

БИОСФЕРА

История термина

- *Биосфера* (греч. bios жизнь, sphaira шар) - сфера жизни. Ввёл это понятие немецкий учёный, профессор Лейпцигского университета **Ф.Ратцель** (1845-1904) в книге "Органический мир и его происхождение" (1869). В этой книге органическое население Земли в целом он рассматривал как живой покров планеты, а её поверхность называл "пространством жизни" - der Lebensraum. Это слово в современном немецком языке понимается как синоним биосферы

- Сам же термин *биосфера* создал австрийский геолог **Э.Зюсс** в книге "Лик Земли" (1875). Э.Зюсс писал о биосфере как особой оболочке Земли, охваченной жизнью, наравне с атмосферой, гидросферой, литосферой

- Особое значение для популяризации географического представления о биосфере имели сочинения **Г. Вагнера** (1840-1923). Г. Вагнер - профессор Гёттингенского университета, автор широко известного "Учебника географии", который выдержал 10 изданий. Биосферу он понимал как пространство, населённое живыми существами, хотя другие географы того времени понимали биосферу как совокупность организмов

- Термином биосфера его современники-биологи не пользовались. Первым, кто стал пользоваться этим термином в русской литературе (1892, 1900 гг.) был **Э.Ю. Петри**. Э. Петри - антрополог по научной специализации. Окончил Санкт-Петербургскую Медико-хирургическую Академию, занимал кафедру географии и антропологии в Санкт-Петербурге с 1884 г

- Преемник Э.Ю. Петри **П.И. Броунов** в своём учебнике по физической географии ввёл понятие *наружная оболочка Земли*. По мнению Броунова наружная оболочка Земли является ареной органической жизни и состоит из лито-, гидро-, атмо- и биосферы, которые проникают одна в другую и своим взаимодействием обуславливают все явления на Земле.

- В.В. Докучаев (1846-1903), известный русский географ и почвовед, обратил внимание на сложные и многообразные соотношения живой и мертвой природы: между растительным, животным и минеральным царствами. Ученики В.В. Докучаева развили и углубили эти представления. Одним из его учеников был **ВЛАДИМИР ИВАНОВИЧ ВЕРНАДСКИЙ**.

- В.И.Вернадский (1863-1945) создал учение о биосфере. Свои идеи он чётко сформулировал в знаменитом труде "Биосфера" (1926).

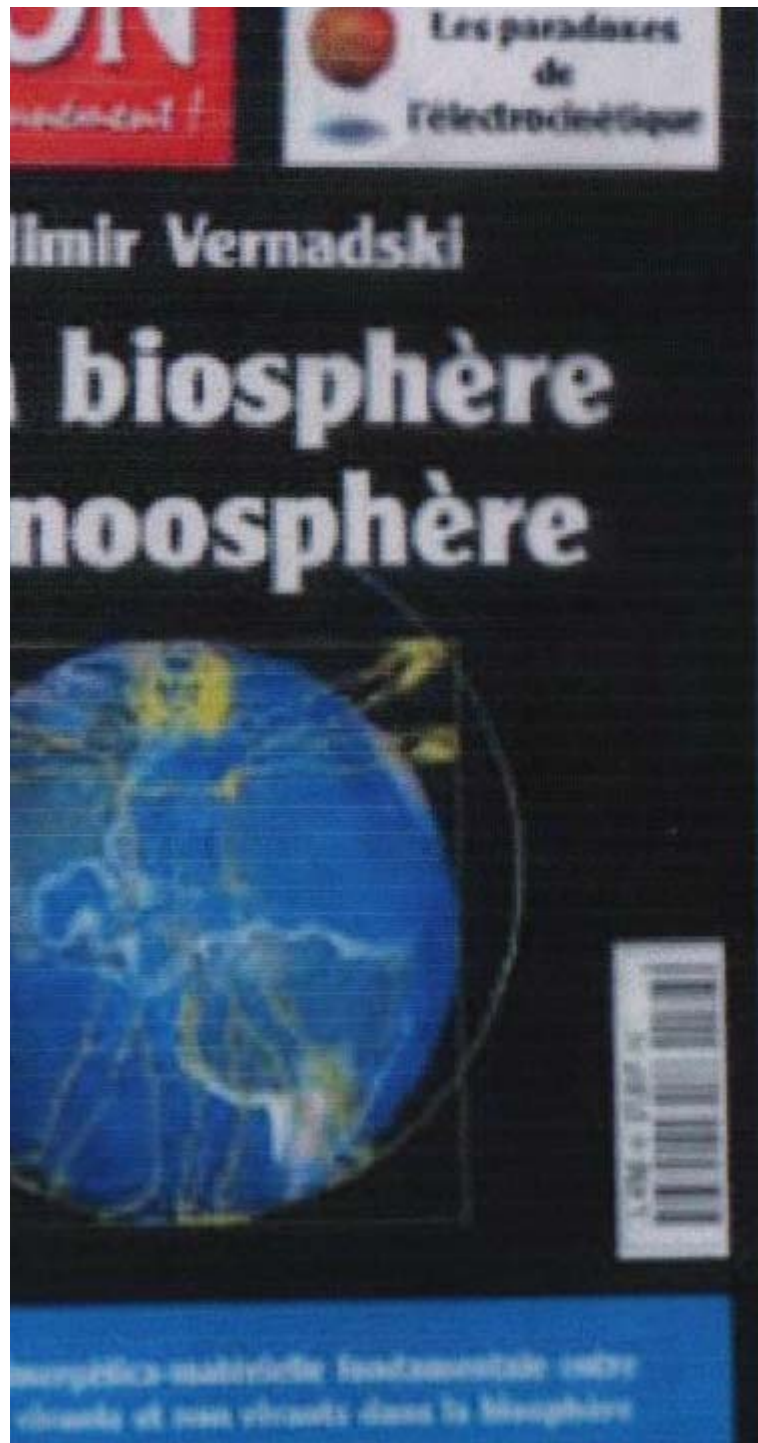
BIOSPHERE

1926 – ПЕРВОЕ РУССКОЕ ИЗДАНИЕ
1929 – ФРАНЦУЗСКОЕ *La biosphere*, Paris

1960 – V ТОМ ИЗБРАННЫХ СОЧИНЕНИЙ
1960 – СЕРБОХОРВАТСКИЙ
1967 – РУССКИЙ

1989 – РУССКИЙ БИОСФЕРА И НООСФЕРА
1993 – ИТАЛЬЯНСКИЙ
1997 – ФРАНЦУЗСКИЙ
1997 – ИСПАНСКИЙ

1998 – АНГЛИЙСКИЙ (НЬЮ-ЙОРК)



Grenier E

Vladimir Vernadski
De la biosphère
à la noosphère
Fusion N 89,

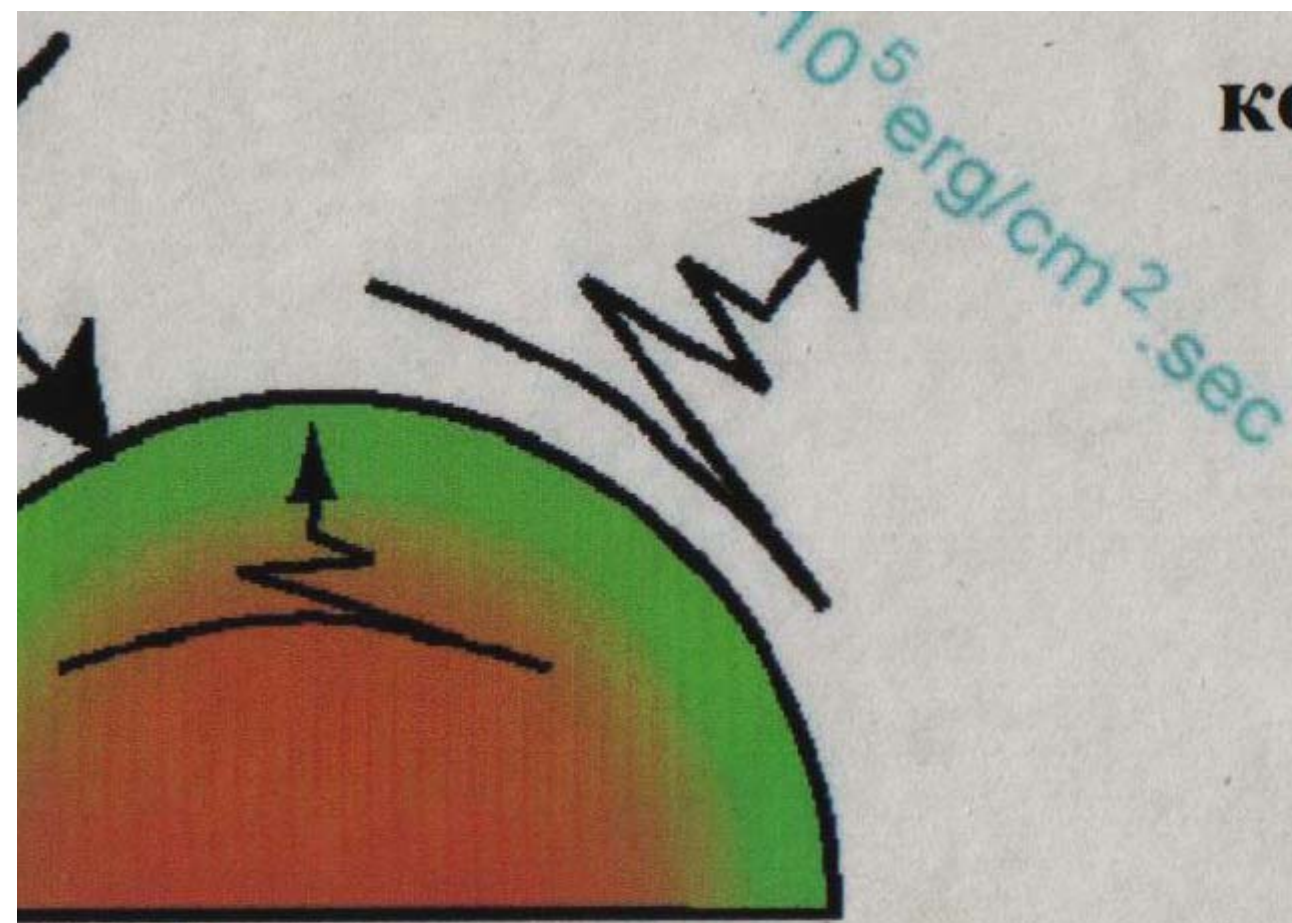


- БИОСФЕРА им рассматривается как область земной коры, занятая ТРАНСФОРМАТОРАМИ ,переводящими космическое излучение в действенную земную энергию:химическую,электрическую,тепловую и т.д.

космическая: ЭН

$$= 1:10^{-7}$$

Основной
трансформ
энергии - ж
вещество



$$\sim n \cdot 10^2 \text{ erg} \backslash \text{cm}^2 \cdot \text{sec}$$

воение энергии
ВЫМ веществом



- БИОСФЕРА ,отмечает В.И.Вернадский –единственная область земной коры, занятая жизнью .Только в ней, в тонком наружном слое нашей планеты ,сосредоточена жизнь ;в ней находятся все организмы , всегда резкой непроходимой гранью отделённые от окружающей их косной материи.

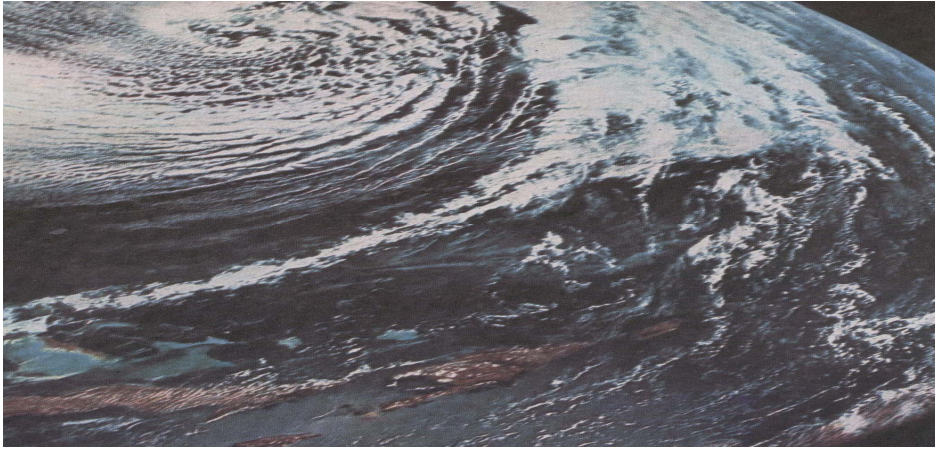
- По В.И. Вернадскому, биосфера - образование космическое, планетарное - "на нашей планете в биосфере существует не жизнь, от окружения независимая, а живое вещество, то есть совокупность живых организмов, теснейшим образом связанная с окружающей её средой биосферы". Живым веществом В.И. Вернадский называл: а) совокупность живых организмов, выраженную в весе и в химическом составе; в) в мерах энергии ; г) в характере пространства.

- В ходе геологического времени развитие биосферы носило необратимый характер. В первую очередь это касается живого вещества, для которого необратимость развития стала ясной после работ Ч.Дарвина (1859). Основывалась на эволюционном учении и палеонтологических данных, знаменитый бельгийский палеонтолог Л.Долло сформулировал **закон необратимости эволюции**: «Организм не может вернуться, хотя бы частично, к предшествующему состоянию, которое было уже осуществлено в ряде его предков».

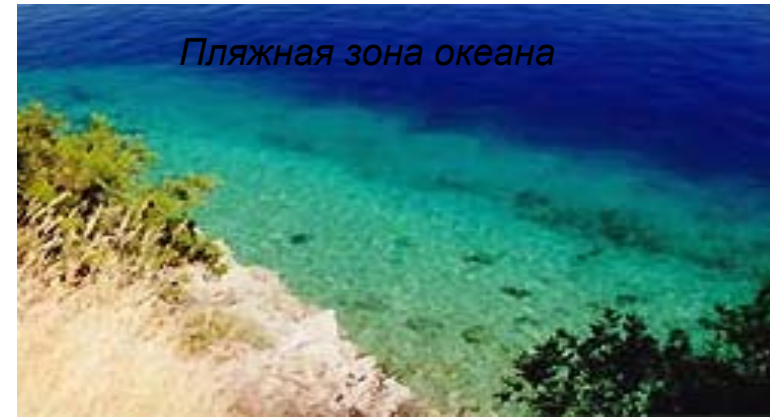
Состав биосферы

- Биосфера - сложная природная система. Она состоит из:
- **живого вещества;**
- **косного вещества;**

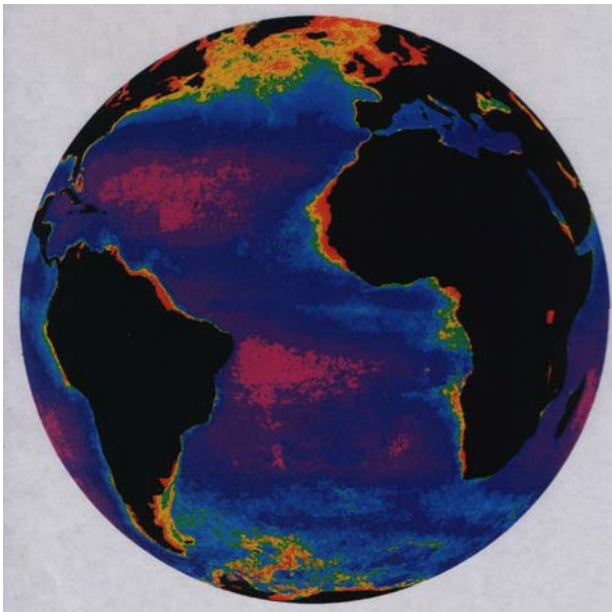
Они влияют друг на друга ,но относятся к разным необъединимым категориям явлений.



Атмосферный вихрь над Тихим океаном (спутниковая съемка)



Пляжная зона океана



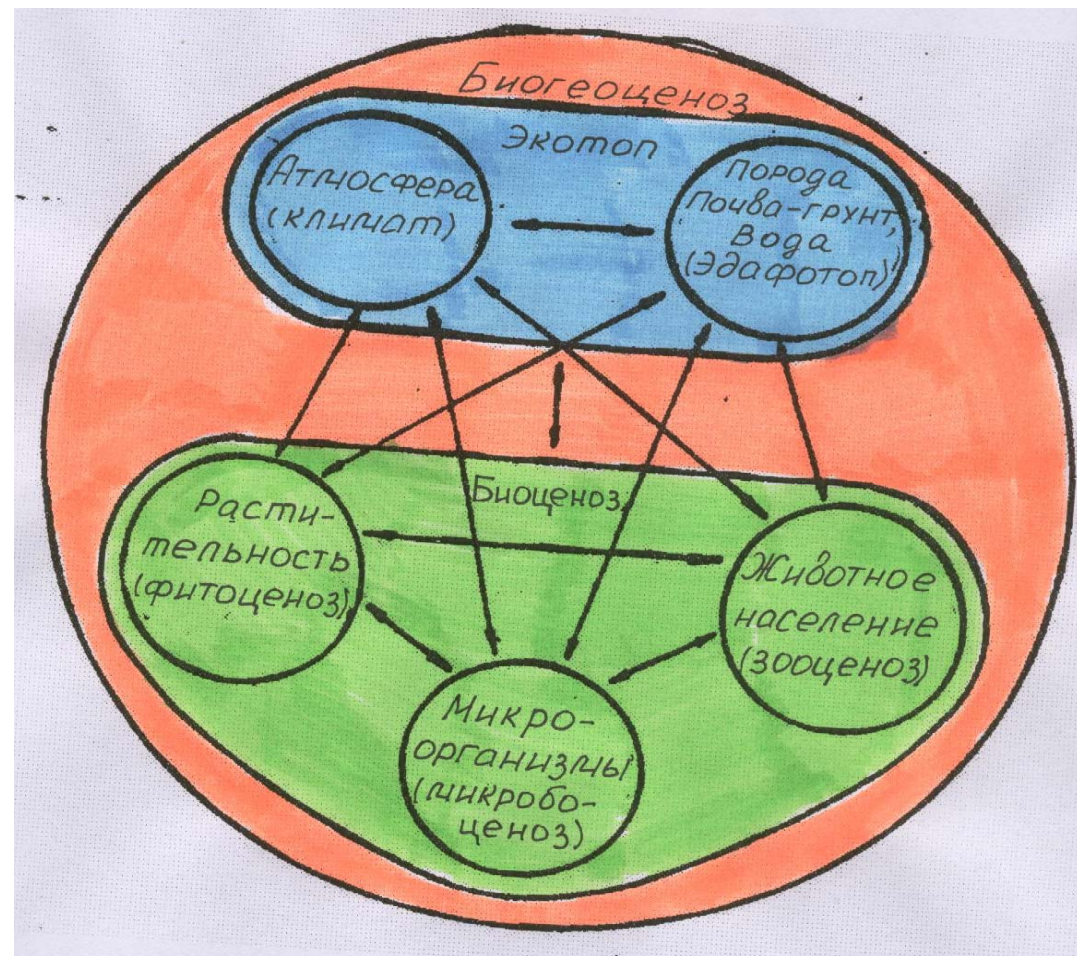
Распределение планктона в верхнем слое Мирового океана (спутниковая съемка)



Три начала геосистемы, по А.А. Кружкису (1979) с дополнением. Стрелками обозначено взаимодействие частей геосистемы.

Структура биогеоценоза и схема взаимодействия между его компонентами

(по В.Н.Сукачеву с дополнениями)



БАЗОВОЕ ПОНЯТИЕ:

БИОГЕОЦЕНОЗ — (от био..., гео... и греч, *koinos* -общий), взаимообусловленный комплекс живых и кос-ных компонентов, связанных между собой обменом веществ и энергии. К живым компонентам Б. относятся *автотрофные организмы* (фотосинтезирующие зелёные растения и хемосинтезирующие микроорганизмы) и *гетеротрофные организмы* (животные, грибы, мн. Бактерии, вирусы), к косным - приземный слой атмосферы с её газовыми и тепловыми ресурсами, солнечная энергия, почва с её водо-минеральными ресурсами и отчасти кора выветривания (в случае водного Б. - вода).

При всех превращения происходит потеря первоначально накопленной энергии и рассеяние её в окружающем пространстве в форме тепла.

Косные компоненты Б. служат источником энергии и первичных материалов (газов, воды, минеральных веществ).



“Между косным и живым веществом есть, однако, непрерывная, никогда не прекращающаяся связь, которую может быть выражена как непрерывный биогенный ток из живого вещества в косное вещество биосферы, и обратный биогенный ток атомов вызванный живым веществом. Он выражается в непрекращающемся нико

- По способу питания он разделяет живое вещество на две различные группы:
-
- **автотрофные организмы** - это организмы, независимые в своём питании от других организмов и использующие неорганические вещества. Например, окисляющие бактерии, живущие за счёт окисления серы, железа и зелёные растения чьё существование определяется областью проникновения солнечных лучей. Их масса очень велика, они создают свободный кислород;
- **гетеротрофные организмы** - это организмы, использующие органические вещества, созданные другими организмами

- Главные свойства биосферы, на которые обращал внимание В.И. Вернадский:
 - - наличие в ней жизни;
 - - наличие энергии живого вещества;

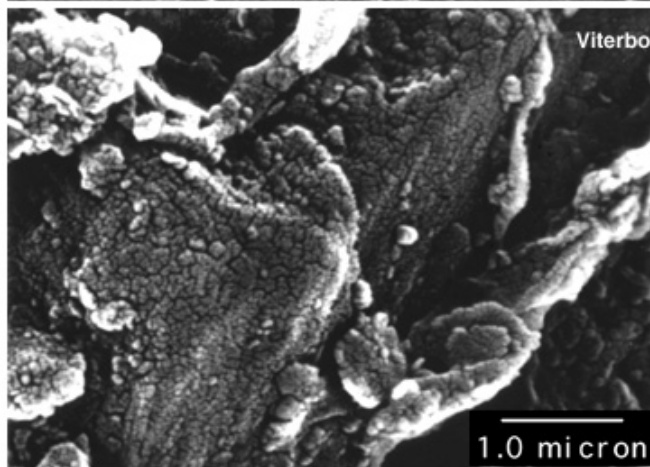
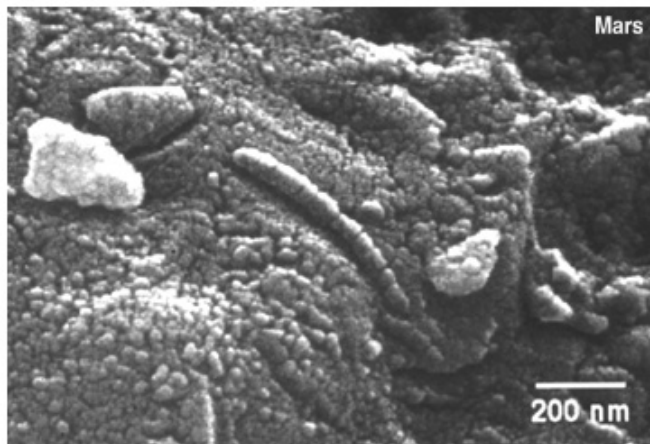
БИОГЕОХИМИЧЕСКИЙ ПРИНЦИП В.И.ВЕРНАДСКОГО,

- Максимальное проявление жизни во всех геосферных оболочках:
- - "всюдность"
- - "Растекание"
- - "Давление жизни"
- - "Пластичность"



Рис. 105. Строение бактериофага

История исследования

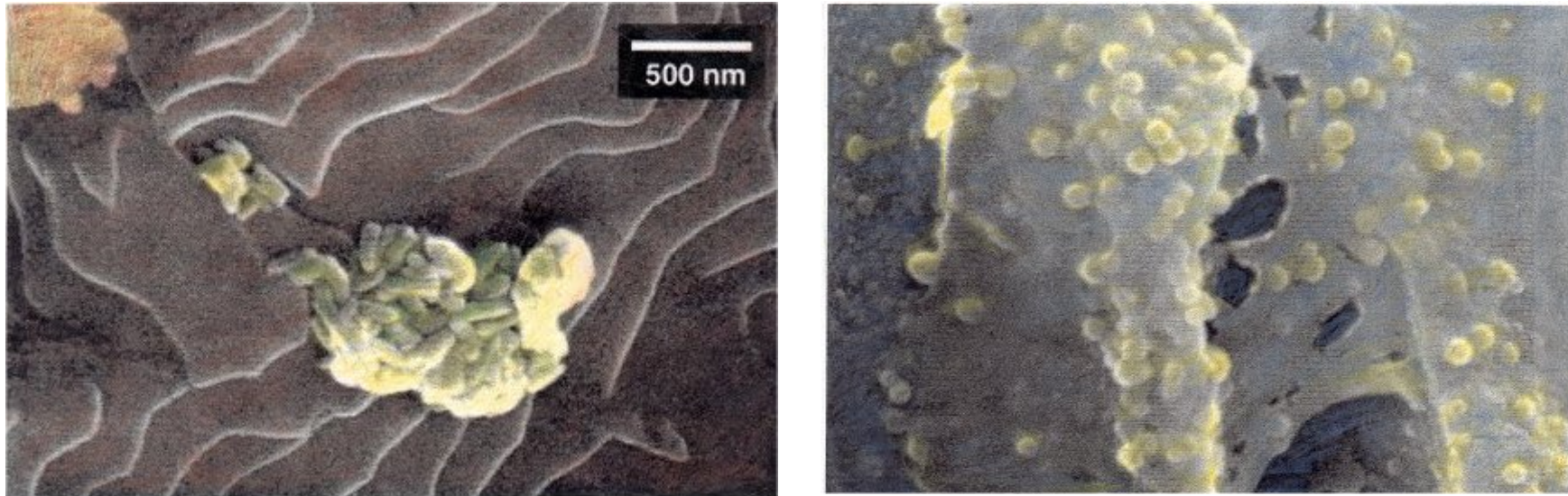


Нанобактерии на метеорите.
(цит по R. Folk, 1998)



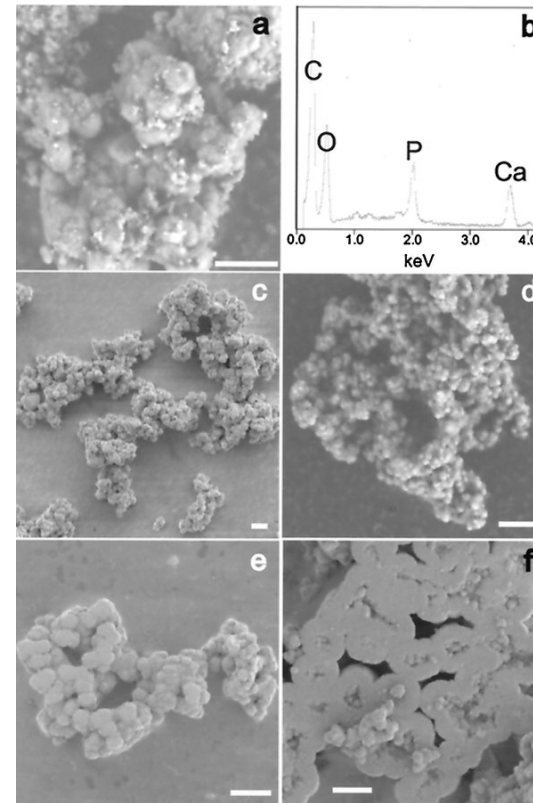
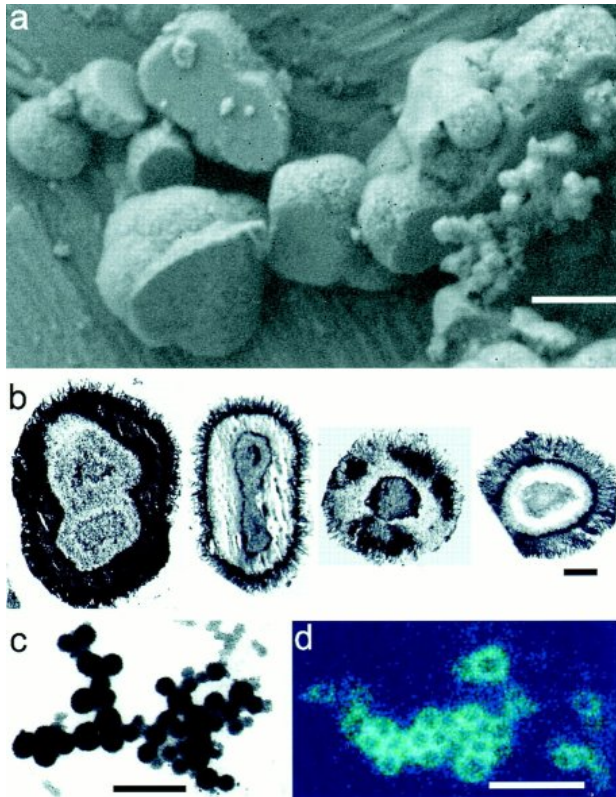
Нанобактерии на арагоните.
(цит по R. Folk, 1998)

История исследования

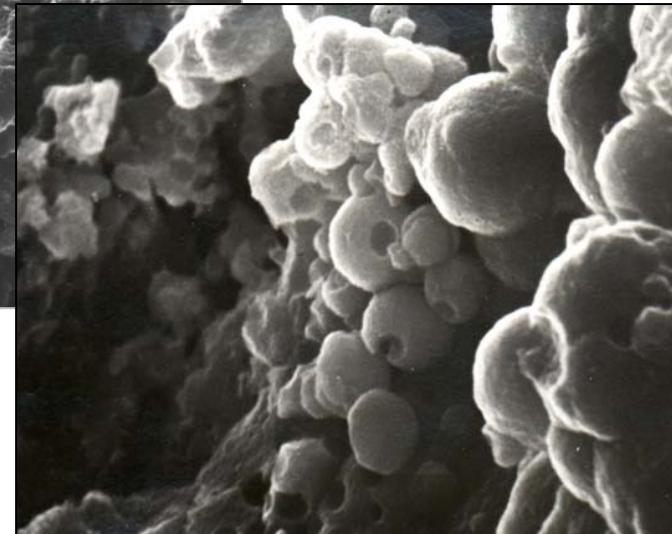
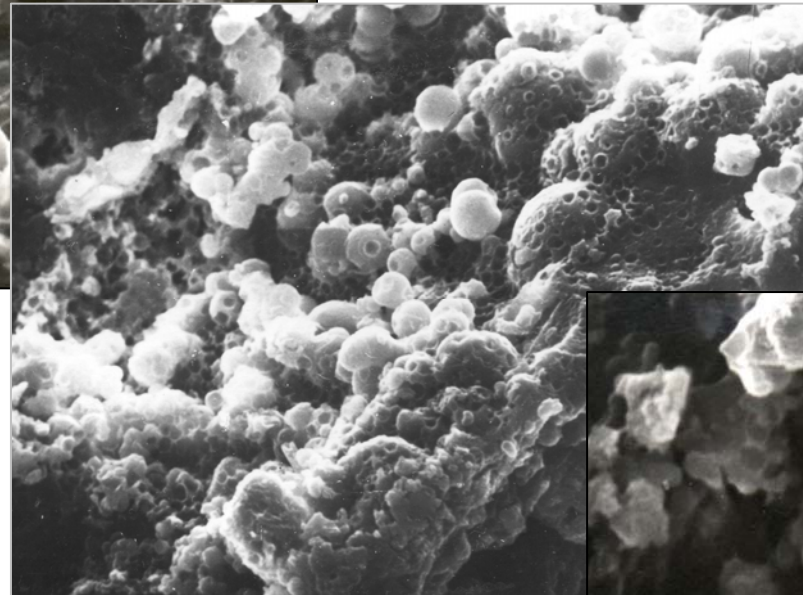
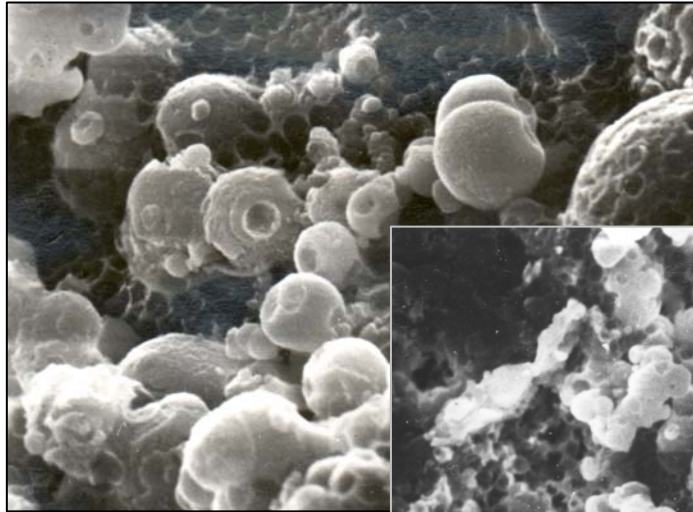


Колонии нанобактерий на алюминиевом фрагменте.
Электронная фотография (цит по R. Folk, 1998)

История исследования



Собственные исследования

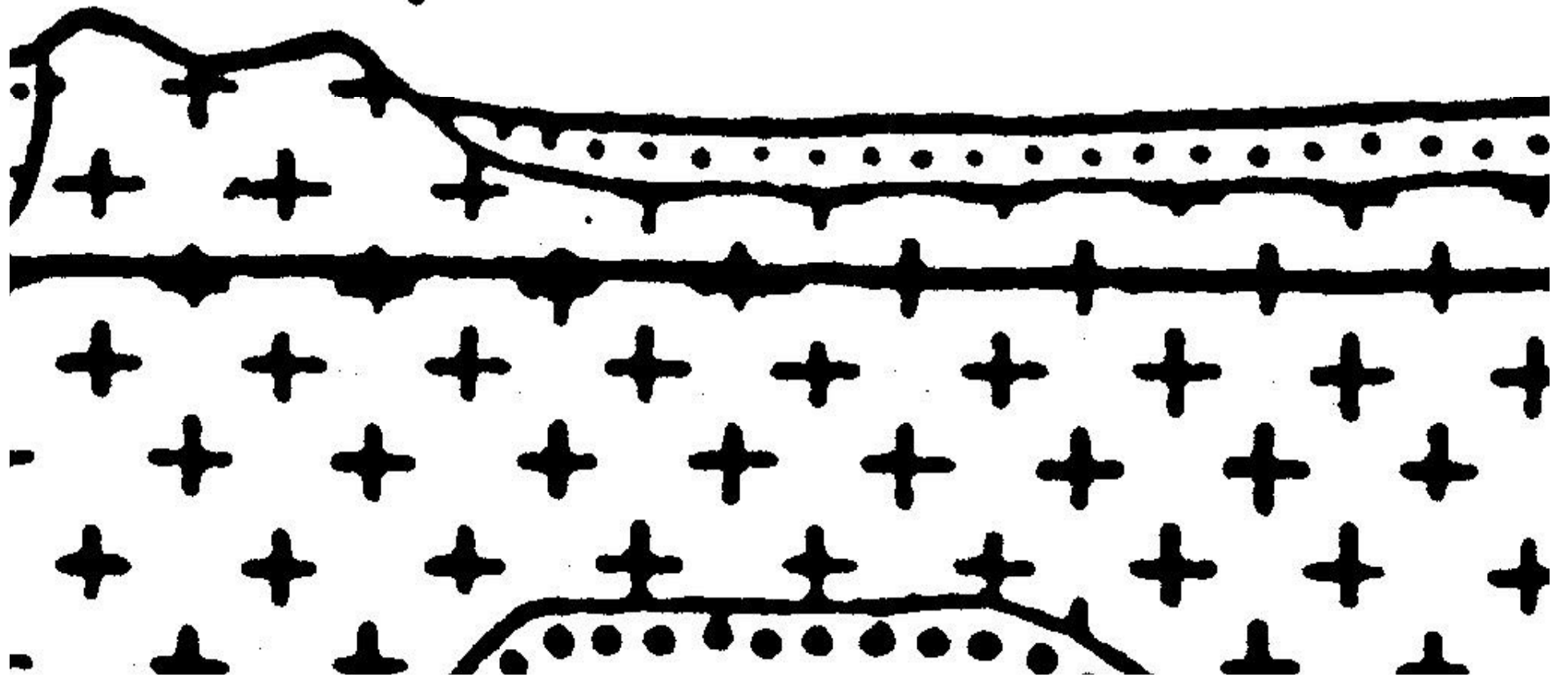


Минеральные образования
при различных заболеваниях

ВЛ.

1

Равнина



- Растекание происходит размножением живого вещества.
- Живое вещество ,растекаясь по земной поверхности , оказывает определённое давление.
- В.И,Вернадский ввёл понятие “скорость передачи жизни”

Таблица

Величина t – захват живым веществом поверхности планеты (в сутках)
(по В.И.Вернадскому)

Виды организмов	t
Зеленый планктон (среднее)	168-183
Большие водоросли (среднее)	17832-28931 (49-79 лет)
Бактерии: <i>Vibrio cholerae</i>	Около 1,25
<i>Bacterium typhi</i>	Около 1,8
Инфузория: <i>Leucophrys patula</i>	10,6 (максимум)
Диатомовые: <i>Nitzchia putrida</i>	16,8 (максимум)
Инфузории: <i>Paramecium caudate</i>	31,8-67,3
<i>Paramecium Aurelia</i>	42,7 (среднее)
Schyzophytae: <i>Anabaena baltica</i>	112-143
Насекомые: <i>Culex pungens</i>	203
<i>Aphis mali</i>	392
<i>Musca domestica</i>	366
Цветковые растения: <i>Trifolium repens</i>	4076 (больше 11 лет)
Рыбы: <i>Clupea harengus</i>	2736-4486 (7-12 лет)
<i>Pleuronestes platessa</i>	2159 (около 6 лет – максимум)
<i>Gadu morhua</i>	1556 (больше 4 лет – максимум)
Птицы: куры	5600 – 6100 (15-18 лет)
Млекопитающие: крыса	Около 2800 (около 8 лет)
Домашняя свинья	Около 2800 (около 8 лет)
Дикая свинья	Около 20628 (больше 56 лет)
Слон (индийский)	Около 37600 (больше 1000 лет)

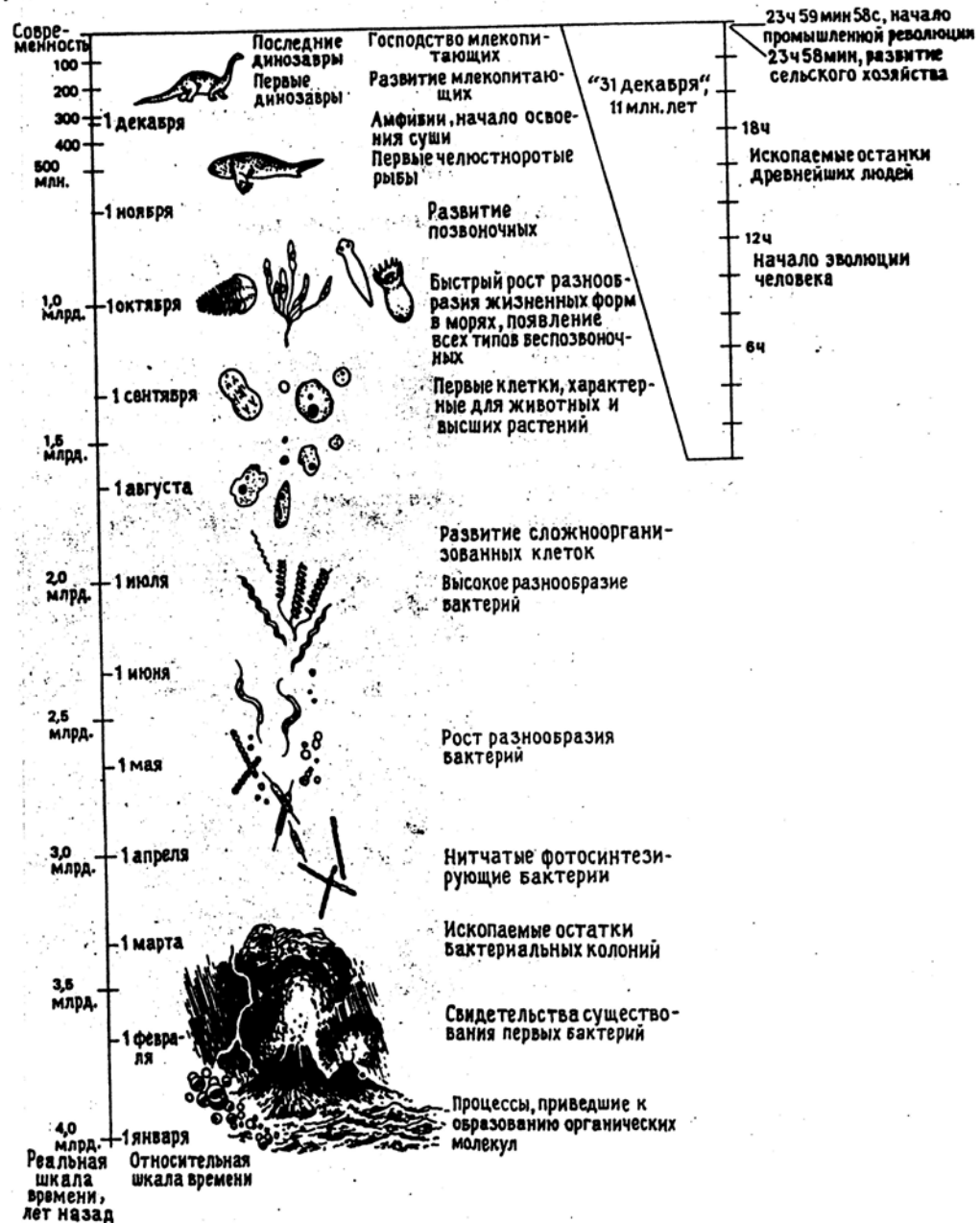


Рис. Сопоставление геологической вре-

- Формы жизни чрезвычайно разнообразны. Известно до 500 тыс. видов растений и 1,5 млн. видов животных. Главная масса живого вещества сосредоточена в охваченной солнечным светом части планеты. При этом сгущения жизни тем выше, чем ярче её освещение

Таблица

**Распределение видов
(по Войткевичу и др., 1972)**

По видам растений	
Тип жгутиковых водорослей – Flagellata	
Тип зеленых водорослей – Chlorophyceae	
Тип разножгутиковых водорослей – Heterocontae	
Тип диатомовых водорослей – Diatomeae	
Тип бурых водорослей – Phaeophyceae	Всего около 25 000 видов
Тип багряных водорослей – Rhodophyceae	
Тип синезеленых водорослей – Cyanophyceae	
Тип бактерий – Bacteria	Всего около 1000000 видов
Тип слизнеиков (из низших грибов) – Мухомycetes	
Тип грибов – Fungi	18 000 видов
Тип лишайников – Lichenes	Свыше 20 000 видов
Тип моховидных – Bryopsida	
Тип псилотовых – Psilopsida	Несколько видов
Тип плауновых – Lycopsida	Около 800 видов
Тип хвощевидных – Sphaenopsida	30 видов
Тип папоротниковидных – Pteropsida	6 000 видов
Тип голосеменных – Gymnospermae	Около 600 видов
Тип покрытосеменных – Angioapermae	200000-300000 видов
По типам животных	
Простейшие – Protozoa	15 000
Губки – Porifera	5 000
Кишечнополостные – Coelenterata	9 000
Черви – Vermes	19 000
Членистоногие (без насекомых) – Arthropoda	50 000
Насекомые – Insecta	Свыше 1 000 000
Иглокожие - Echinodermata	5 000
Моллюски – Mollusca	104 000
Хордовые - Chordata	48 000

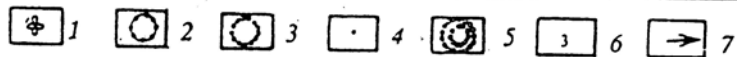
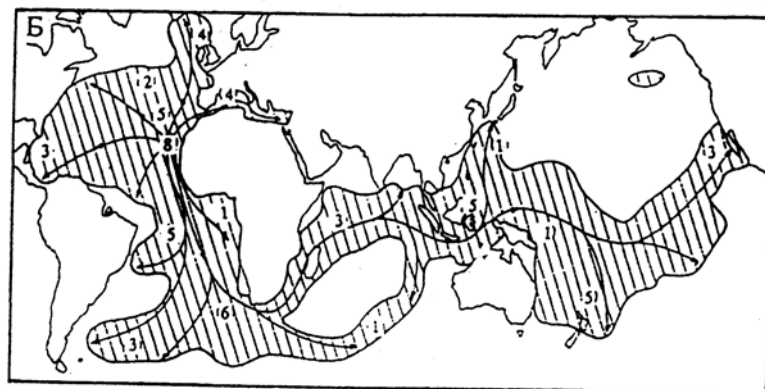
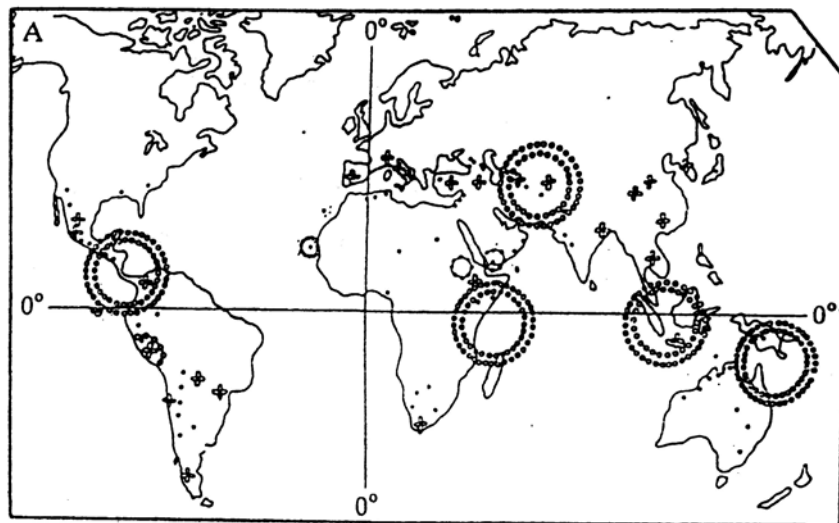
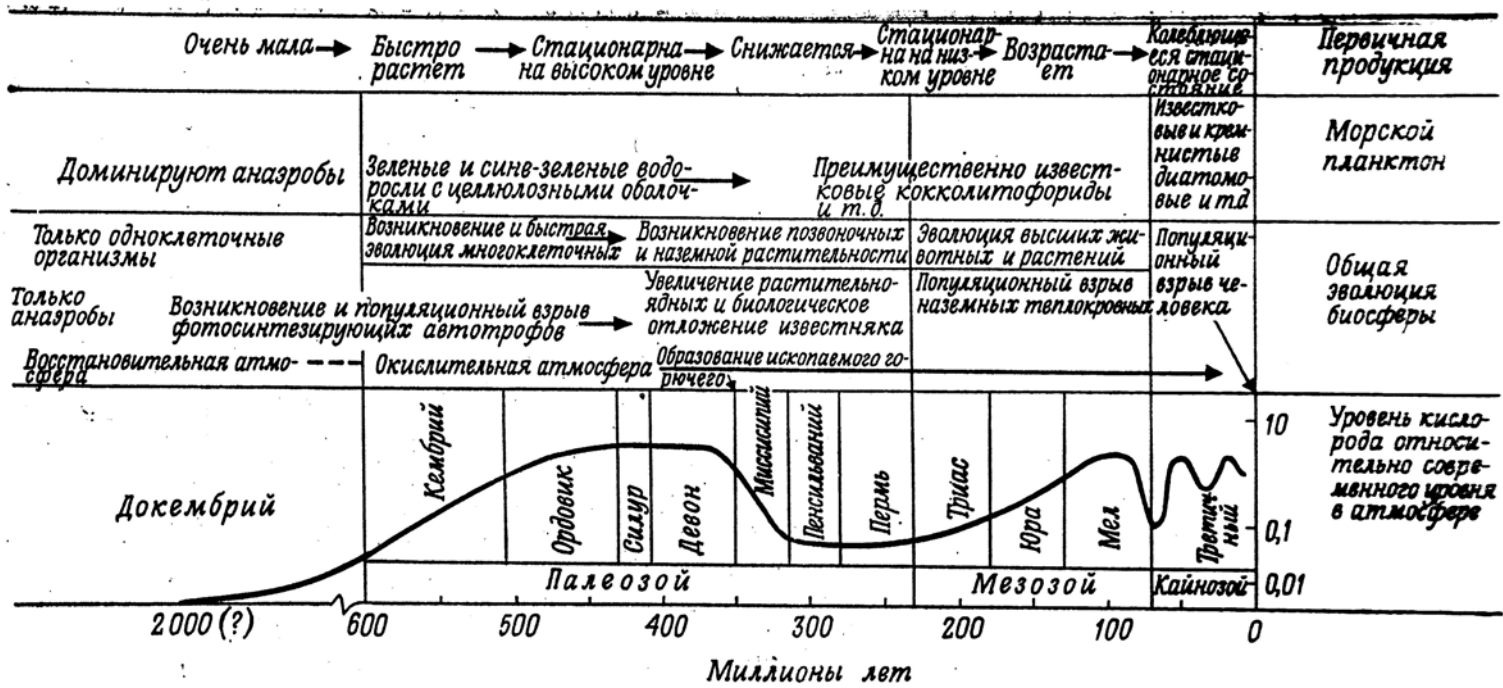
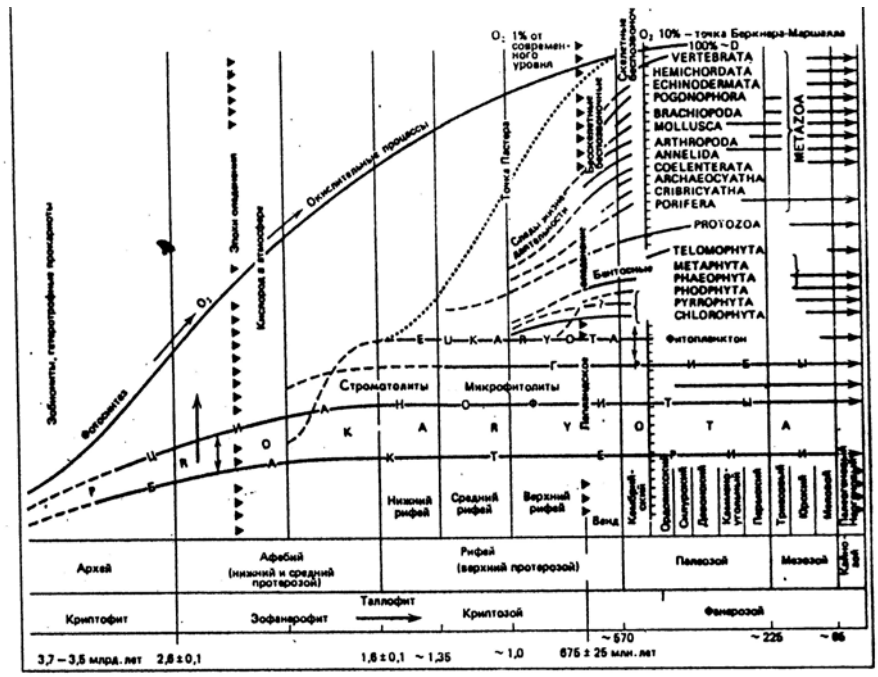


Рис. Размещение "биосферных" узлов и центров формирования

ЭВОЛЮЦИЯ БИОСФЕРЫ





Р и с. . Общее развитие жизни на Земле (по Реймерсу, 1990)

УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ

(по Тимофееву-Ресовскому и др., 1969)

1.МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ

(генетически)

Внутриклеточные системы (хромосомы, другие органеллы и биологически активные макромолекулы) **осуществляют ауторепродукцию клеток и организмов и передают** наследственную информацию от поколения к поколению.

От **простого деления** вирусов, бактерий, фагов синезеленных водорослей до **митоза** и **мейоза**.

2.ОНТОГЕНЕТИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ

Осуществляется саморегулирующееся упорядоченное во времени и пространстве развитие особи и протекание ее жизненных функций.

3. ПОПУЛЯЦИОННЫЙ УРОВЕНЬ

(эволюционный)

Осуществляется исторический процесс изменения форм организмов, приводящих к образованию пусковых механизмов **Эволюции**, возникновению адаптации, видообразованию и эволюционному прогрессу.

4. БИОГЕОЦЕНОТИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ

(биосферный, биохорологический)

Популяции организмов образуют сообщества, которые находятся в сложных взаимоотношениях как между собой, так и косными (абиогенными) компонентами среды.

Это взаимодействие обуславливает грандиозный геохимический круговорот вещества и энергии на нашей планете.

БАЗОВОЕ ПОНЯТИЕ:

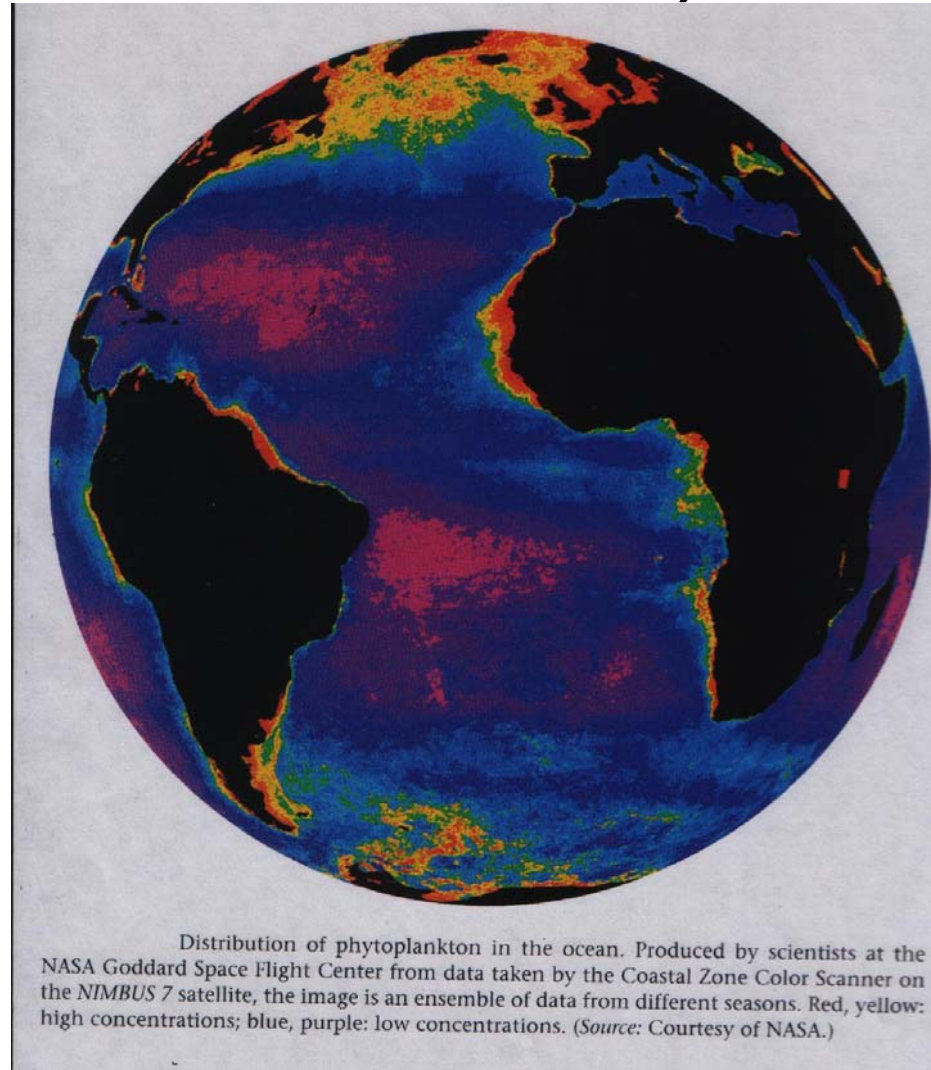
БИОГЕОЦЕНОЗ — (от био..., гео... и греч, *koinos* -общий), взаимообусловленный комплекс живых и кос-ных компонентов, связанных между собой обменом веществ и энергии. К живым компонентам Б. относятся *автотрофные организмы* (фотосинтезирующие зелёные растения и хемосинтезирующие микроорганизмы) и *гетеротрофные организмы* (животные, грибы, мн. Бактерии, вирусы), к косным - приземный слой атмосферы с её газовыми и тепловыми ресурсами, солнечная энергия, почва с её водо-минеральными ресурсами и отчасти кора выветривания (в случае водного Б. - вода).

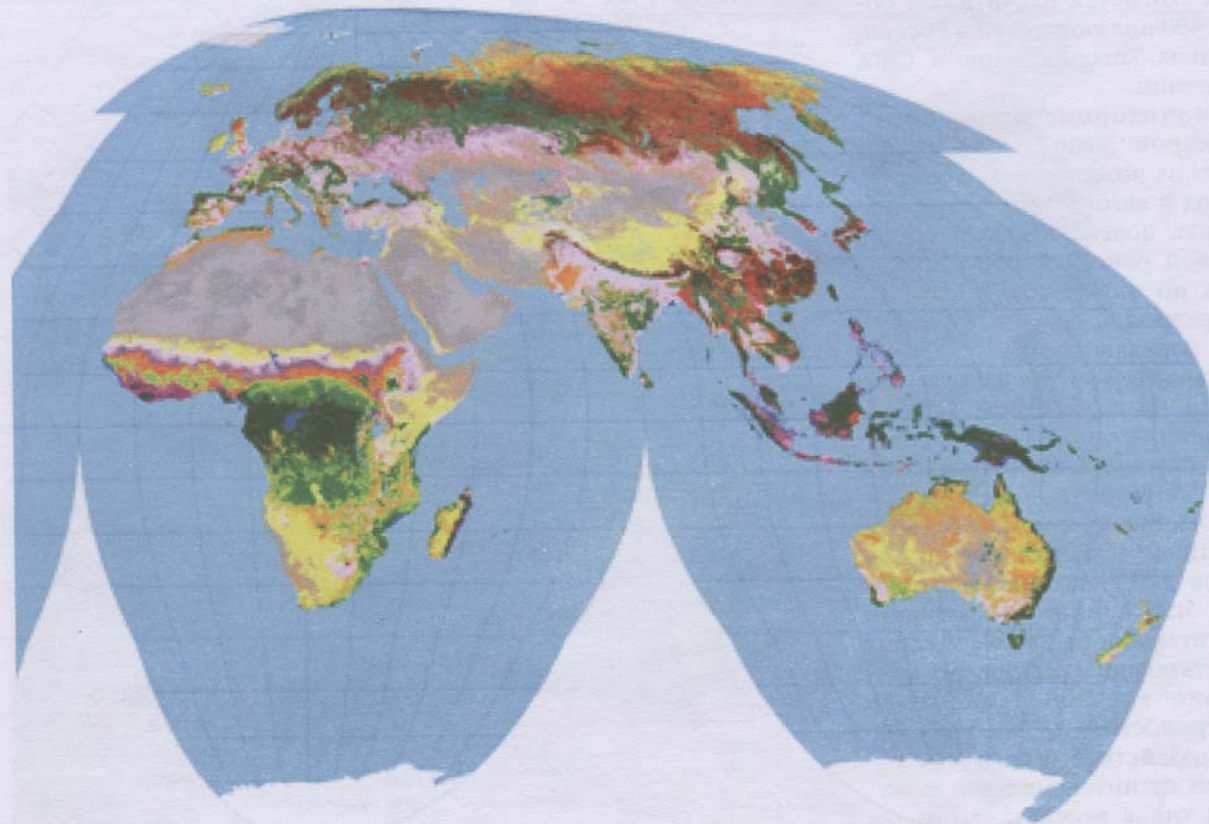
При всех превращения происходит потеря первоначально накопленной энергии и рассеяние её в окружающем пространстве в форме тепла.

Косные компоненты Б. служат источником энергии и первичных материалов (газов, воды, минеральных веществ).

Сгущение жизни

Продуктивность планктона в мировом океане (спутниковая съёмка)





Сельскохозяйственные территории:

- сельскохозяйственные угодья
- в комплексе с лесами
- в комплексе с травянистой и кустарниковой растительностью

Пустыни:

- песчаные
- галечные
- каменные

Водные объекты

Снега и льды

Увлажненные земли:

- леса, регулярно затопляемые пресной или солоноватой водой
- леса, регулярно затопляемые соленой водой
- регулярно затопляемая травянистая или кустарниковая растительность

Травянистая и кустарниковая растительность:

- вечнозеленые кустарники
- листопадные кустарники
- травянистая растительность
- разреженная травянистая или кустарниковая растительность
- Антропогенные объекты

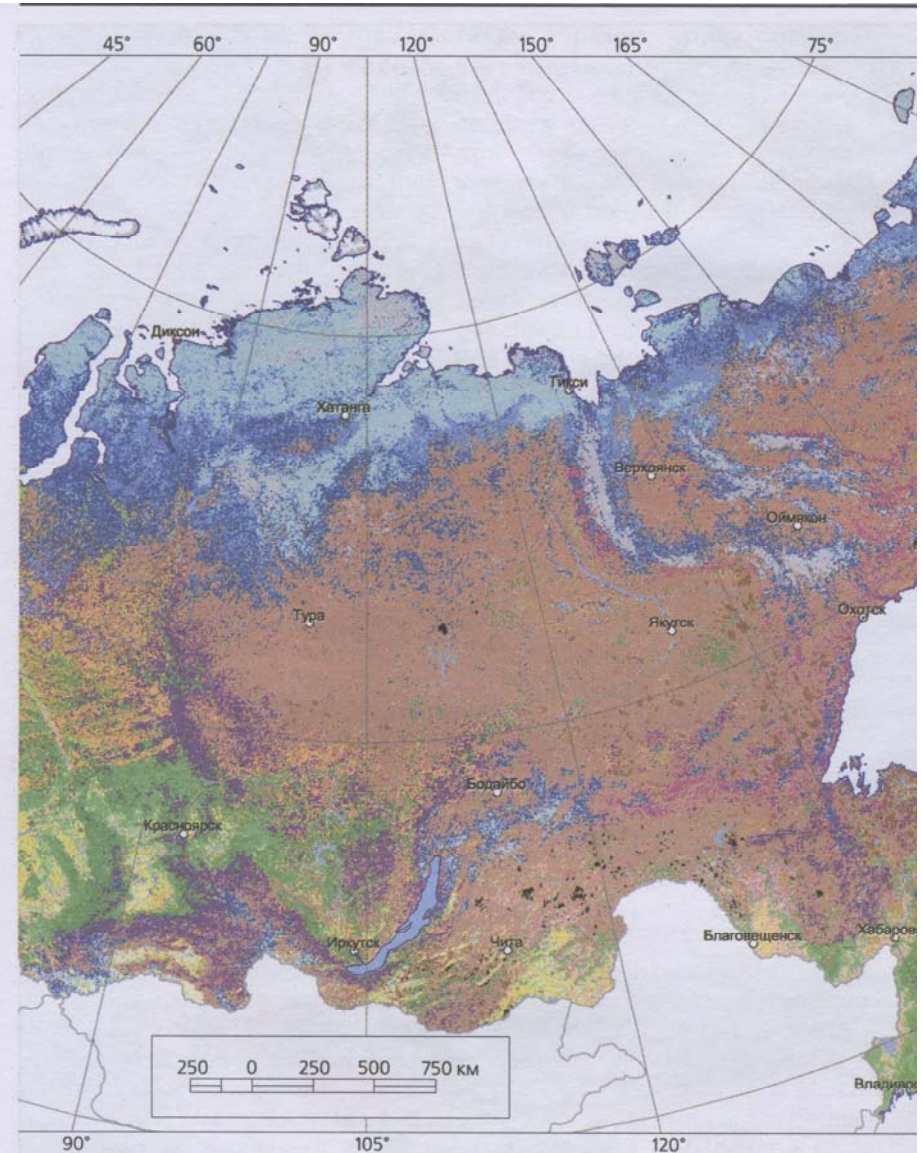
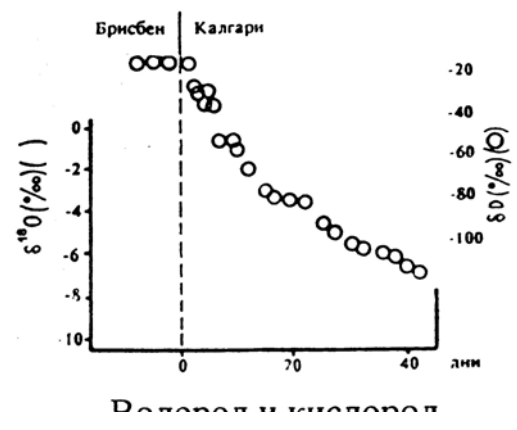
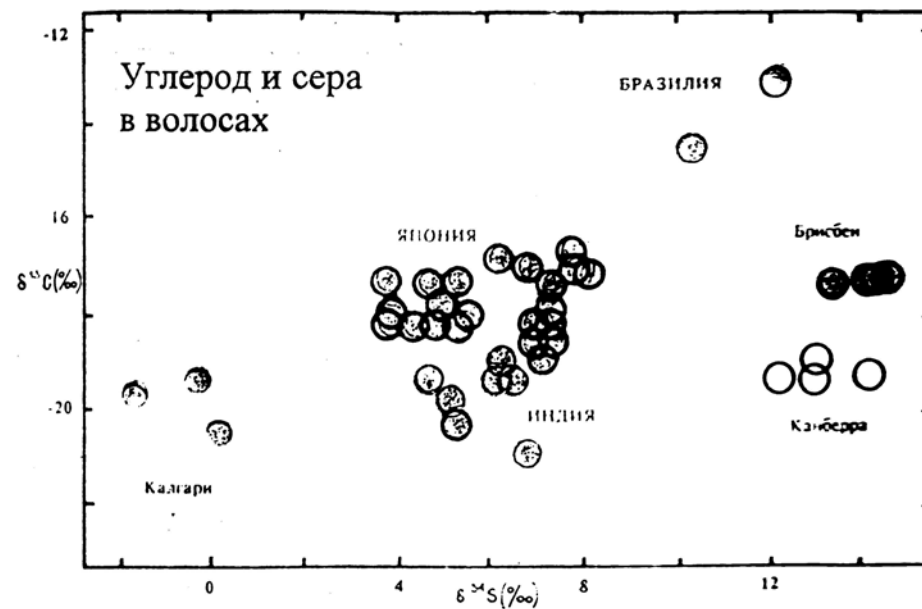


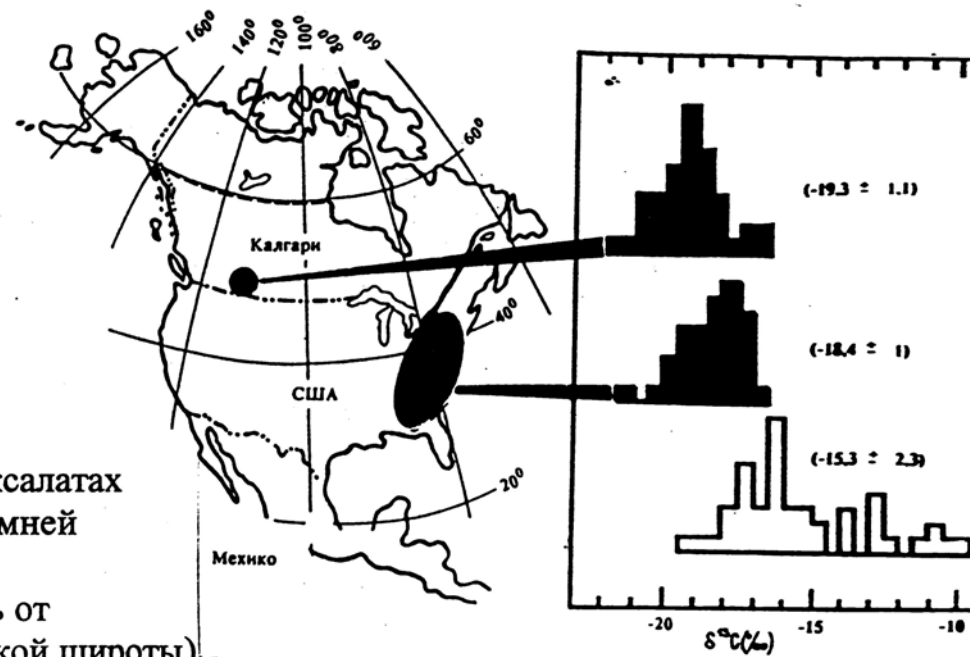
Рис.2. Карта наземных экосистем России, составленная по данным SPOT-Vegeta GLC-2000 специалистами Института космических исследований РАН, Центра по продуктивности лесов РАН и Института окружающей среды (Европейская комиссия исследовательский центр, г.Испра (Италия)).

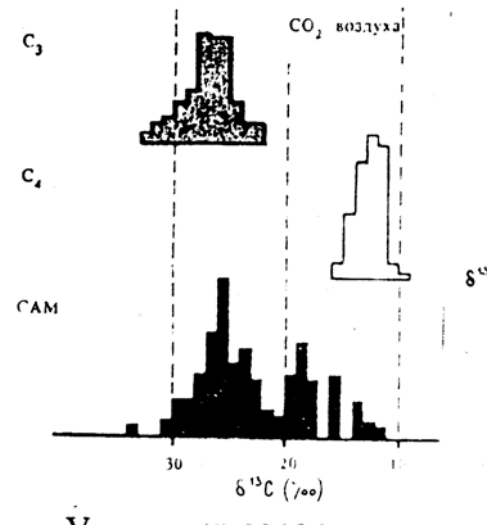
ПЛАСТИЧНОСТЬ ЖИЗНИ





Углерод в оксалатах
почечных камней
человека
(зависимость от
географической широты)

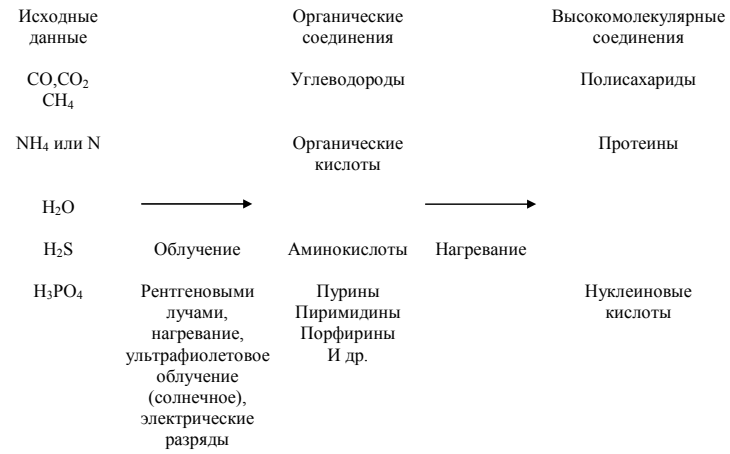


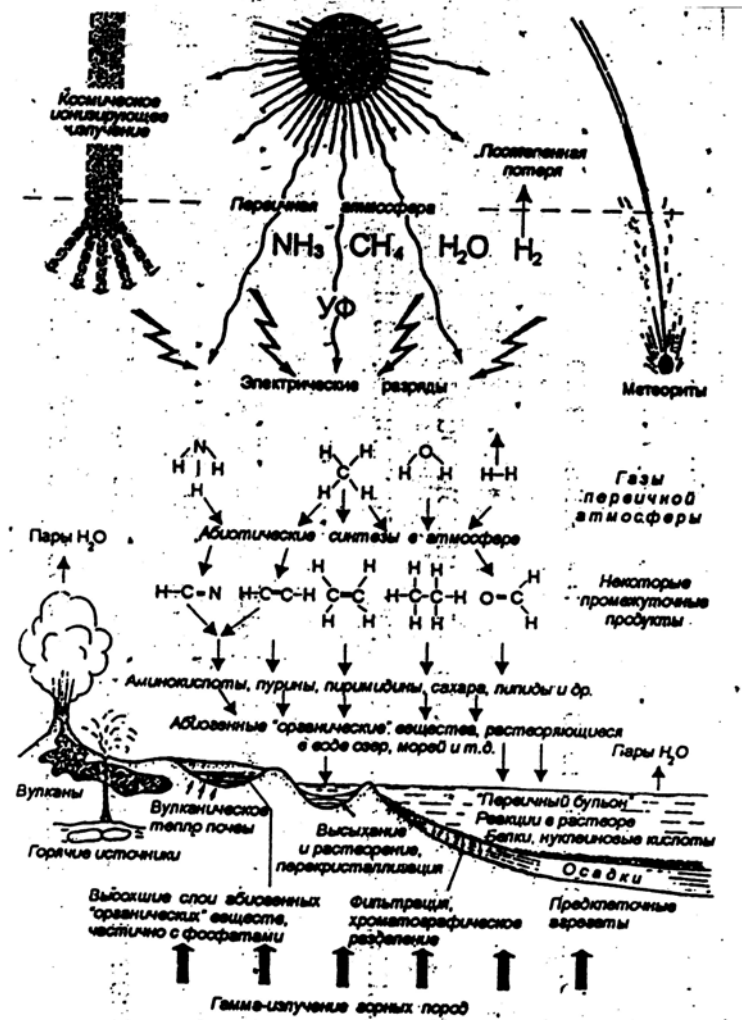


ПРОИСХОЖДЕНИЕ ЖИЗНИ

- Биогенная концепция-”живое из живого”
.Принцип Реди.
- Абиогенная концепция
- Креационистская концепция
(божественное происхождение)
- Концепция панспермии (привнос из космоса)

Схеме последовательности образования органических соединений в природе абиогенным путем:





Вис 2.14

Биогеохимические функции биосферы

- Живые организмы , которые своим дыханием, своим питанием, своим метаболизмом .своей смертью и своим разложением ,постоянным использованием ^{ПОСТОЯННЫМ} своего вещества, своим рождением и размножением порождают одно из грандиознейших планетных явлений, не существующих нигде, кроме БИОСФЕРЫ-миграцию химических элементов в биосфере.

- Жизнь - одна из наиболее могучих геохимических сил планеты.
- Нет ни одного организма , который бы не был связан, хотя бы отчасти, с косной материей

Таблица

Биогеохимические функции биосферы
(по В.И.Вернадскому)

1. Газовая функция. Я уже давно и не раз указывал (История природных во, Биосфера и др.) на замечательную черту в строении Земли, что все газы биосферы теснейшим образом связаны с жизнью. Хотя можно различить здесь ряд отдельных химических функций, что мною и делается дальше, в общем эффект жизни в газовом режиме биосферы так велик, что всю совокупность газовых реакций живых веществ правильно выделить в единое целое как самостоятельную функцию, важную часть газового режима планеты: $N_2-O_2-CO_2-CH_4-H_2-NH_3-H_2S/$	Все организмы
2. Кислородная функция – образование свободного кислорода (из CO_2 и H_2O , может быть нитратов и т.п.)*	Хлорофильные растения
3. Окислительные функции – окисление более бедных кислородом соединений: $FeCO_3$, $MnCO_3$, солей NO_2 , дитионатов, H_2S , N_2 , S и т.п. Эта реакция, по-видимому, имеет место для всех соединений элементов, способных в биосфере давать несколько стадий кислородных соединений, т.е. для Fe , Mn , S , Cu , N , C , H^{**}	Бактерии, большей частью автотрофные
4. Кальциевая функция – выделение кальция в виде чистых солей (простых и сложных): углекислых, щавелевокислых, фосфорнокислых (апатитов) и т.п.	Водоросли (хлорофильные), бактерии, мхи (хлорофильные), одноклеточные животные организмы (корненожки, частью частью радиолярии); позвоночные; водные; главным образом морские, организмы, образующие кальциевые скелеты (ракообразные, моллюски, иглокожие, кораллы, гидроиды, брахиоподы, мшанки, позвоночные и т.п.).
5. восстановительная функция – (резко выражена для сульфатов) – создание H_2S , FeS_2 и , по-видимому, других сернистых металлов (ZnS , CuS и т.п.)***, частью непосредственно, частью через биогенный H_2S	Бактерии
6. Концентрационная функция - скопление отдельных элементов из них рассеяния в окружающей среде. Это характерно для углерода, основного биоэлемента, и для очень многих других элементов. По мере изучения геохимических процессов значение жизни в этих процессах все увеличивается. Мы имеем здесь ряд отдельных видов организмов, в одних из которых в общей массе живого вещества менее обычные элементы составляют больше 1% веса живого организма (например, Si , Fe , K и др.) – кремниевые, железные, калиевые и другие организмы; в других организмах количество указанных элементов больше среднего содержания их в биосфере (организмы данным элементом богатые). Эти явления известны для C , Ca , N , Mn , Cu , Ba , Sr , J , V , K , Na , Si (см. статью «Химический состав живого вещества в связи с химией земной коры»)*****	Организмы животные и растительные разных семейств – одноклеточные и многоклеточные
7. Функция разрушения органических соединений – разложение их с выделением H_2 , O , CO_2 и N_2	Эту функцию выполняют главным образом бактерии (и грибы)
8. Функция восстановительного разложения органических соединений, дающая H_2S , CH_4 , H_2 и т.п.	Бактерии
9. Функция метаболизма и дыхания организмов, связанная с поглощением O_2 и H_2O , с выделением CO_2 , с миграцией органических элементов	Все организмы
<p>*все другие синтезы свободного кислорода в биосфере отходят на второй план. ** Сверх того возможно для P, V, Cl, Ni, Co, As, Sb, Pt, J, Bi, U, Ti. ***Для металлических сульфидов очень вероятно.</p>	

Таблица

Содержание химических элементов в организмах (по В.И.Вернадскому)

Содержание химических элементов в организмах	Примеры организмов	Примечание
I. Кремний		
1. Кремниевые организмы – анализы мало. > 10% Si	Диатомен, например Chaetoceras, Rhizosolenia и другие Silicoflagellatae (например Dictyocha), Heliozoa, некоторые кремниевые Clathrulina и песчаные Foraminifera (например, Polymorphina silicea, Rhabdammina). Кремниевы губки, Ферробактерии (?). Радиолярии.	
2. Богатые кремнием организмы Около 1-2% Si в живом веществе	Злаки, например [все культурные злаки], и т.п. Хвощи (например, Equisetum Telmateia > 2% Si в живом веществе.) Некоторые лишайники (Variolaria adelbata > 2% Si). Некоторые Ericaceae (Erica tetrelis – до 1% Si). Cyperaceae и многие другие.	Едва ли можно сомневаться, что дальнейшие работы откроют нам здесь многое, чего мы сейчас себе не представляем.
3. Обычные организмы; $n10^{-3}\%$ Si	Большинство растений, многие семена, например: овес – до $6,3 \cdot 10^{-1}\%$ Si. Позвоночные организмы, например овца – $9,10^{-3}\%$ Si	
II. Алюминий		
1. Алюминиевые организмы	Crenothrix ochracea – 17,7% Al	По анализу Джаксона
2. Богатые алюминием организмы. До 2% Al	Lycopodiaceae. Водоросли. Некоторые Proteaceae (?) (Oritis excelsa) и многие гидрофиты и водные растения.	
3. Обычные организмы; $n10^{-1}$ - $n10^{-5}\%$ Al	Все другие организмы.	
III. Железо		
1. Железные организмы. < 20% Fe	Железобактерии. Некоторые Foraminifera (например, Naplophragmium latidorsatum - до 11,4% Fe). Некоторые Desmidiaceae. Некоторые водоросли из Conferva, Oedogoniaceae	Может быть, помимо железобактерий, некоторые – другие бактерии. Может быть, некоторые инфузории.
2. Богатые железом организмы	Некоторые лишайники: водяной орех (Tropa natans); многие водные растения	
3. Обычные организмы: $n10^{-1}$ - $n10^{-3}\%$ Fe	Большинство семян. Овца, бык, мышь – до $n10^{-2}\%$ Fe; водоросли - $n10^{-2}\%$ Fe и многие другие организмы.	
IV. Кальций		
1. кальциевые организмы. Содержание Ca доходит до 37-38% и, может быть, даже больше.	Многочисленные и разнообразные водоросли; Coccolithophoridae, Chroococcaceae (например, Gloeocapsa). Characeae, Dasycladaceae, Dictyotales, Corallinaceae, Oscillatoriaceae, Rivulariaceae, Otdogoniaceae, Codiaceae (например, Halimeda), Lithothamnion и т.п. Mollusca, Foraminiferae, Brachiopoda,. Некоторые Crustacea (например, Cypris).	

Таблица

**Состав, масса и ежегодная продукция живого вещества биосферы
(ГЭ, 1984)**

Химический элемент	Содержание, % (по массе)	Масса, т	Ежегодная продукция, т/год
O	70,0	$4,5 \cdot 10^{12}$	$2,6 \cdot 10^{11}$
C	18,0	$1,3 \cdot 10^{12}$	$3,1 \cdot 10^{100}$
H	10,5	$6,7 \cdot 10^{11}$	$(1,6 \cdot 10^{10})$
Ca	0,5	$3,2 \cdot 10^{10}$	-
N	0,3	$1,9 \cdot 10^{10}$	$2,5 \cdot 10^{10}$
K	0,3	$1,9 \cdot 10^{10}$	-
Si	0,2	$1,3 \cdot 10^{10}$	-
P	0,07	$4,5 \cdot 10^9$	$5,6 \cdot 10^8$
S	0,05	$3,2 \cdot 10^9$	-
Mg	0,04	$2,6 \cdot 10^9$	-
Na	0,02	$1,3 \cdot 10^9$	-
Cl	0,02	$1,3 \cdot 10^9$	-
Fe	0,01	$6,5 \cdot 10^8$	$8,0 \cdot 10^7$
Al	0,005	$3,2 \cdot 10^8$	$1,1 \cdot 10^8$
Ar	0,002	$1,3 \cdot 10^8$	-
Mn	0,001	$6,5 \cdot 10^7$	$6,0 \cdot 10^7$
B	0,001	$6,5 \cdot 10^7$	-
Ti	0,0008	$5,1 \cdot 10^7$	$8,0 \cdot 10^6$
F	0,0005	$3,3 \cdot 10^7$	-
Zn	0,0005	$3,2 \cdot 10^7$	$7,2 \cdot 10^6$
Rb	0,0005	$3,2 \cdot 10^7$	$8,0 \cdot 10^5$
Cu	0,0002	$1,3 \cdot 10^7$	$1,6 \cdot 10^6$
Dr	0,00015	$9,6 \cdot 10^6$	-
Ni	0,00005	$3,2 \cdot 10^6$	$4,0 \cdot 10^5$
Pb	0,00005	$3,2 \cdot 10^6$	$8,0 \cdot 10^4$
As	0,00003	$1,9 \cdot 10^6$	$2,4 \cdot 10^5$
Co	0,00002	$1,3 \cdot 10^6$	$1,2 \cdot 10^5$
Mo	0,00001	$6,4 \cdot 10^5$	$1,6 \cdot 10^5$
Li	0,00001	$6,4 \cdot 10^5$	$8,3 \cdot 10^4$
V	0,00001	$6,4 \cdot 10^5$	-
Cs	0,00001	$6,4 \cdot 10^5$	-

Таблица Геохимические кларки ноосферы (биосферы)
(по Глазовским, 1982)

Элементы	%	Элементы	%	Элементы	%	Элементы	%	Элементы	%
O	63,2	Zn	4,6			10 ⁻⁶		Nb	1,9
Si	16,5	Ba	3,6			In	6,4	10 ⁻¹⁸	
Al	6,1	Ce	3,2	Dy	3,0	Ag	5,0	Pm	6,9
H	4,5	Br	2,6	Hf	2,5	Rb	3,3	10 ⁻¹⁹	
Fe	2,2	Co	2,2	U	1,9	Os	3,2	Rn	1,1
Ca	1,6	Y	2,05	Ta	1,9	He	2,0	10 ⁻²¹	
K	1,6	Ag	1,95	Yb	1,9	Ne	1,96	Fr	7,6
Na	1,9	Li	1,9	Fr	1,7	10 ⁻⁷		At	2,5
10 ⁻¹		Ga	1,7	W	1,3	Pb	8,3		
Mg	9,0	Nd	1,6	Ge	1,1	Bi	6,4		
Cl	6,9	Nb	1,3	Mo	1,1	Rh	6,4		
C	4,4	Zr	1,2	Be	1,0	Te	6,4		
Ti	2,6	Pb	1,2	10 ⁻⁵		Kr	4,1		
S	1,7	La	1,2	Tl	7,9	Ir	3,8		
N	1,2	Ni	1,0	Ho	7,6	10 ⁻⁸			
10 ⁻²		10 ⁻⁴		En	6,4	Au	6,9		
P	5,0	Th	7,6	Tb	6,4	Xe	5,4		
Mn	4,4	Sc	7,0	I	5,4	Re	4,7		
F	3,5	Cs	5,9	Lu	4,5	10 ⁻¹⁰			
Sr	0,4	Sn	4,9	Se	2,8	Ac	1,9		
10 ⁻³				Sb	2,5	Ra	1,3		
Rb	9,6	Gd	4,9	Hg	1,8	10 ⁻¹⁴			
V	7	Pr	3,85	Cd	1,6	Po	1,3		
B	5	As	3,05	Tn	6	10 ⁻¹⁶			
Cr	5			Pt	1,3	Pu	1,3		

Таблица
 Массы химических элементов, ежегодно вовлекаемых в основные
 глобальные природные и техногенные потоки биосферы
 (по Добродееву О.П., 1978)

Вовлекается химических элементов	Выносятся с речным течением	Ассимилируется в биологической продукции на суше	Мировая добыча	Содержится в сжигаемых горючих ископаемых
$n \cdot 10^{14}$		O		
$n \cdot 10^{10}$		C, N, H		O
$n \cdot 10^9$		Ca, K, Si	C	C
$n \cdot 10^8$	C, Ca, Mg, Na, S	P, Mg, Na, Al, S	Fe	Al, O, H
$n \cdot 10^7$	K, N, Fe	Cl, Mn, Sr, Fe	K, Na, S, O, C, I	Fe, Ca, S, Na
$n \cdot 10^6$	Sr, Al, Ba	Zn, Ti, B, Cr, Cu, Br, Pb, F, Al, Cl, Ba, Mg	P, Cu, Zn, Mn, Pb, F, Al, Cl, Ba, Mg	K, Sr, Ti, Na, Mg, Ba
$n \cdot 10^5$	Zn, Br, B, P, Ti, Mn, Ni, Cu, As, Zr	Ni, I, Ba, Ge, V, Ga, Rb, Mo, Co,	Ti, Ni, B, Sn, Br	P, Hg, Cr, Cu, Zn, Mo, Li, B, Ge, Be, U, Pb, La, Zn, As, M, N, V, Rb
$n \cdot 10^4$	I, Pb, Li, Co, Cr, Mo, U, Rb	Rb, Li, Pb, F, Zr, Sn, Y, Cs, Se, Be	Hg, As, Co, Mo, U, Cd, Sb, W	Pb, I, Y, Ga, Sc, Bi, W, Hg
$n \cdot 10^3$	Ag, Cs, V	Ag, Au, Y, U, Th, Nb, As	Li, V, Se, I, Zr, Bi, Ag, Au, Be, Sr, N	Ag, Cd
$n \cdot 10^2$	Th		Ge	Au
$n \cdot 10$		Cd	Y, Cs, Ga, In, Th	
n		Hg		

Таблица

Элементарный состав органического вещества
(в массовых процента)

Объект	С	Н	О	N
Фитопланктон	45	7	45	3
Зоопланктон	50	8	32	10
Органическое вещество (растворенное органическое вещество Азовского моря)	58,6	7	28,7	5,7
Пелагические отложения	56	8	30	6
Растения суши	54	6,0	37	2,75
Почвенный гумус	56	4,5	36	3,5

Таблица

Изменение соотношений металлов в разных группах растений
(по Е.А.Бойченко и др., 1972)

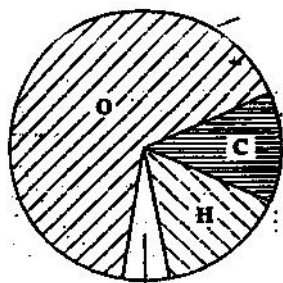
Растения и органеллы	Fe,%	Fe/Cu	Fe/Zn	Fe/Mn	Fe/Mo
Водоросли	$1,8 \cdot 10^{-1}$	70	20	36	4000
Растения суши					
Археогониальные	$6,5 \cdot 10^{-2}$	50	9,3	2,3	1480
Покрытосеменные	$1,8 \cdot 10^{-2}$	10	4	1,2	300
Хлоропласты	$7,2 \cdot 10^{-2}$	10,3	34,3	0,6	240
Изменения	1:10	1:7	1:8,6	1:60	1:16,7

Таблица

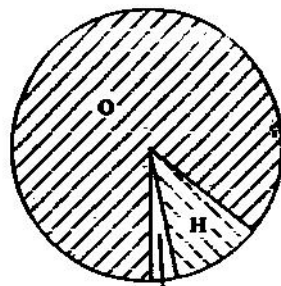
Время, необходимое для полного оборота вещества

Вещество	Время, годы
Углекислота атмосферы (через фотосинтез)	6-7
Кислород атмосферы (через фотосинтез)	Около 4500
Азот атмосферы (путем окисления, электрическими разрядами, фотохимическим путем и биологической фиксацией)	Около 10^7
Вода океана (путем испарения)	Около 10^6
Вещество континентов (путем денудации-выветривания)	Около 10^8

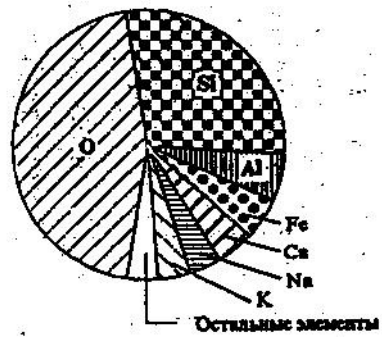
1. Живое вещество



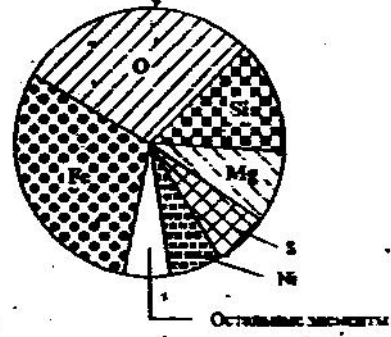
2. Гидросфера



3. Литосфера



4. Земля в целом



- **Закон биогенной миграции атомов (В.И.Вернадского):**
«Миграция химических элементов на земной поверхности и в биосфере в целом осуществляется или при непосредственном участии живого вещества (биогенная миграция), или же она протекает в среде, геохимические особенности которой (O₂, CO₂, H₂ и т.д.) обусловлены живым веществом, как тем, которое в настоящее время населяет биосферу, так и тем, которое действовало на Земле в течение всей геологической истории». Этот закон имеет важное теоретическое и практическое значение. Согласно этому закону, понимание общих химических процессов, протекавших и протекающих на поверхности суши, в атмосфере и заселенных организмами глубинах литосферы и вод, а также геологических слоях, сложенных прошлой деятельностью организмов, невозможно без учета биотических факторов, в том числе эволюционных.

Принцип бережливости К.Бэра

- Организм с величайшей бережливостью расходует то вещество, которое им создано. Он его не только не тратит даром, но, по возможности, и не выпускает из себя (непрерывное нахождение в цикле жизни химических элементов, раз в него вошедших). Например, азот, фосфор, углерод, кислород и др.

Таблица

**Изменение геохимических функций растений в процессе эволюции биосферы
(по Е.А. Бойченко и др., 1972)**

Эра и содержание O ₂ в атмосфере, %	Геохимическая функция		Растения и их органы
	Окисление- восстановление	Концентрирование	
<u>Архей, 0,02-0,2</u>	Окисление абиогенных органических веществ в брожении Восстановление углекислоты при окислении H ₂ , CH ₄ , NH ₄ ⁺ , H ₂ S	Mg Ca	Бактерии Водоросли
<u>Протерозой, 0,2-2</u>	Восстановление углекислоты при окислении S, Fe ²⁺ Восстановление углекислоты в фотосинтеза у растений суши	Fe Cu	Сине-зеленые Зеленые
<u>Палеозой, 2-20</u>	Окисление органических веществ в дыхании Распространение фотосинтеза у растений суши	Zn	Бурые Растения суши
<u>Мезозой, около 20</u>	Приспособление растений суши к осуществлению восстановления углекислоты в условиях окисленной биосферы	Mn	Археогониальные Покрытосеменные
<u>Кайнозой, 23,01</u>	Локализация процессов окисления – восстановления в отдельных органах и органеллах растений	V, Ni, Mo, Fe, Mn, Cu, Zn	Корни Листья семена

Таблица
Участие соединений металлов растений в эволюции биосферы
(по Е.А.Бойченко и др., 1972)

Соединения металлов	E_{ho} , в (ph7)	Участие в эволюции биосферы
С белками, сульфидами и нуклеотидами (гидрогеназа, ферредоксины, редуктаза углекислоты и азота, дегидрогеназа)	- 0,42 - 0,42 До + 0,02	Пункт Юри Реакция анаэробной биосферы Дегидрогенирование органических веществ в брожениях
С белками (дегидрогеназа спиртов, аминов)	От - 0,20 До - 0,12	Восстановление углекислоты в анаэробном фотосинтезе за счет окисления на свету разных веществ, но не воды
С белками и порфиринами (пероксидаза, каталаза, цитохромы)	+0,05 -0,27 До + 0,30	Пункт Пастера Реакции переходной биосферы Переход от дегидрогенирований веществ в брожениях к окислениям в дыхании
С белками (оксидазы аскорбиновой кислоты, фенолов, цитохромов, пластоцианин)	От +0,08 До +0,55	Восстановление углекислоты в фоторедукции с образованием липидных перекисей
С белками нуклеотидами и липидами (оксидазы аммиака, ненасыщенных липидов, воды)	От +0,56 До +0,82	Реакции аэробной биосферы Переход к восстановлению углекислоты в фотосинтезе с окислением воды и выделением молекулярного кислорода Возрастание содержания кислорода в атмосфере и органических веществ в биосфере

1	2	3	4
РАСТЕНИЯ Сведено лесов мира (изменение лесистости) Под угрозой исчезновения	С 75 до 26-27 % (25-30)х10 ³ видов	Около 70 10-15	Вырубается 20 га/мин, в среднем 18 расчетных лесосек
ЖИВОТНЫЕ Истреблено Добывается рыбы и морепродуктов	226-400 видов Около 80х10 ⁶ т	0,02-0,04 70 от прироста	Под угрозой уничтожения 1200 видов (вероятно, значительно больше) – см. Вымирание. -
БИОТА В ЦЕЛОМ Генетическое разнообразие живого вещества (снижение) Биомасса (снижение с 1850 г.) Предстоящее снижение до 2000 г. (по органическому углероду) Продуктивность на суше Продуктивность в океане	Более чем в 100 раз - - -	90 7-25 20 30	Число нуждается в уточнении Данные разных авторов не совпадают - Вероятно, величина несколько завышена

Таблица

Изменение природной среды

Показатель	Обоснование
Лесной покров	Площадь влажно-тропических лесов сокращается на 11 млн. га ежегодно; в индустриально развитых странах леса повреждены на 31 млн.га
Плодородный слой пахотных земель	Ежегодно теряется 26 млрд.т.
Пустыни	Из-за неправильного использования земель ежегодно возникает около 6 млн.га пустынь.
Озера	Тысячи озер индустриального Севера погибли в биологическом смысле; еще тысячи – гибнут
Чистая пресная вода	Из-за растущего потребления, превышающего естественный приток, происходит снижение уровня грунтовых вод во многих районах Африки, Китая, Индии и Северной Америки.
Разнообразие видов	По современным оценкам, ежегодно вымирает несколько тысяч видов растений и животных; пятая часть всех видов может исчезнуть в ближайшие 20 лет.
Качество подземных вод	Примерно 50 видов пестицидов загрязняют подземные воды в 23 штатах США; около 2,5 тыс. мест складирования токсичных отходов нуждаются в очистке; степень загрязненности токсическими веществами подземных вод в общемировом масштабе неизвестна.
Климат	Предполагают, что к 2050 г. Исчезнуть средняя температура поверхности Земли повысится на 1,5-4,5 градусов Цельсия
Уровень моря	К 2100 г. Ожидается поднятие на 1,4-2,2 м.
Озоновый слой верхней атмосферы	Растущая «дыра» в озоновом слое над Антарктидой говорит о возможности его постепенного рассеивания.

Источник: составлено Worldwatch Institute по различным источникам

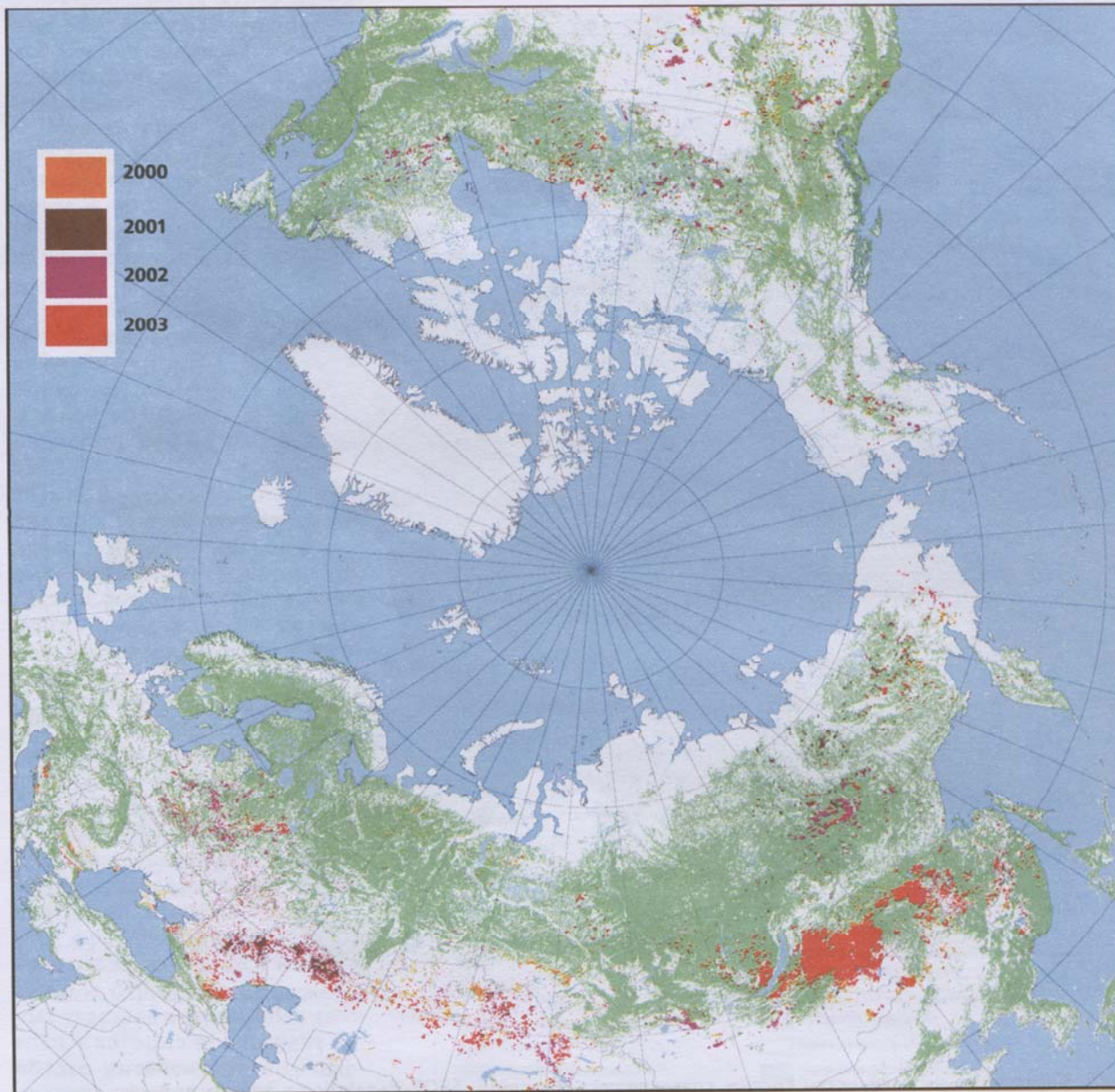


Рис.3. Циркулярная карта бореальных экосистем, поврежденных пожарами в 2000—2003 гг., по данным прибора SPOT-Vegetation.