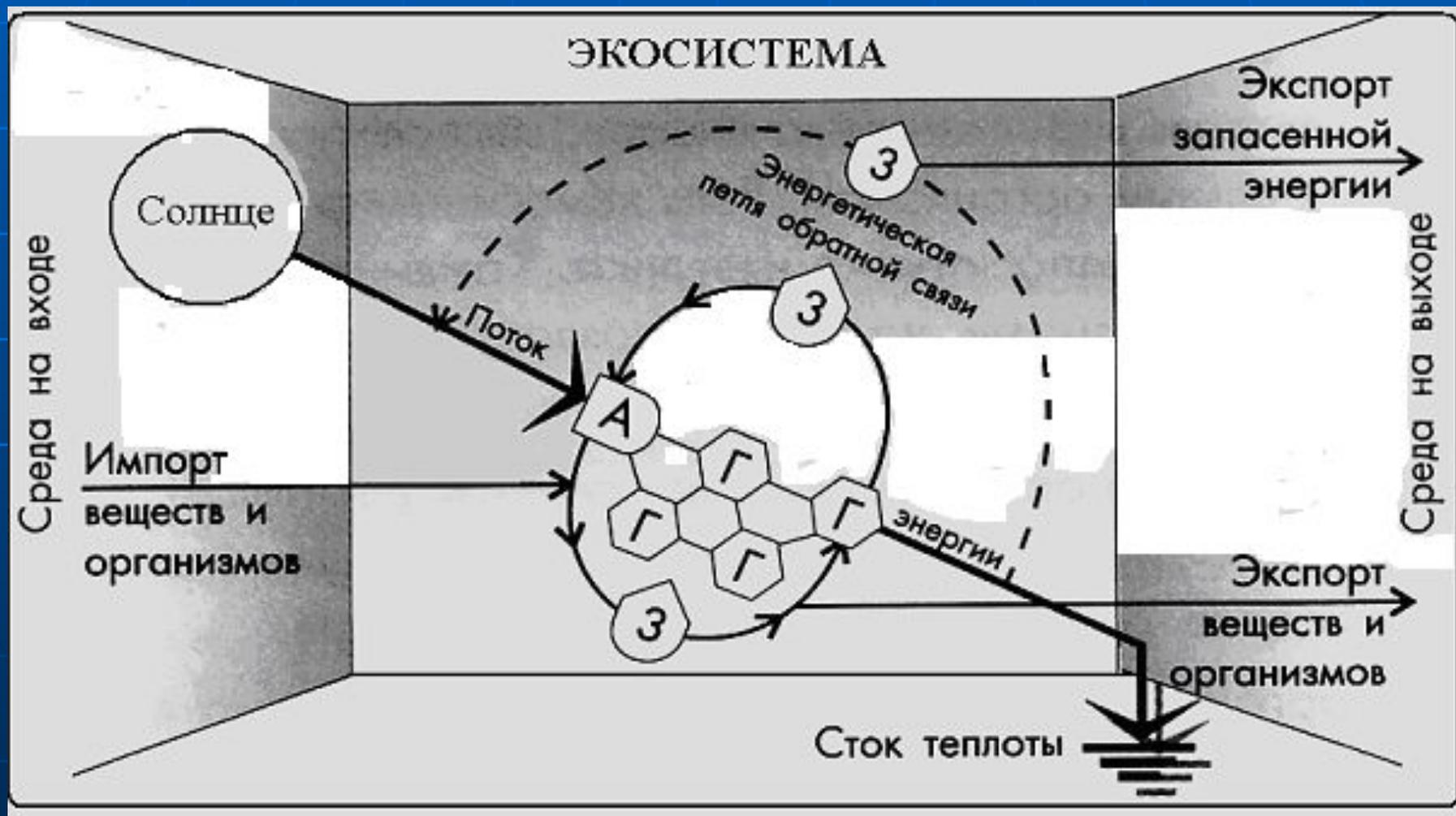
Экологическая пирамида



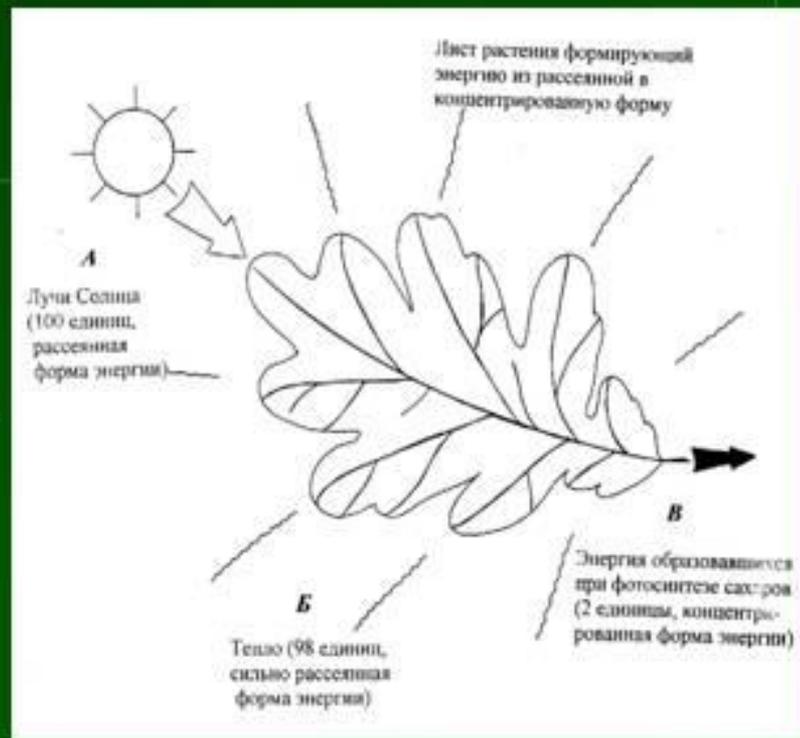
Структурная схема экосистемы

A – растения-автотрофы; Г – животные-гетеротрофы;

З – запасенная энергия



Превращения энергии в экосистеме подчиняется законам термодинамики: **в соответствии с первым законом (законом сохранения энергии)** происходит переход энергии солнечного излучения (электромагнитной) в энергию химических связей, которая затем может быть превращена в работу и тепло.



$A = B + B$ - первый закон термодинамики;

$B < A$ - второй закон термодинамики

В соответствии со вторым законом термодинамики, поток энергии в экосистеме характеризуется однаправленностью: переходя с одного трофического уровня на другой, энергия постоянно теряется.

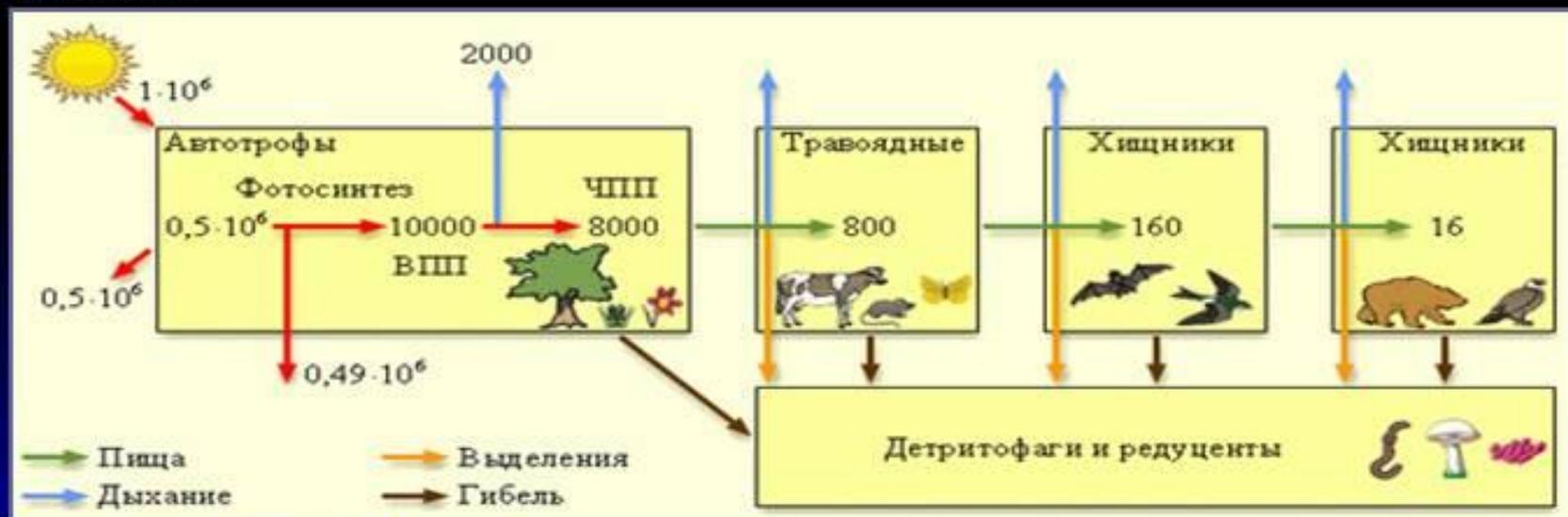
Продуктивность экосистемы

Валовая первичная продуктивность (ВПП)

Чистая первичная продуктивность (ЧПП)

Вторичная продуктивность

ВПП примерно на 20 % выше, чем ЧПП, так как часть энергии растения тратят на дыхание.



Поток энергии через пастбищную пищевую цепь. Все цифры даны в кДж на метр в квадрате умноженное на год.

Основатель учения о биогеоценозе



- **Сукачев Владимир Николаевич**
- **(1880 – 1967)**. В 1902 г. закончил Лесной институт в Санкт-Петербурге. Крупный геоботаник, лесовод, географ, с 1920 г. член-корреспондент Российской академии наук с 1925 г. – член-корреспондент Академии наук СССР, с 1943 г. – действительный член Академии наук СССР. Герой социалистического труда (1965 г.).
В 1942 г. ввел в экологическую науку понятие «биогеоценоз».
В 1944 г. организовал Институт леса и древесины Сибирского отделения АН ССР в г. Красноярске, которым руководил до 1959 г.
В 1959 г. создал Лабораторию лесоведения Академии наук СССР (ныне Институт лесоведения РАН), которой руководил до 1962 года.
- **В 1965 г.** создал Лабораторию биогеоценологии при Ботаническом институте Академии наук СССР.

Структурная схема Биогеоценоза



- Согласно академику В. Н. Сукачеву биогеоценоз складывается из двух блоков – биоценоза и экотопа, внутренняя структура которых и возникающие взаимные связи детализируются.

ЭКОТОП – это конкретные элементы неживой природы – атмосфера, гидросфера и земная кора, с которыми организмы находятся в более или менее выраженных взаимоотношениях.

Существует также близкое понятие **биотоп**, т.е. пространство, непосредственно занимаемое биоценозом.

- Биотоп может быть как неорганической, так и органической природы
- (у паразитов), обеспечивая всем необходимым для

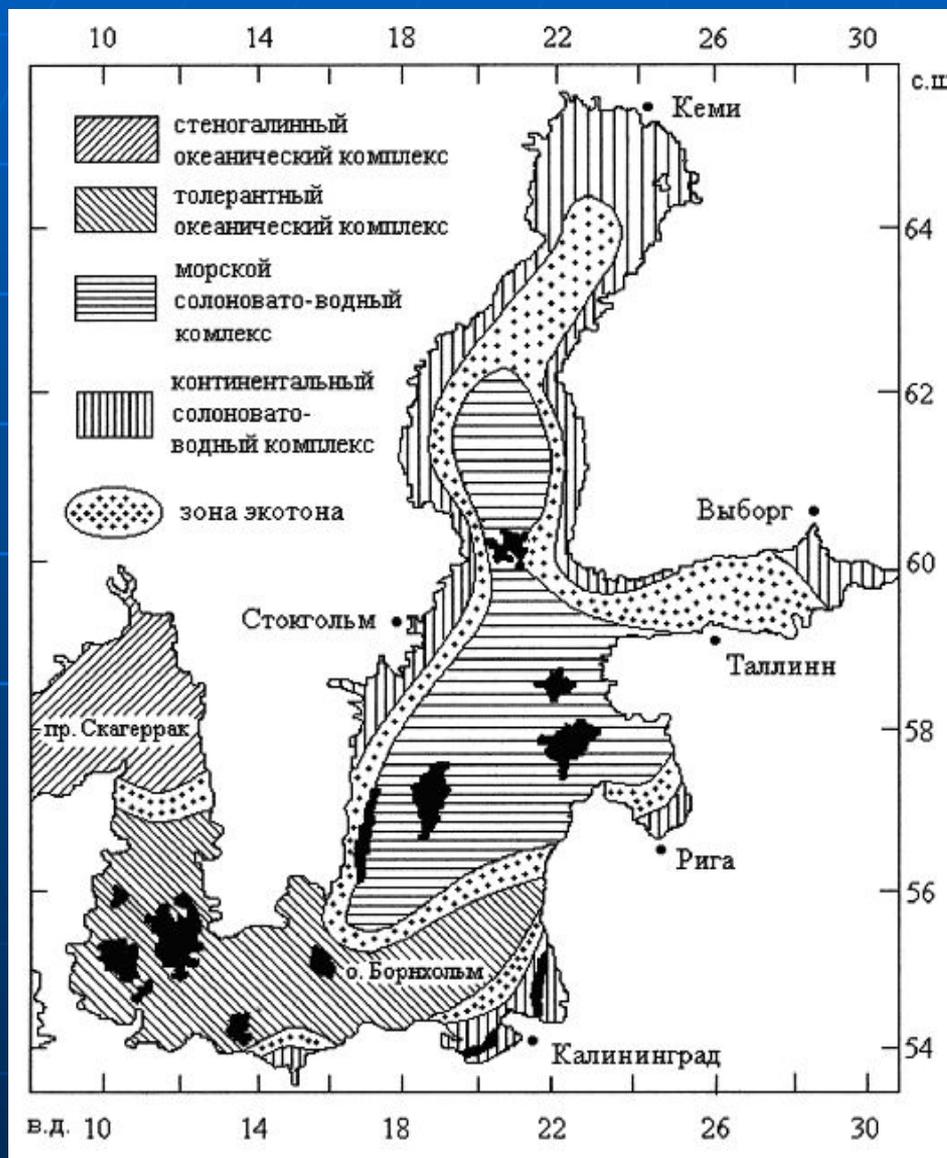
Размеры экосистем

- Размеры экосистем могут быть самыми различными. В качестве отдельных экосистем можно рассматривать лишайник на стволе дерева, разрушающийся пень со своим особым населением, небольшой пруд или озеро.
- К очень крупным экосистемам принадлежат, например, отдельные морские бассейны и весь Мировой океан в целом.
- Самой крупной экосистемой является биосфера Земли, которая, согласно современным представлениям, включает в свой состав не только самих живых организмов, но и те части литосферы, гидросферы и атмосферы Земли, физико-химические свойства которых зависят от деятельности живого вещества.
- Применительно к размеру экосистем различают:
 - – **микроекосистемы**, подобные стволу погибшего дерева;
 - – **мезоекосистемы**, например лес или пруд;
 - – **макроекосистемы**, такие, как океан;

Классификация экосистем

- Выделяют естественные и искусственные экосистемы.
- Широко используется также классификация экосистем по биомам. Этот термин обозначает крупную региональную экосистему, характеризующуюся каким-либо основным типом растительности или другой характерной особенностью ландшафта.
- Различают наземные биомы (тундра, бореальные хвойные леса, листопадный лес умеренной зоны, степь, саванна, пустыня, вечнозеленый тропический дождевой лес), пресноводные экосистемы (стоячие, текучие, заболоченные), морские экосистемы (пелагические, прибрежные).
- Переход от одной экосистемы к другой может быть более или менее резким. Однако во всех случаях существует переходная зона, которая может захватывать территорию от нескольких метров (береговая зона озера) до десятков километров (переходная зона между лесами и степями).
- Переходную зону между двумя разнородными экосистемами, где формируется уникальная многокомпонентная экосистема, называют ЭКОТОН. К нему относятся, например, болотистые пространства, располагающиеся между прудом и окружающими его наземными формациями; заросли кустарника, отделяющие лес от поля. Фауна экотонов и в видовом отношении, и

Экосистемы экотонов – пограничные экосистемы между разнородными биоценозами



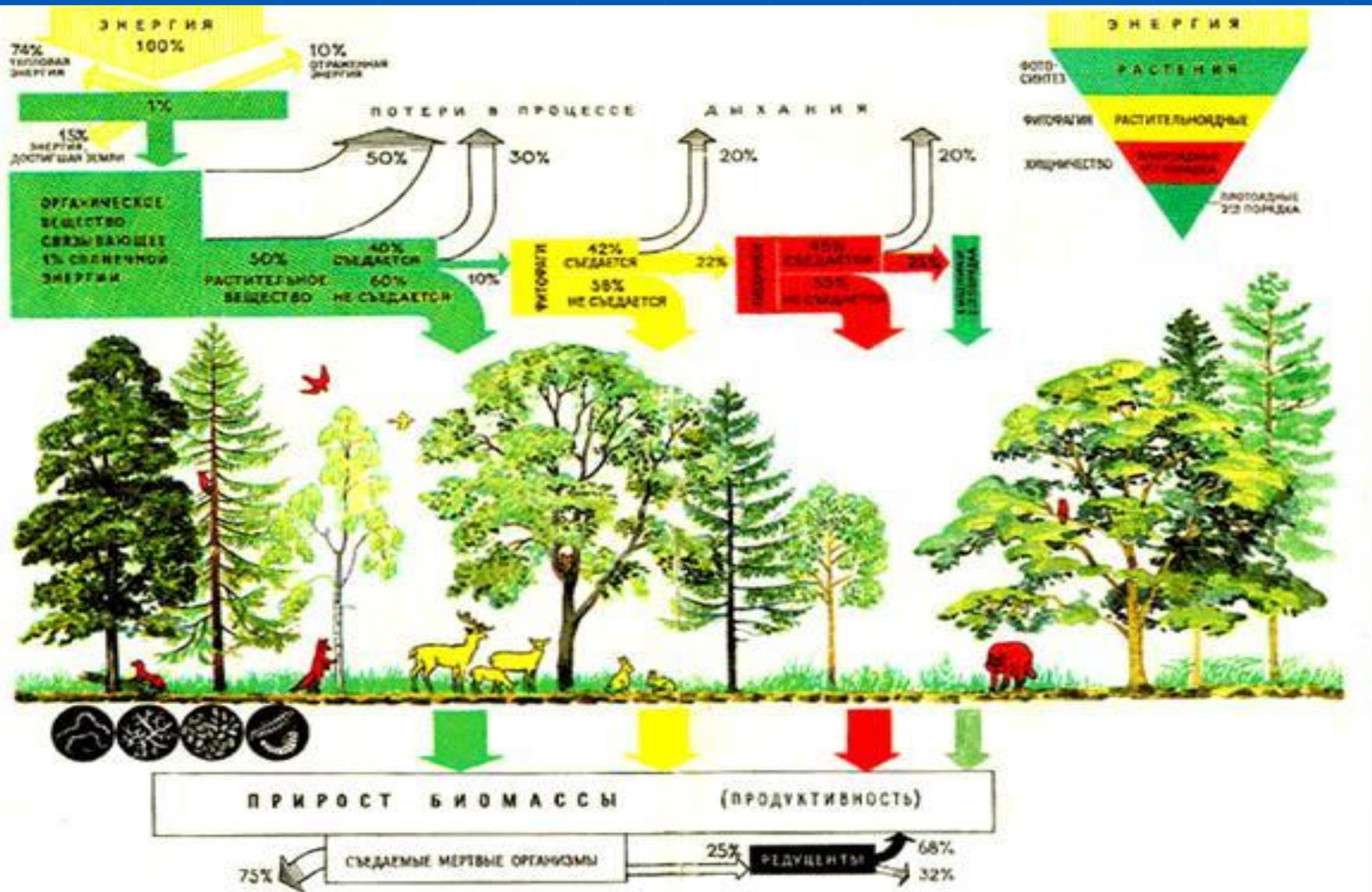
В условиях постепенно меняющихся значений **солености воды** как **важного экологического фактора**, наблюдается **перекрывание границ** между соседствующими морскими и солоновато-водными экосистемами, что особенно характерно для **районов Северной и Восточной Балтики**. Здесь в состав экосистем входят виды как **континентального**, так и **морского солоновато-водного комплексов**. Наиболее заметные границы между различными комплексами видов проявляются в **Южной Балтике**, в частности в районе устьев крупных рек **Одры и Вислы**.

Природные и антропогенные экосистемы

Природная экосистема (болото, луг, лес)	Антропогенная экосистема (поле, завод, дом)
Получает, преобразует, накапливает солнечную энергию	Потребляет энергию ископаемого и ядерного топлива
Продуцирует кислород и потребляет диоксид углерода	Потребляет кислород и продуцирует диоксид углерода при сгорании ископаемого топлива
Формирует плодородную почву	Истощает или представляет угрозу для плодородных почв
Накапливает, очищает и постепенно расходует воду	Расходует много воды, загрязняет ее
Создает местообитания различных видов дикой природы	Разрушает местообитания многих видов дикой природы
Бесплатно фильтрует и обеззараживает загрязнители и отходы	Производит загрязнители и отходы, которые должны обеззараживаться за счет населения
Обладает способностью самосохранения и самовосстановления	Требует больших затрат для постоянного поддержания и восстановления

Поток энергии в экосистемах

на каждый последующий трофический уровень переносится не более 10 % энергии и вещества



Продуктивность экосистем

- **Биологическая продуктивность** – это скорость воспроизводства органического вещества растениями или животными. Выделяют понятия **первичная и вторичная продукция**, а также **чистая продукция**.
- **Первичная продуктивность экосистемы** определяется как скорость, с которой лучистая энергия солнца преобразуется продуцентами в процессе фотосинтеза, накапливаясь в виде органических веществ. Первичную продуктивность (Р) выражают в единицах синтезированной биомассы в единицу времени.
- **Валовая первичная продуктивность (Пв)** – это скорость накопления в процессе фотосинтеза органического вещества, включая ту его часть, которая расходуется на дыхание и процессы метаболизма самими растениями.
- **Чистая первичная продуктивность (Пч)** – это скорость накопления органического вещества в растительных тканях за вычетом той его части, которая использовалась растениями на дыхание и процессы метаболизма.
- **Вторичная продуктивность** – скорость накопления органического вещества на уровне консументов. Данная характеристика обозначается через П2, П3 и т. д. в зависимости от пищевого (трофического) уровня животного гетеротрофа.

Чистая продуктивность сообщества – скорость

Продуктивность экосистемы

- Валовая первичная продуктивность (ВПП)
- Чистая первичная продуктивность (ЧПП)

$$\text{ЧПП} = \text{ВПП} - \text{Д}$$

- ВПП примерно на 20 % выше, чем ЧПП, так как часть энергии растения тратят на дыхание.
- Вторичная продуктивность

Динамика экосистем

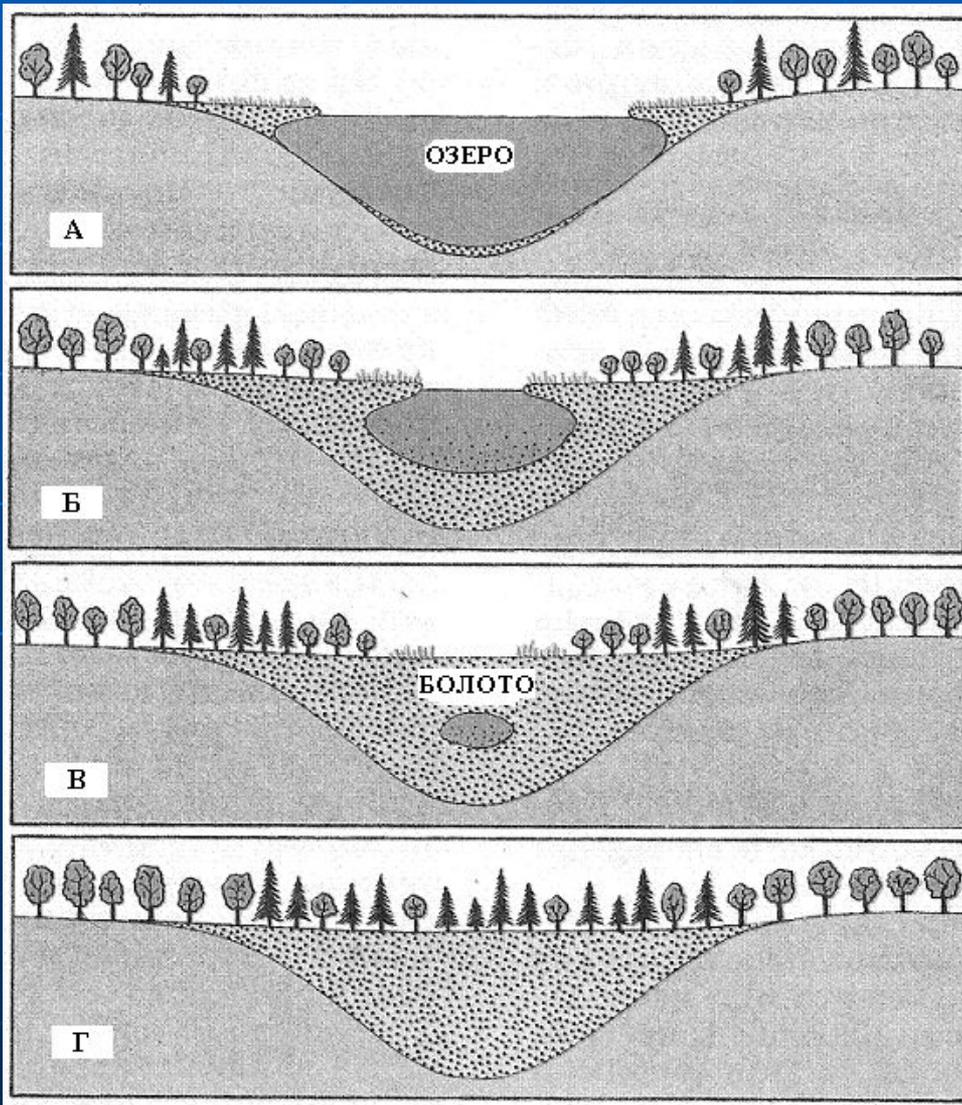
- **Основное свойство экосистем и природы в целом – динамизм, изменчивость во времени различных количественных и качественных показателей. Любая экосистема, приспосабливаясь к изменениям внешней среды, находится в состоянии динамики.**
- **Динамика может касаться, как отдельных ее элементов (организмов, популяций, трофических групп), так и всей системы в целом. При этом динамика может быть связана, с одной стороны, с адаптациями к факторам, которые являются внешними по отношению к системе, а с другой – к факторам, которые создает и изменяет сама экосистема.**
- **Основными факторами, влияющими на развитие экосистем, являются: климатические (изменения, произошедшие в четвертичный период во время межледниковых и ледниковых периодов), геологические (эрозия, горообразование, вулканизм), эдафические (развитие почв), биологические (межвидовая конкуренция), деятельность человека (пожары, вырубки, интродукция новых видов животных и растений).**
- **Выделяют два основных типа динамики экосистем – сукцессии (от англ. «*succession*» – последовательность, ряд), представляющие собой последовательную смену составляющих биоценоза и соответствующего микроклимата на протяжении нескольких лет или десятилетий до достижения устойчивого состояния, и ЭВОЛЮЦИЮ – весьма длительный процесс их развития, способный сопровождаться коренными перестройками параметров экосистемы.**

Динамика экосистем

- **Изменения в экосистемах могут происходить под воздействием различных причин.**
- **Различают экзогенетические (аллогенные) изменения, вызванные действием внешних геологических и климатических сил, воздействующих на экосистему, и эндогенетические (автогенные) изменения обусловленные воздействием процессов, происходящих в самой экосистеме, например конкурентной борьбой видов.**
- **Сукцессия сопровождается внесезонными процессами определенной последовательности появления и исчезновения популяций разных видов в данном месте обитания.**
- **Например, наблюдения за заброшенным полем показывают, что его последовательно заселяют сначала многолетние травы, затем кустарники и, наконец, древесная растительность.**
- **Явление сукцессии известно давно, но более детальное его изучение началось относительно недавно.**
- **В большинстве случаев бывает затруднительно однозначно классифицировать причины наблюдающихся перемен. Например, зарастание озера может быть обусловлено поступлением в водоём извне значительного количества органико-минеральных веществ при эрозии почвы и разрушении рыхлых**

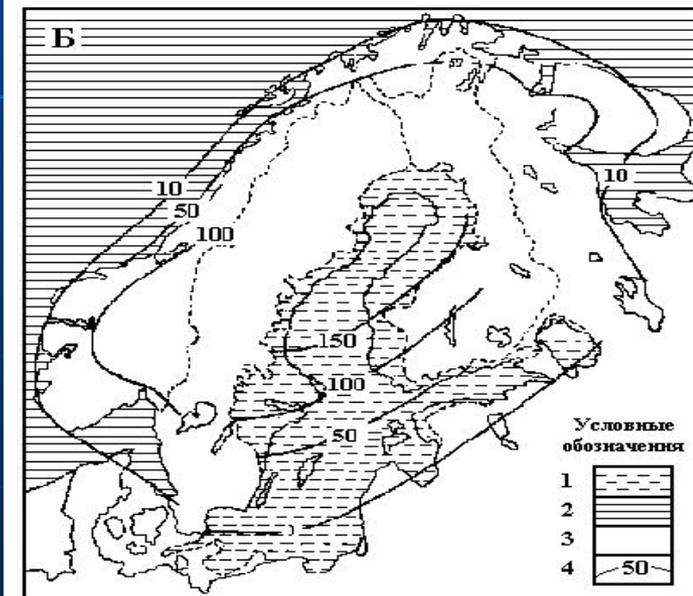
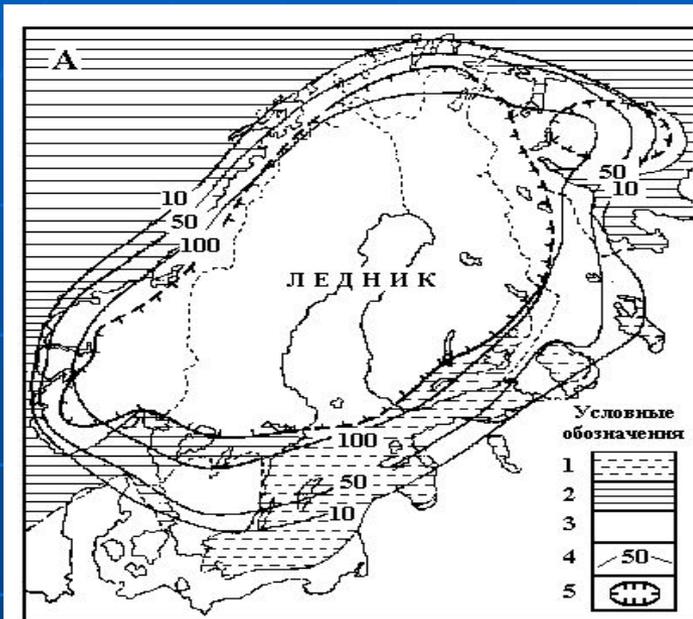
Динамика экосистем

- сукцессии



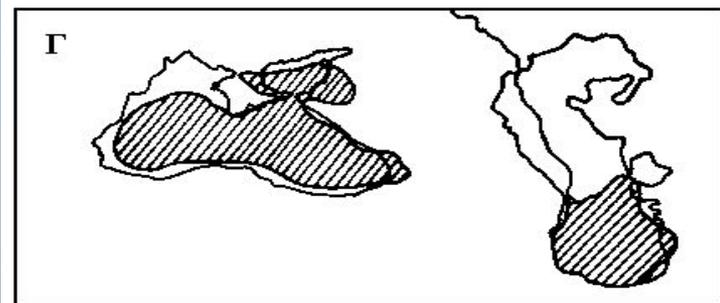
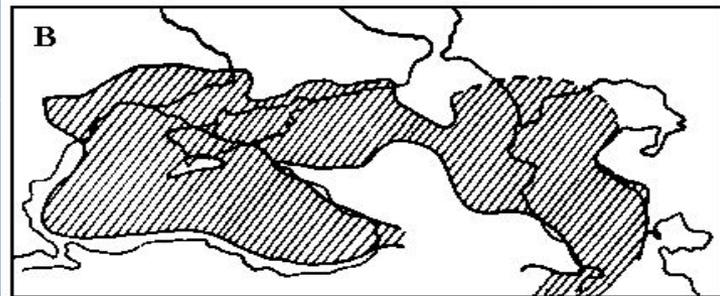
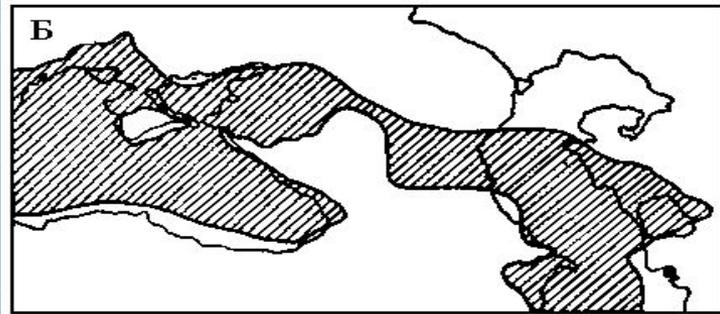
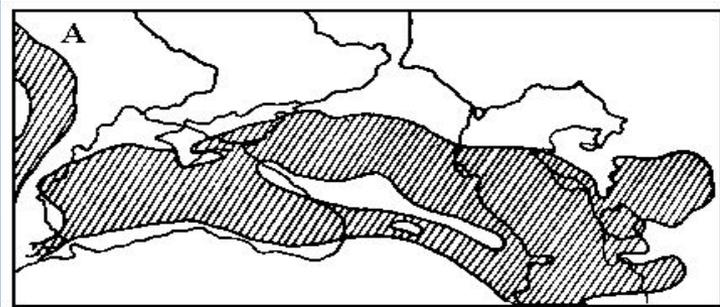
- Сукцессионный процесс трансформации и озерной экосистемы.
- А – озеро;
Б – процесс заболачивания;
В – болото;
Г – смешанный лес

Динамика экосистем – эволюция



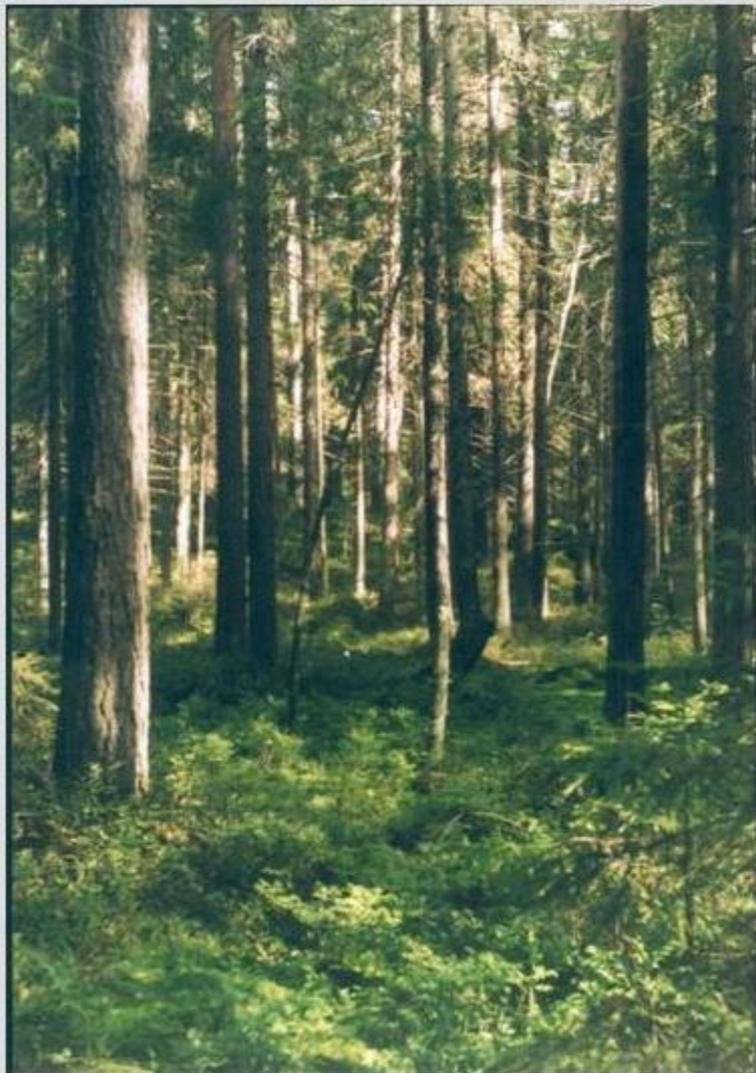
- Развитие экосистемы Балтийского моря
- А – Иольдиевое море;
- Б – Анциловое озеро
- 1 – воды моря;
- 2 – воды океана;
- 3 – континентальные области;
- 4 – высотные отметки ледниковых террас (м);
- 5 – границы

Динамика экосистем – эволюция

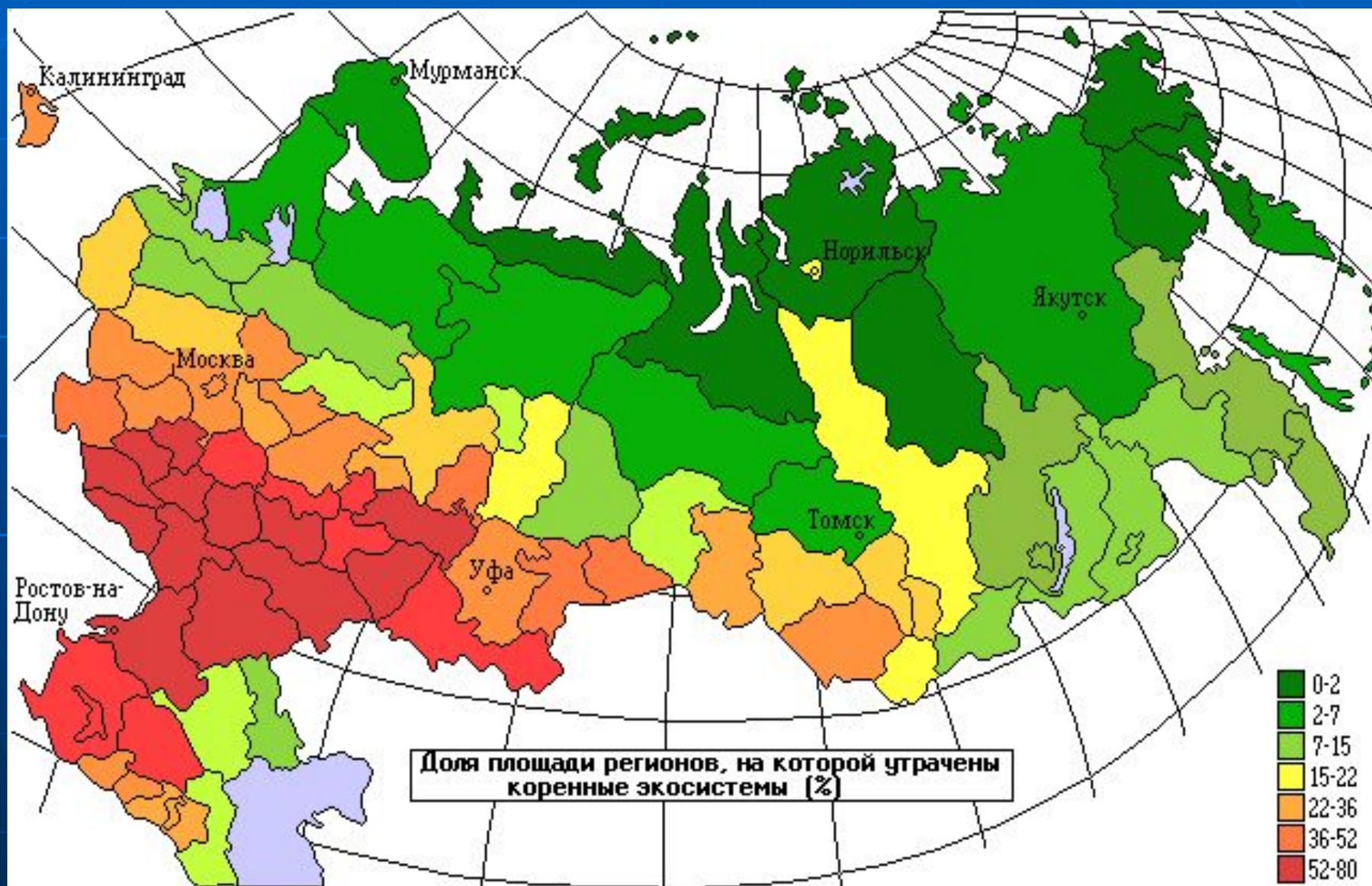


- Развитие экосистем Черного и Каспийского морей
- А – среднемиоценовый бассейн (от 15 до 12 млн. лет назад);
- Б – меотийский бассейн (от 2 до 3 млн. лет назад);
- В – Понтическое море (Киммерийский бассейн) (от 2 до 1,5 млн. лет назад);
- Г – Карангатское море (от 150 до 100 тыс. лет назад).

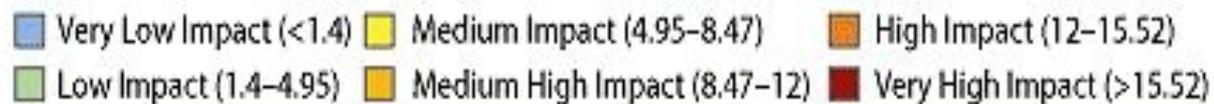
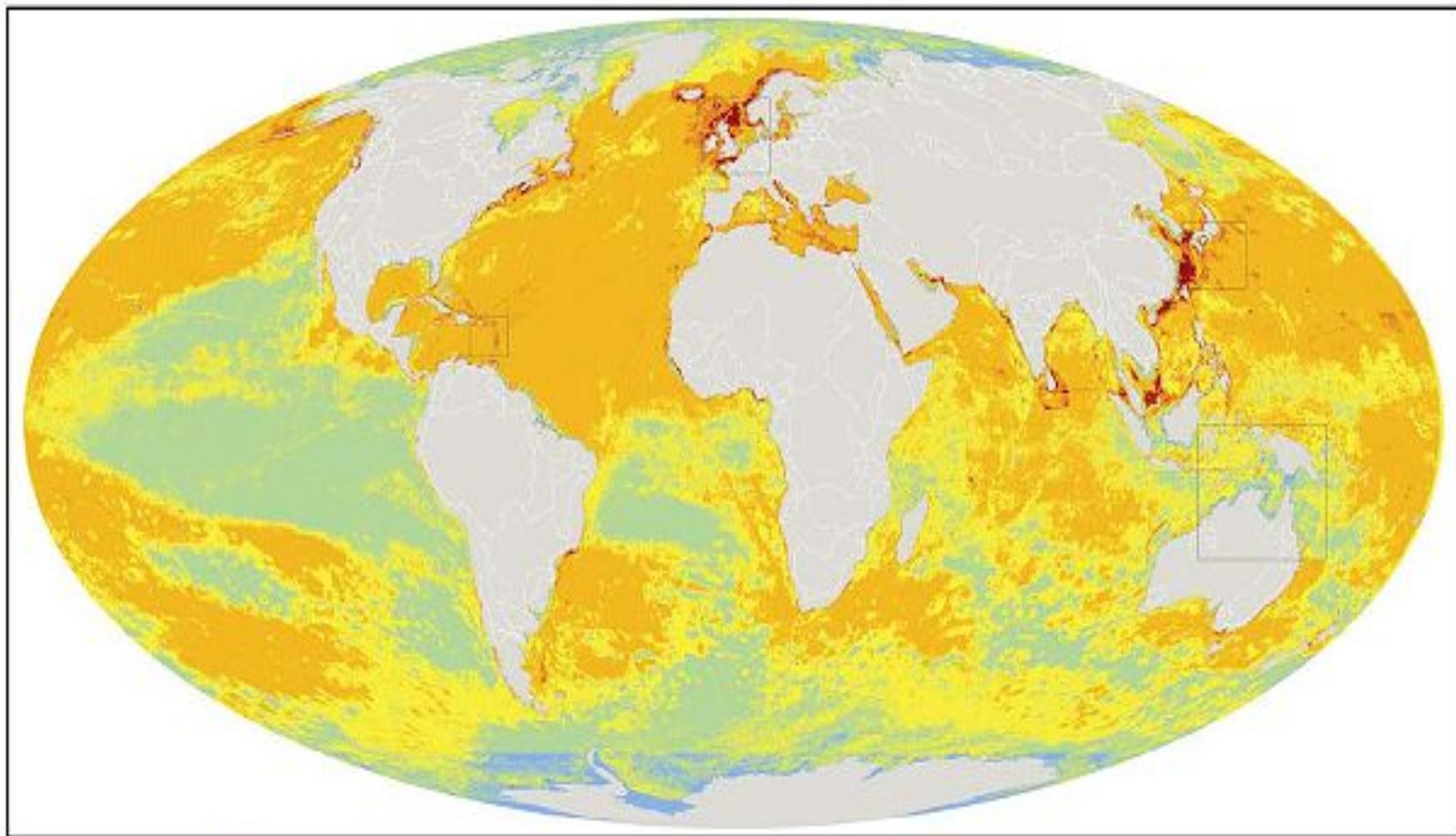
Устойчивое состояние ненарушенных экосистем - климакс



Деградация экосистем России



Деградация экосистем Мирового океана



Биосфера как глобальная экосистема Земли

ТЕРМИН “БИОСФЕРА”

Термин «биосфера» ввел австрийский геолог Э. Зюсс (1875).

Заслуга создания целостного учения о биосфере принадлежит В. И. Вернадскому (1863 – 1945)

ПОНЯТИЕ БИОСФЕРЫ

В настоящее время биосферой называют область распространения жизни на Земле. Она включает совокупность всех организмов и части литосферы, гидросферы и атмосферы, как населенными ныне живущими организмами, так и преобразованные их прошлой деятельностью. Биосфера – оболочка Земли, состав, структура и энергетика которой является совокупной деятельностью живых организмов.

ГРАНИЦЫ БИОСФЕРЫ

Биосфера охватывает часть атмосферы до высоты озонового экрана (20-25 км), часть литосферы, особенно кору выветривания, и всю гидросферу. Нижняя граница опускается в среднем на 2-3 км на суше и на 1-2 км ниже дна океана.

Вещественный состав Биосферы

Все вещества биосферы подразделяются на четыре группы:

живое вещество — совокупность живых организмов Земли;

косное вещество — вещество неживой природы (песок, глина, гранит, базальт);

биокосное вещество — результат взаимодействия живых организмов с неживой природой (вода, почва, ил);

биогенное вещество — вещества, создаваемые в результате жизнедеятельности организмов (осадочные породы, каменный уголь, нефть).



Экологические функции Биосферы



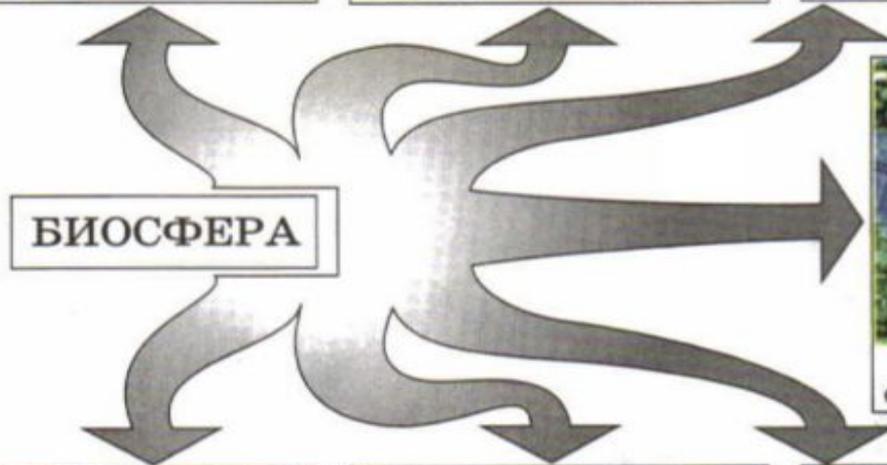
Сохраняет неизменным состав солей в океане



Обеспечивает человека продуктами питания



Придает разнообразие окружающей среде



БИОСФЕРА



Обеспечивает самоочищение водоемов



Поддерживает газовый состав атмосферы

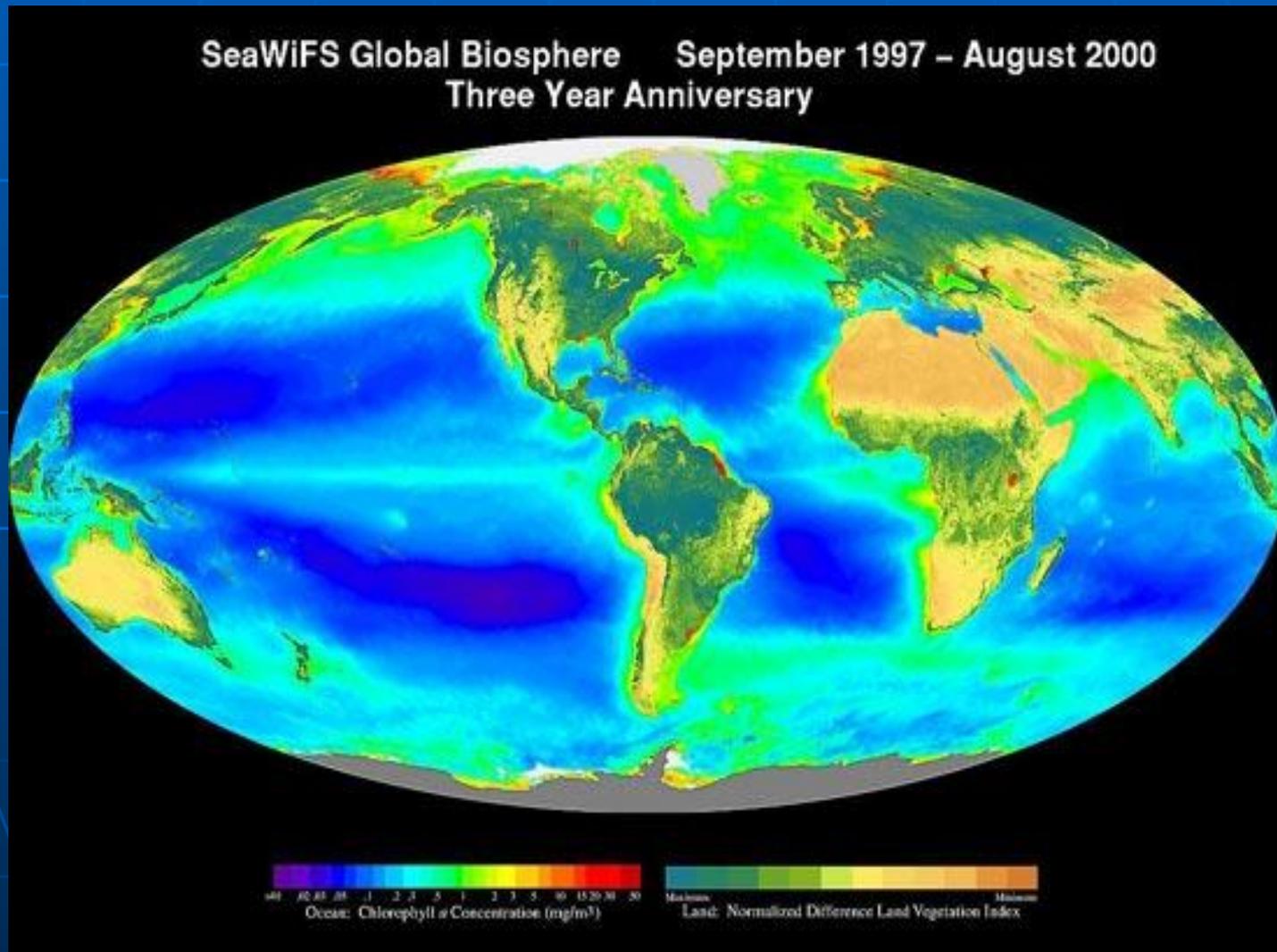


Создает осадочные горные породы и полезные ископаемые

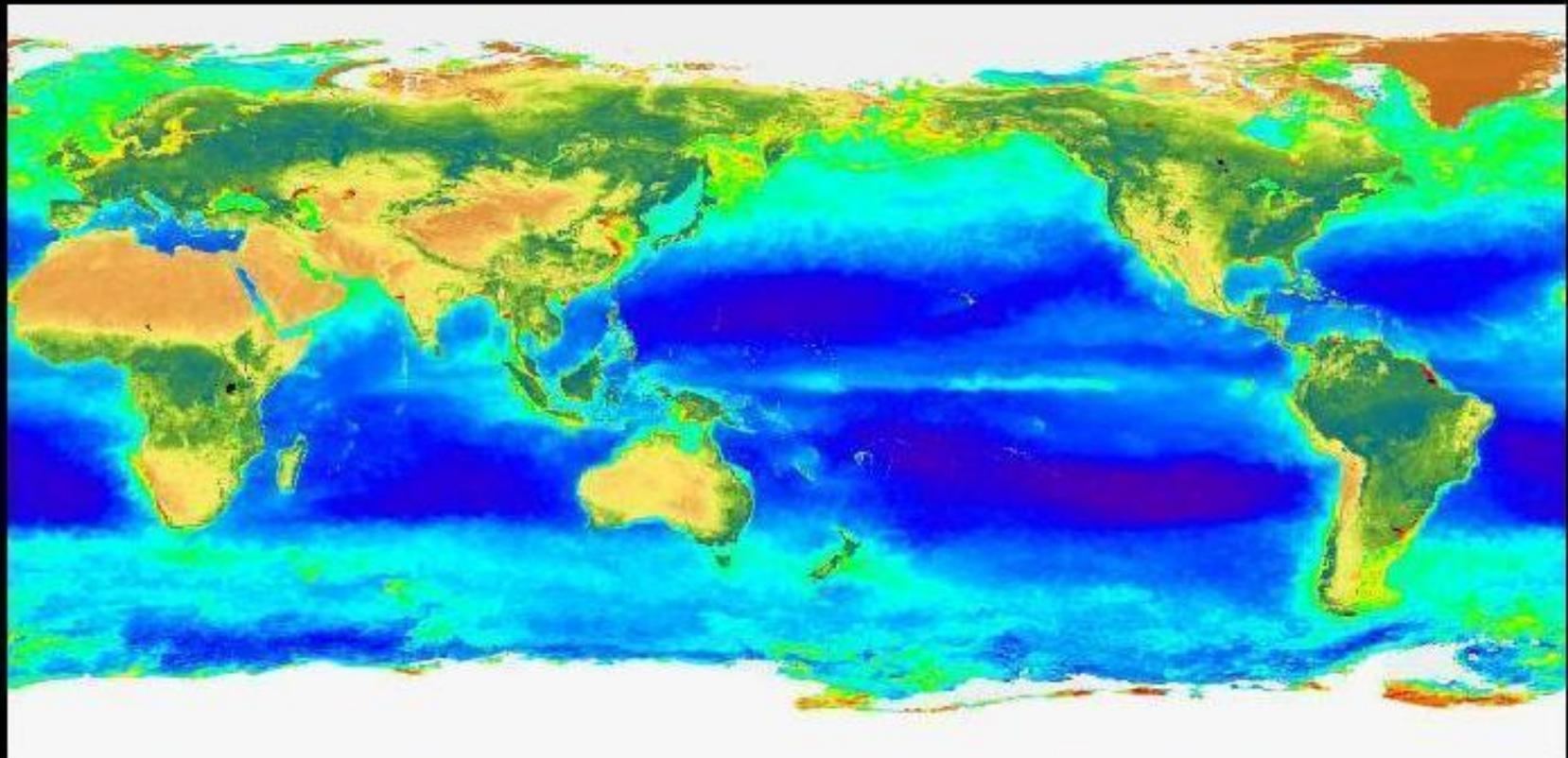


Осуществляет биологическое выветривание горных пород

Глобальный телекоммуникационный мониторинг Биосферы – оценка первичной биологической продукции океана



Глобальный телекоммуникационный мониторинг Биосферы – оценка первичной биологической продукции континентов и океана



Спасибо за внимание !
Ваши вопросы ?

