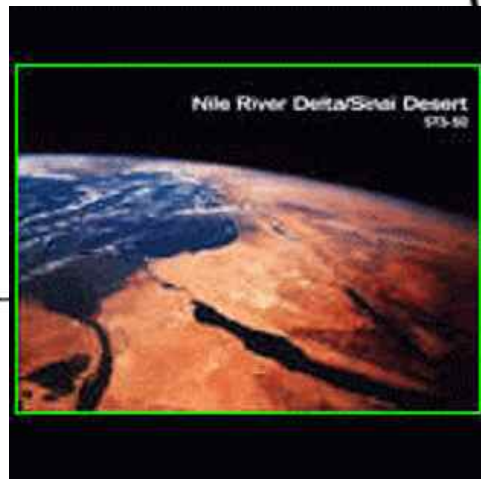
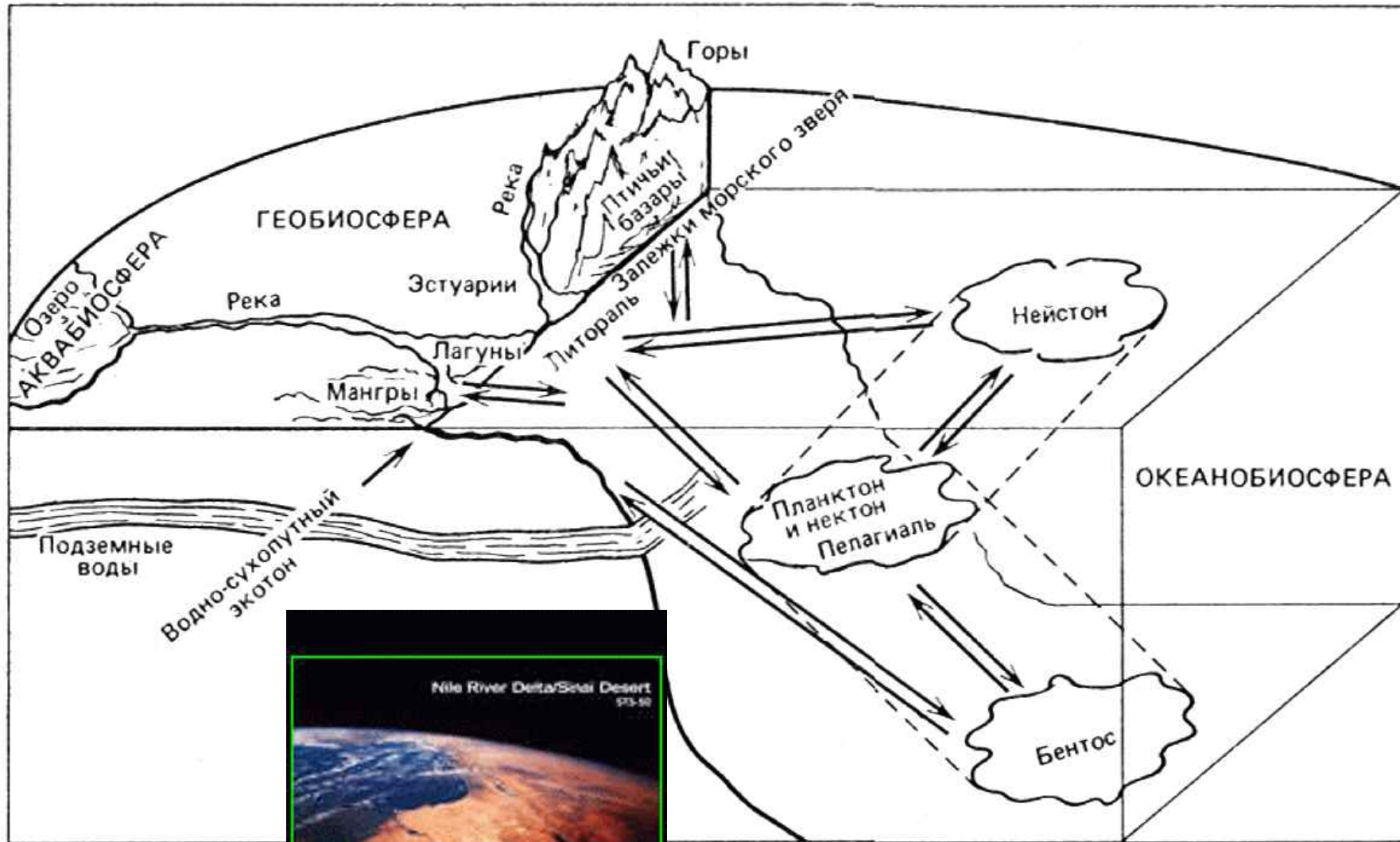


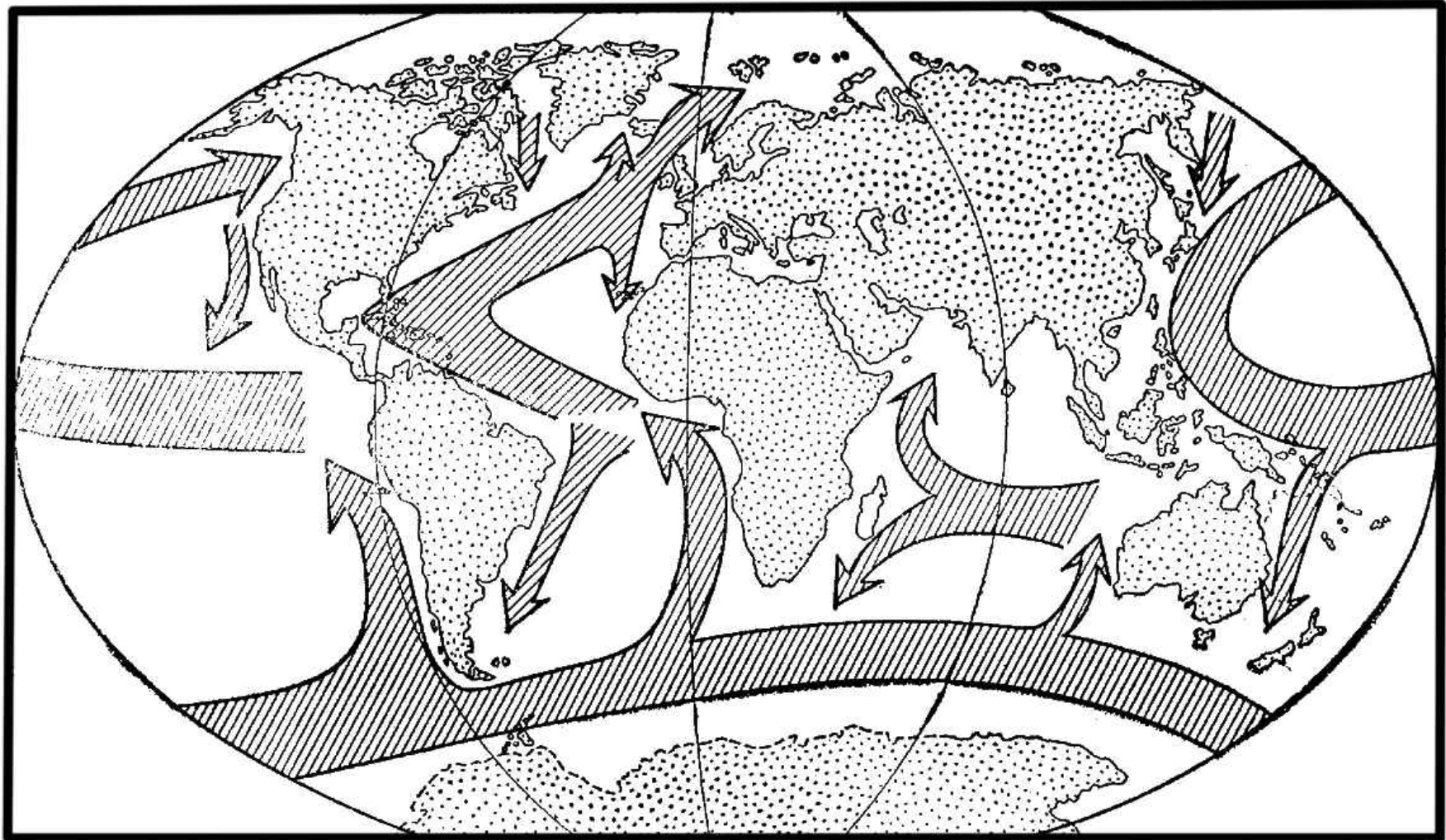
# Введение в экологию

## Лекция 2

# Гидросфера



# Гидросфера

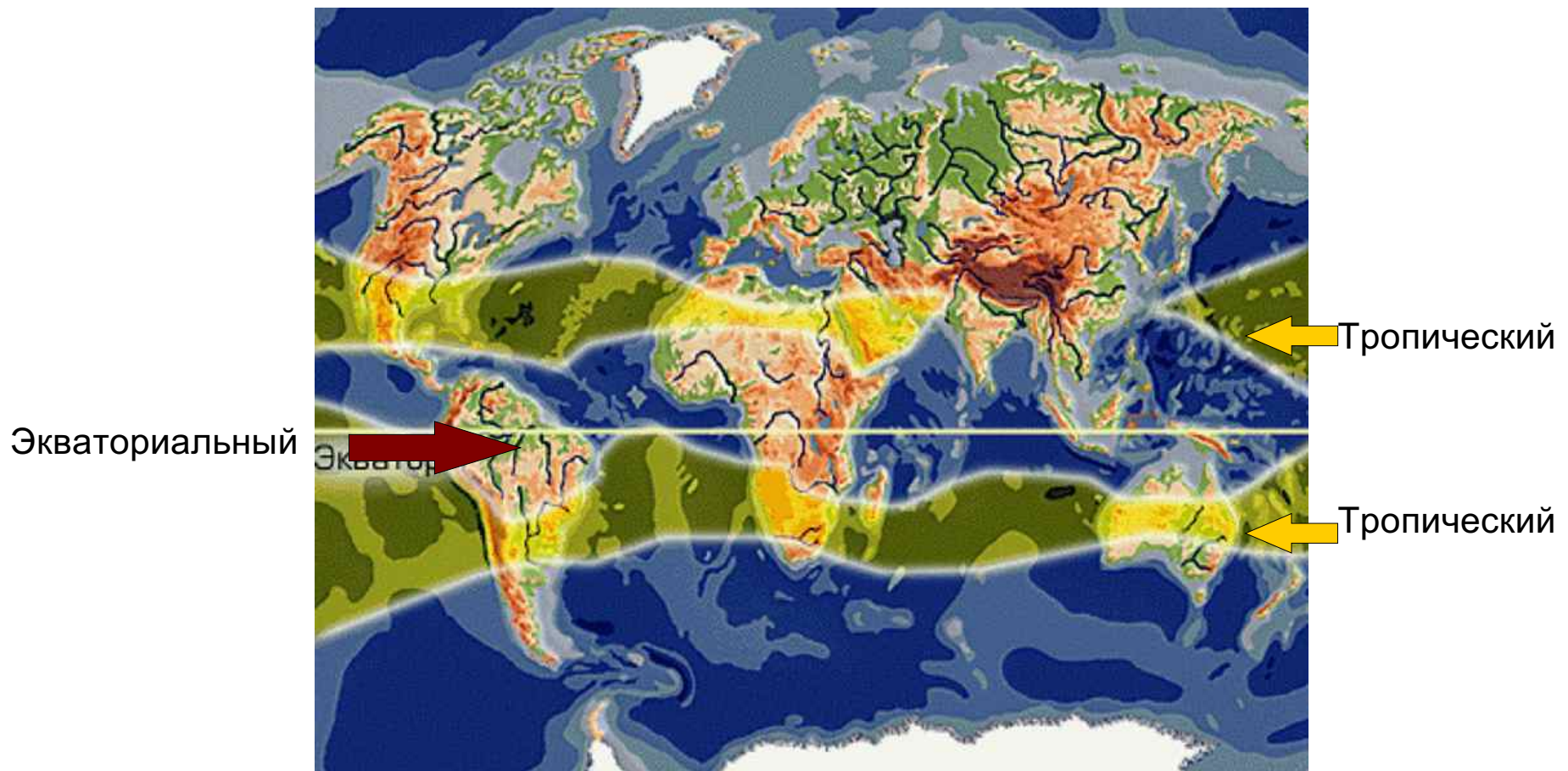


# Дифференциация природной среды

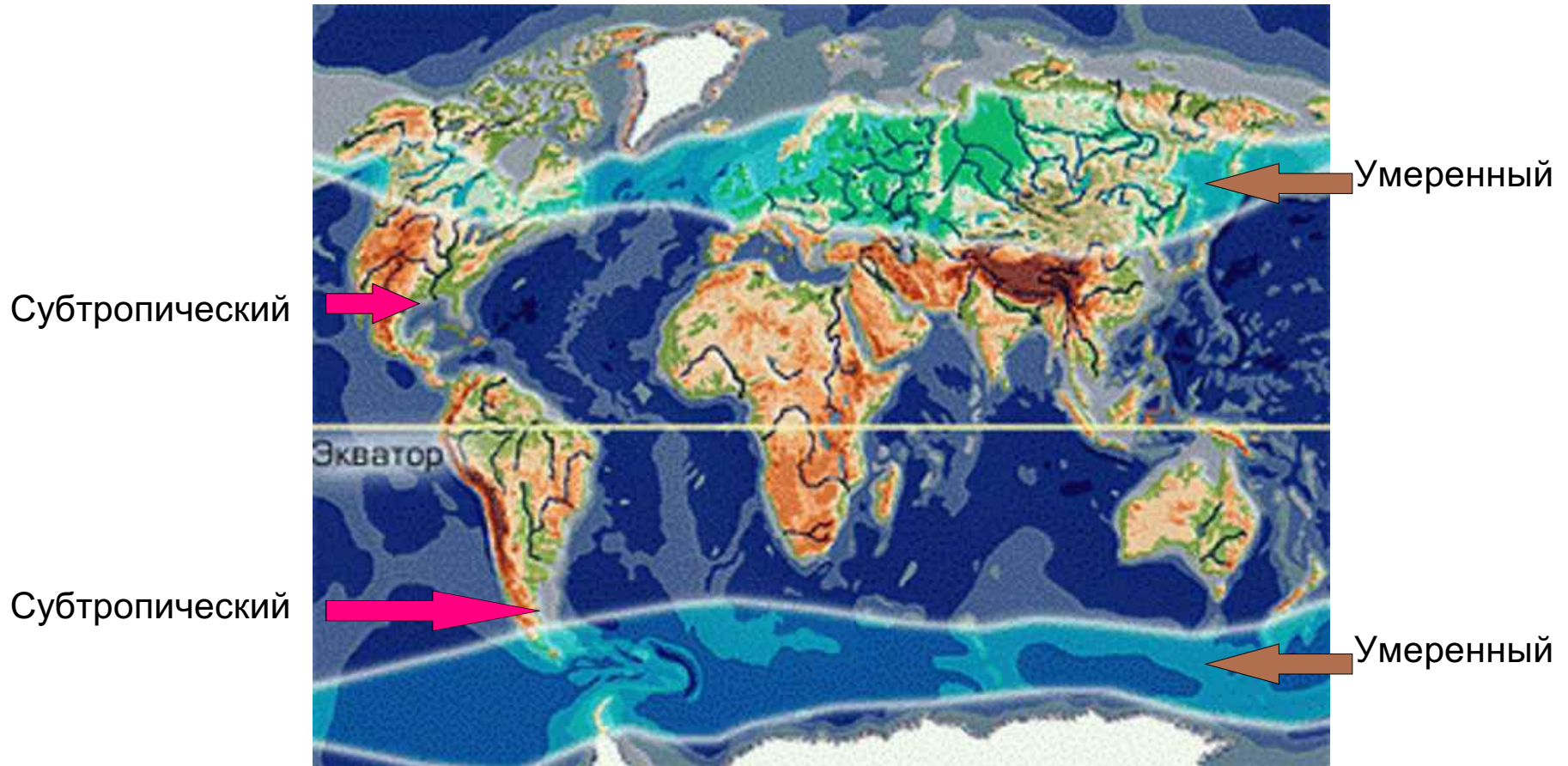
- ▶ Зонально-поясная
- ▶ Секторная
- ▶ Тектоническая



# Экваториальный и тропические пояса

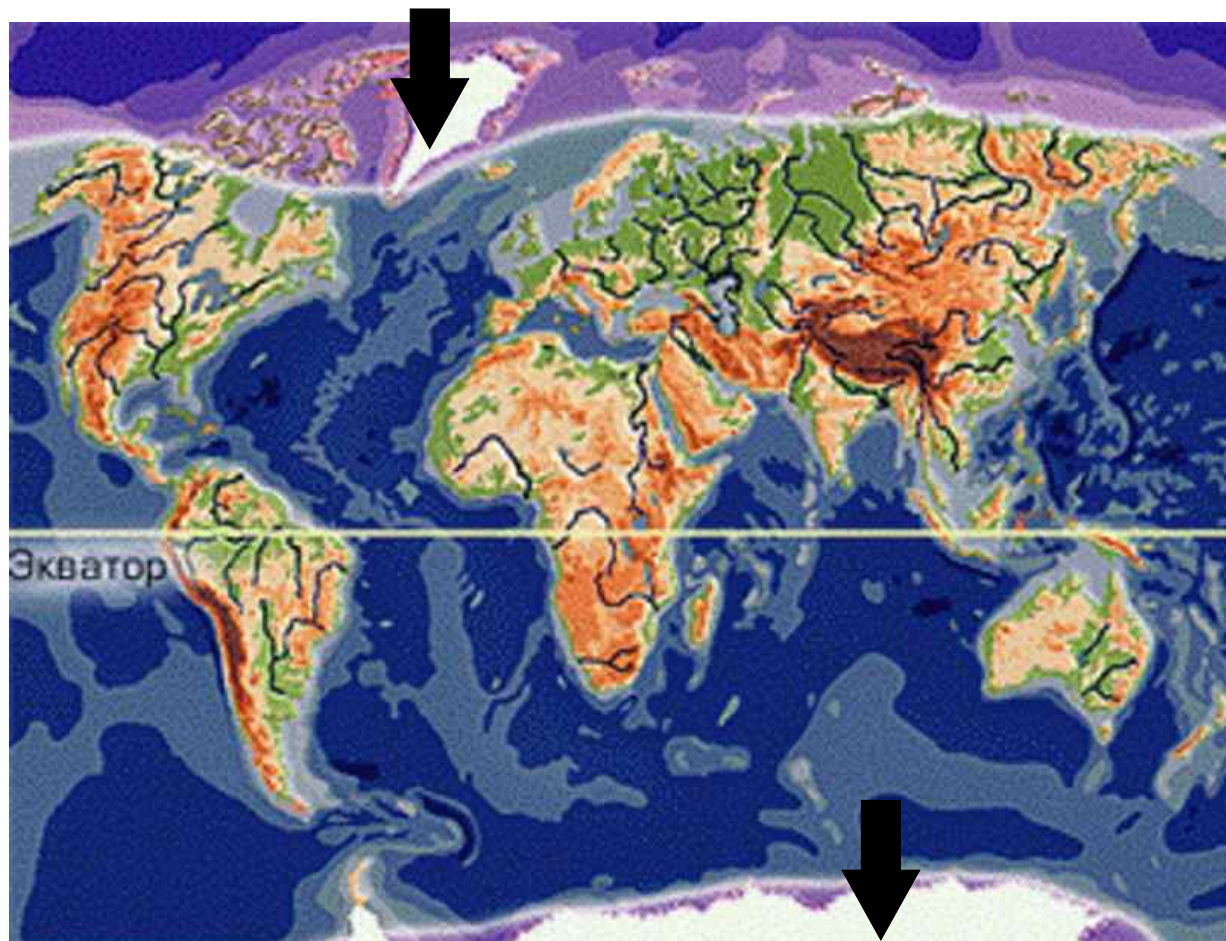


# Субтропические и умеренные пояса





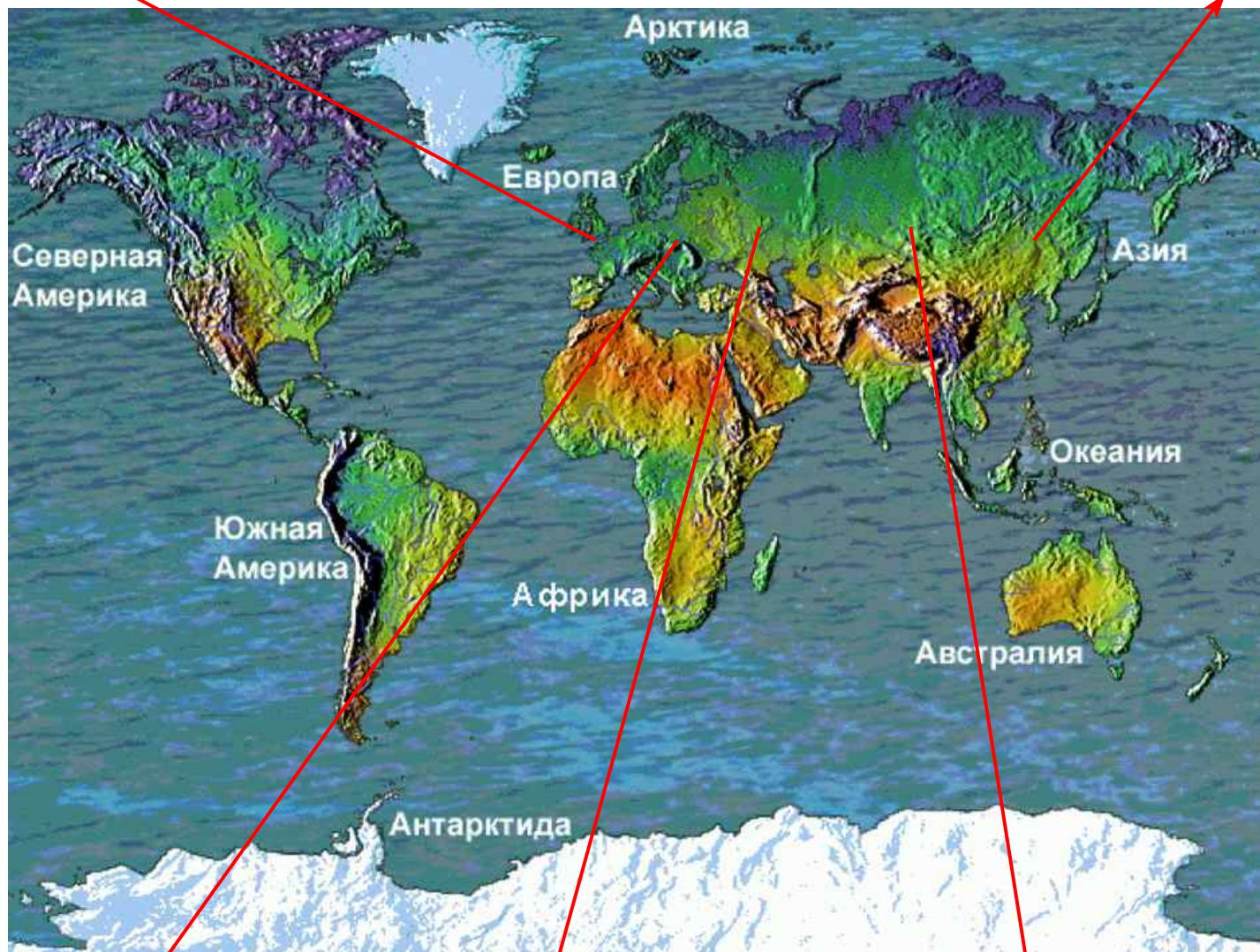
# Полярные пояса



# Проявления секторности (континентальности)

10° С/700 мм

46° С/340 мм



22° С/650 мм

27° С/600 мм

38° С/440 мм



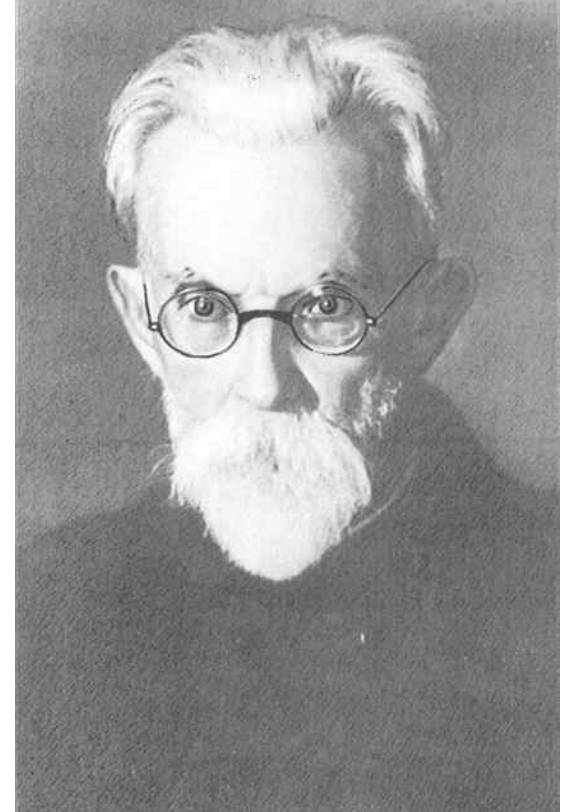
# Проявления тектонической дифференциации



## Роль живого вещества на Земле

Владимир Иванович Вернадский (1864-1945):

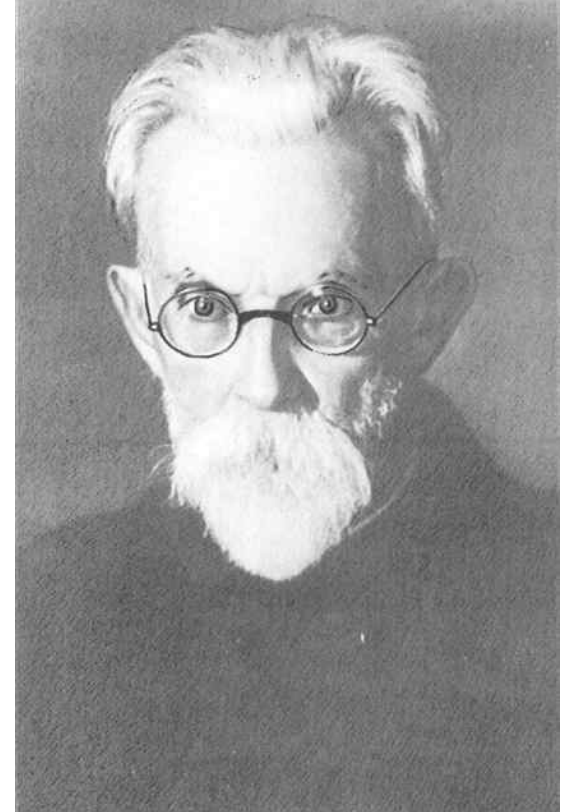
“Живое вещество придает биосфере совершенно необычайный и для нас пока единственный в мироздании облик. Помимо нашей воли мы не можем не различать в ней два типа вещества — *косное и живое*, — влияющие друг на друга, но в некоторых основных чертах своей геологической истории разделенные непроходимой пропастью.”



## Роль живого вещества на Земле

Владимир Иванович Вернадский (1864-1945):

“Живое вещество — совокупность организмов — подобно массе газа растекается по земной поверхности — оказывает определенное давление в окружающей среде, обходит препятствия, мешающие его передвижению, или ими овладевает, их покрывает.”





# Роль живого вещества на Земле

**Биогеохимические функции** живого вещества (по Вернадскому):

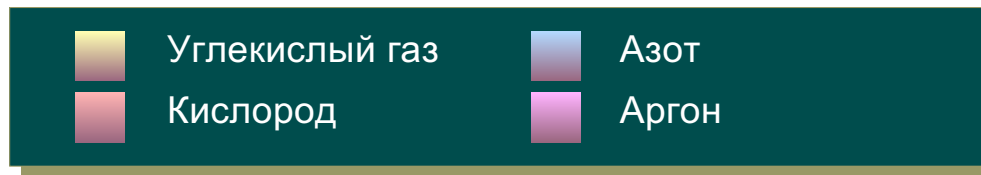
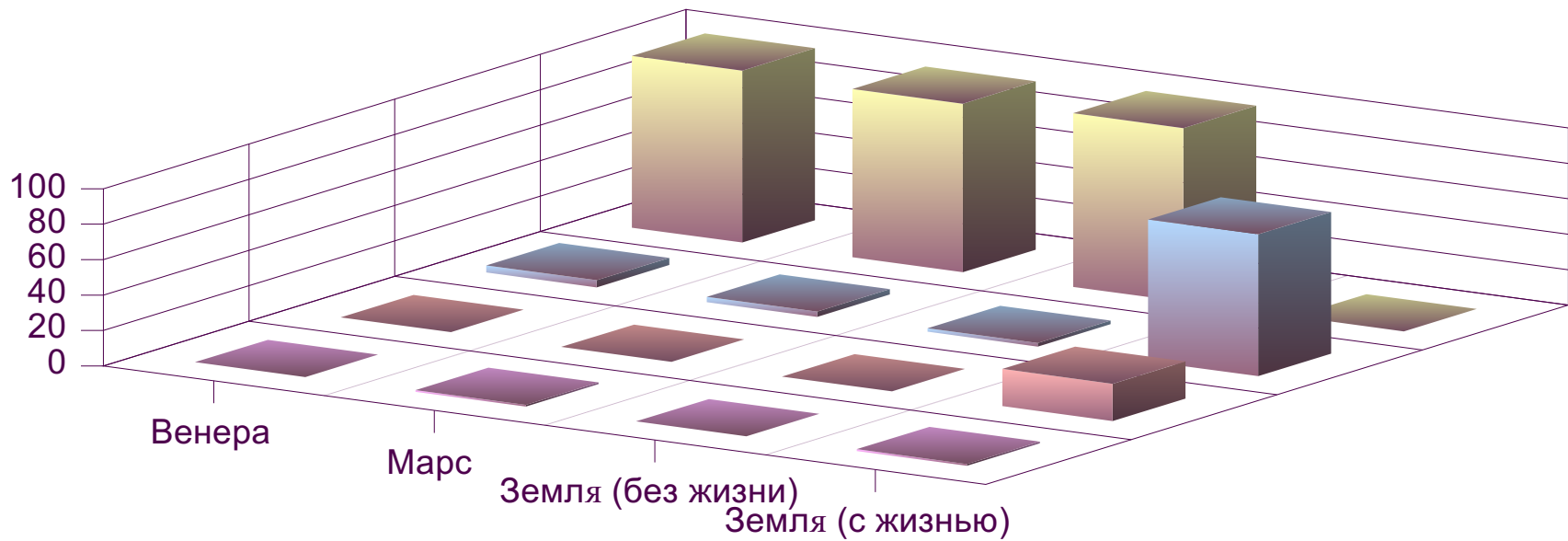
- Газовые
- Концентрационные
- Окислительно-восстановительные
- Биохимические (во внутренней среде организмов)

# Роль живого вещества на Земле

## Функции живого вещества (по Лапо, 1987):

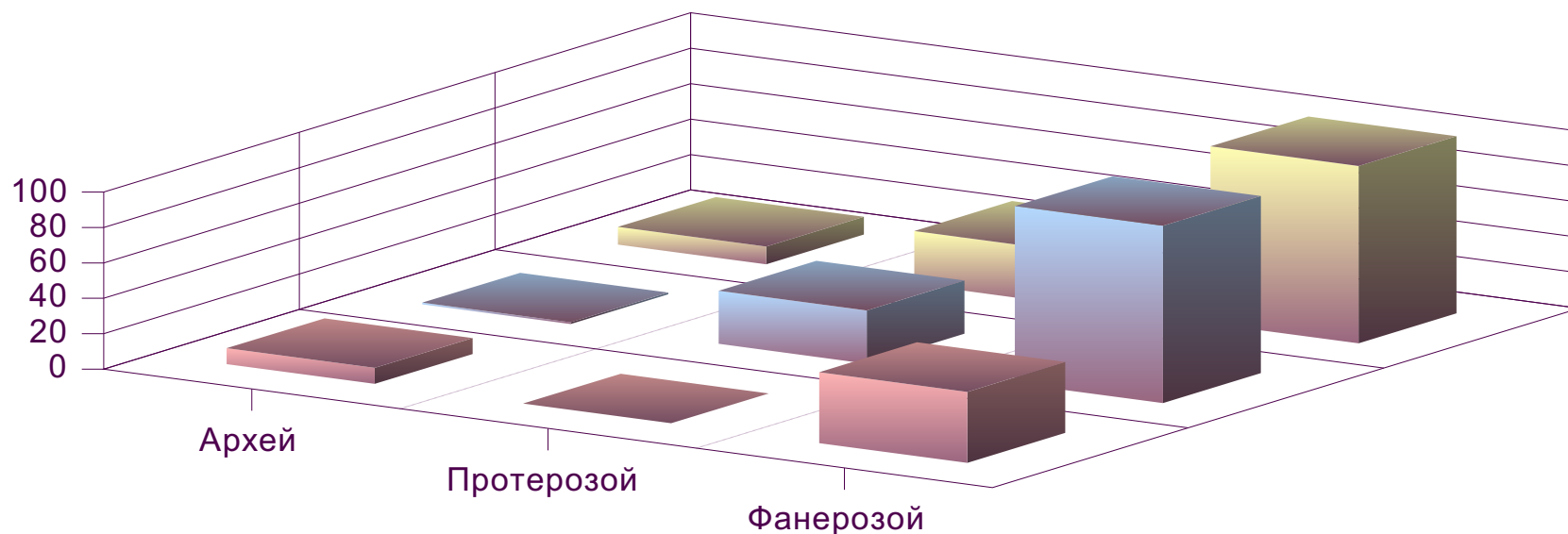
- ★ **Энергетическая** — поглощение солнечной энергии при фотосинтезе и химической энергии при разложении веществ.
- ★ **Концентрационная** — избирательное накопление определенных элементов.
- ★ **Деструктивная** — минерализация органического вещества и разложение неорганического вещества.
- ★ **Средообразующая** — преобразование физико-химических параметров среды.
- ★ **Транспортная** — перенос организмами элементов при миграциях.

# Состав атмосфер





# Изменение круговорота кислорода на Земле (Гт/год)



Поступление

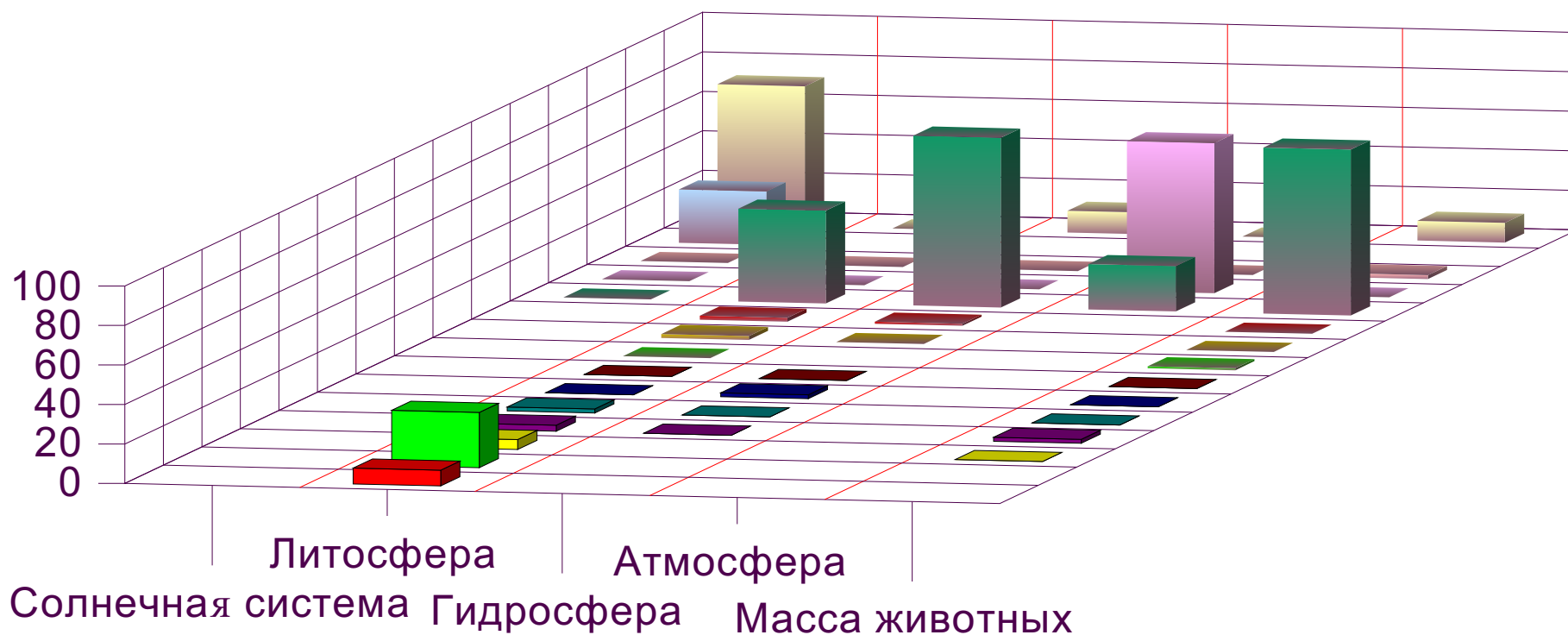
Накопление в горных породах


















Накопление живыми организмами

Архей — 2600-3500 млн лет  
Протерозой — 570-2600 млн лет  
Фанерозой — 570-0 млн лет

# Содержание химических элементов в различных средах (весовые проценты)



	H		He		C		N		O
	Na		Mg		P		S		Cl
	K		Ca		Fe		Si		Al

## Эволюция биосферы

“Морфологически биосфера всё геологическое время менялась — закономерно, эволюционным порядком, — но физико-химически, в своих геохимических проявлениях, она оставалась стойкой и неподвижной.”

“Неизбежно допустить, что, может быть и менее сложная в основных чертах, чем теперешняя, но все же очень сложная *жизненная среда сразу создавалась на нашей планете* как нечто целое в догеологический ее период. *Создался целый монолит жизни (жизненная среда), а не отдельный вид живых организмов*, к какому нас ложно приводит экстраполяция, исходящая из существования эволюционного процесса.”



# ЭКОЛОГО-ЭВОЛЮЦИОННОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ПРОКАРИОТ

фототрофы ← ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ → хемотрофы  
(световое излучение или химические связи)

литотрофы ← ДОНОР  $e^-$  → органотрофы  
(неорганические или органические соединения)

автотрофы ← ИСТОЧНИК С → гетеротрофы  
( $CO_2$  или органические соединения)

анаэробы ← ПОТРЕБНОСТЬ В  $O_2$  → аэробы

# ЭКОЛОГО-ЭВОЛЮЦИОННОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ЭВКАРИОТ



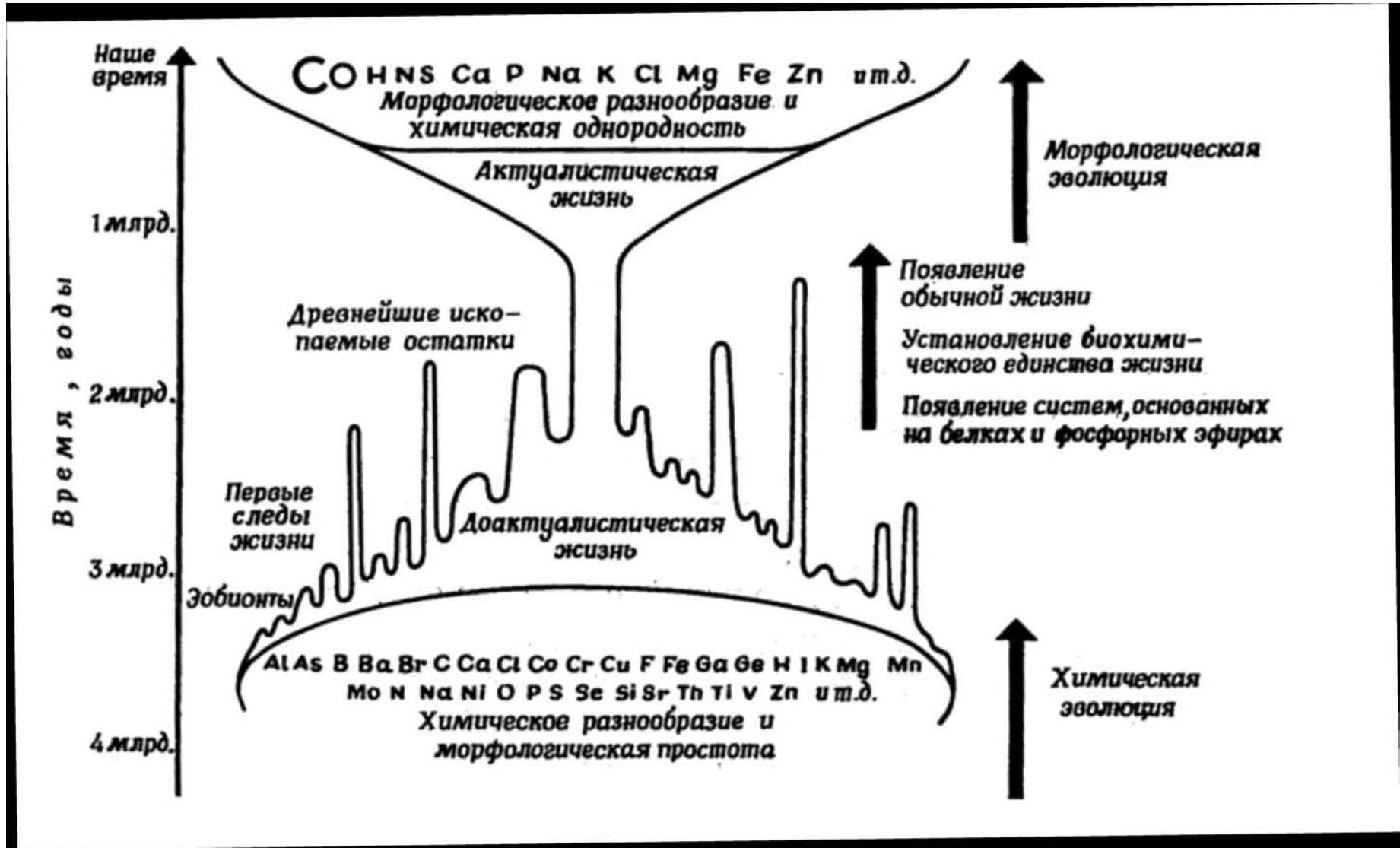
**аэробы**



**животные и грибы, часть простейших → хемоорганогЕТЕРОТРОФЫ**

**растения, часть простейших → фотолиотоАВТОТРОФЫ**

# Общая схема эволюции жизни на Земле



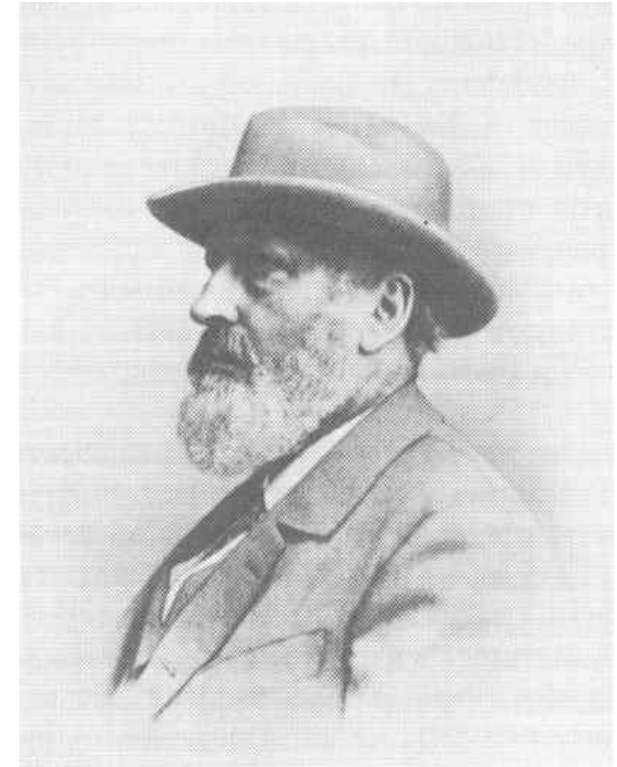
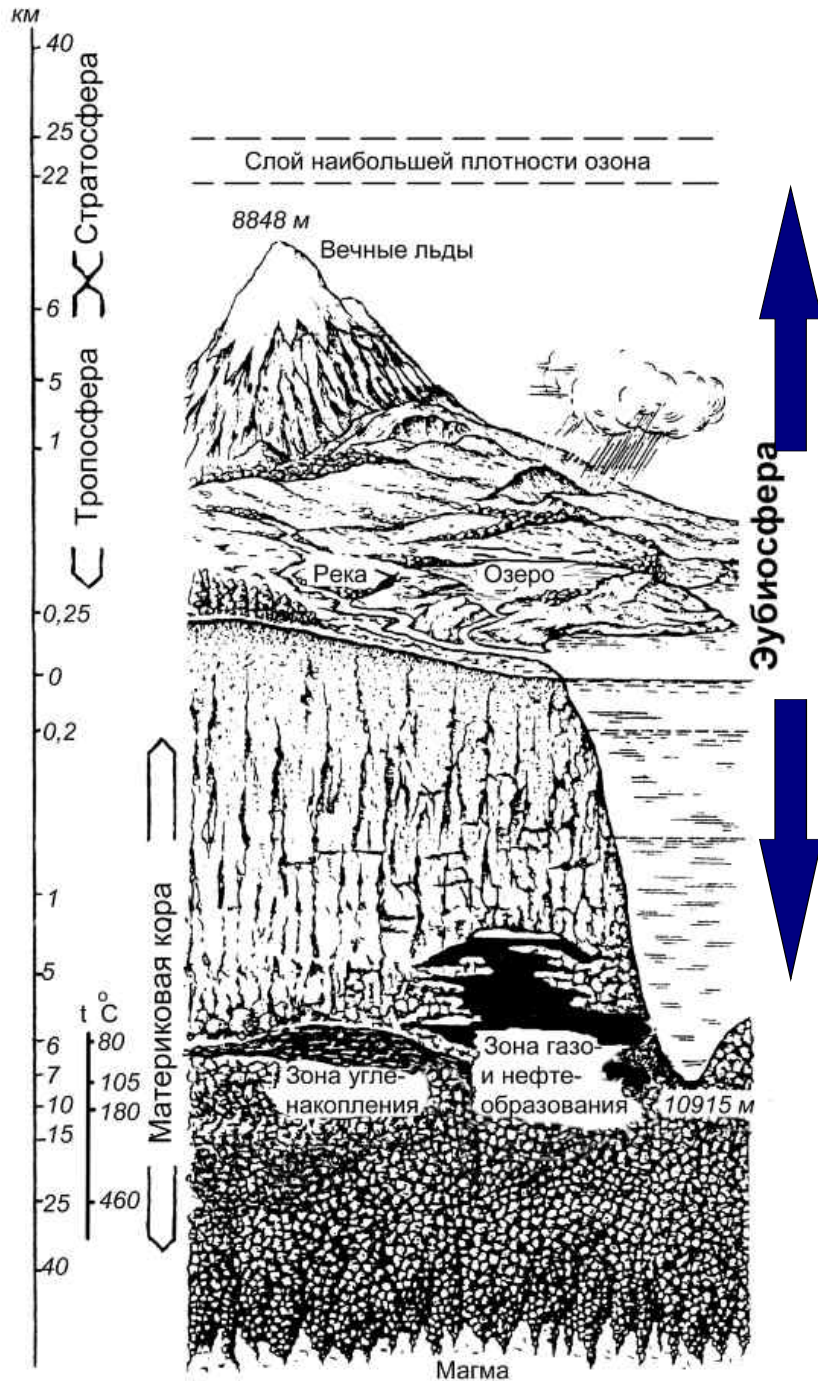




**БИОСФЕРА** — нижняя часть атмосферы, вся гидросфера и верхняя часть литосферы Земли, населенные живыми организмами и (или) находящиеся под их влиянием.

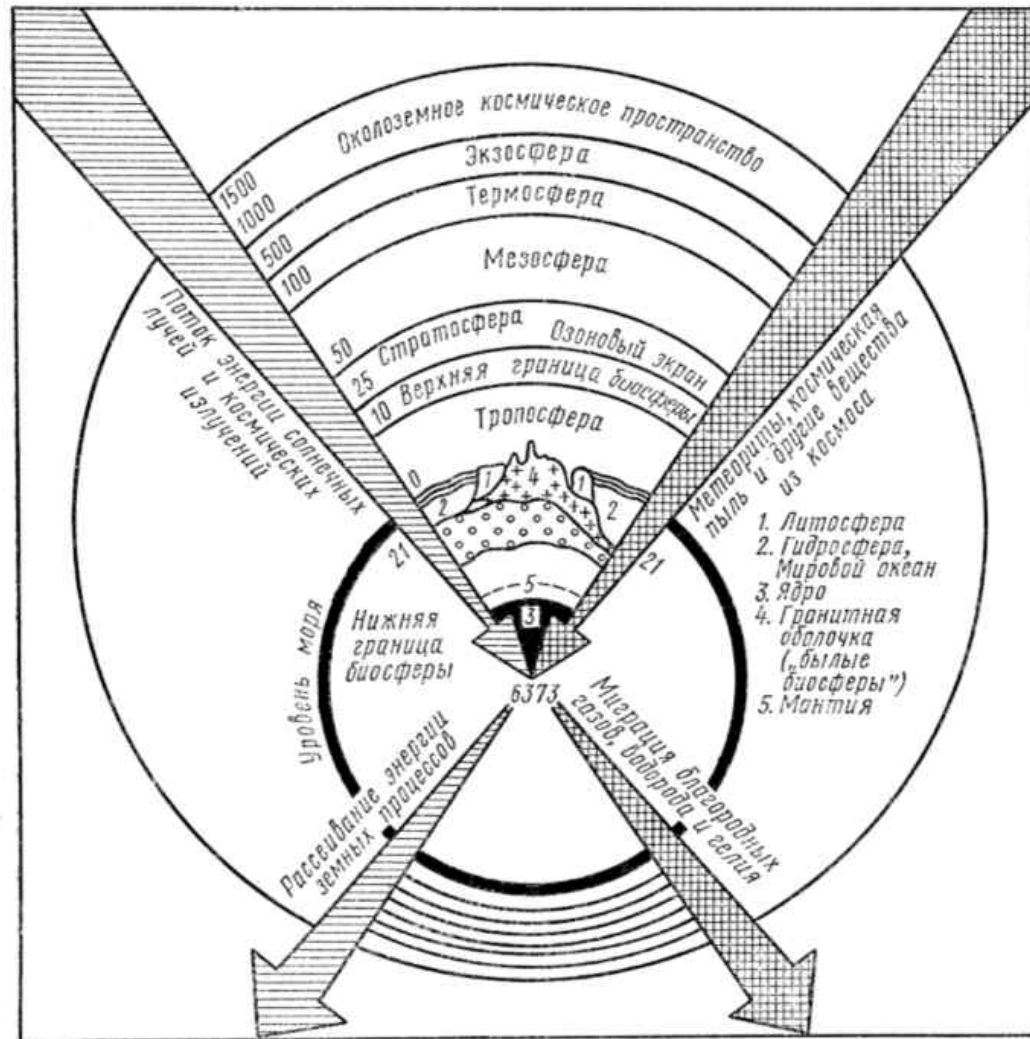
“Область существования живого вещества.” (По Вернадскому)

# Строение биосферы

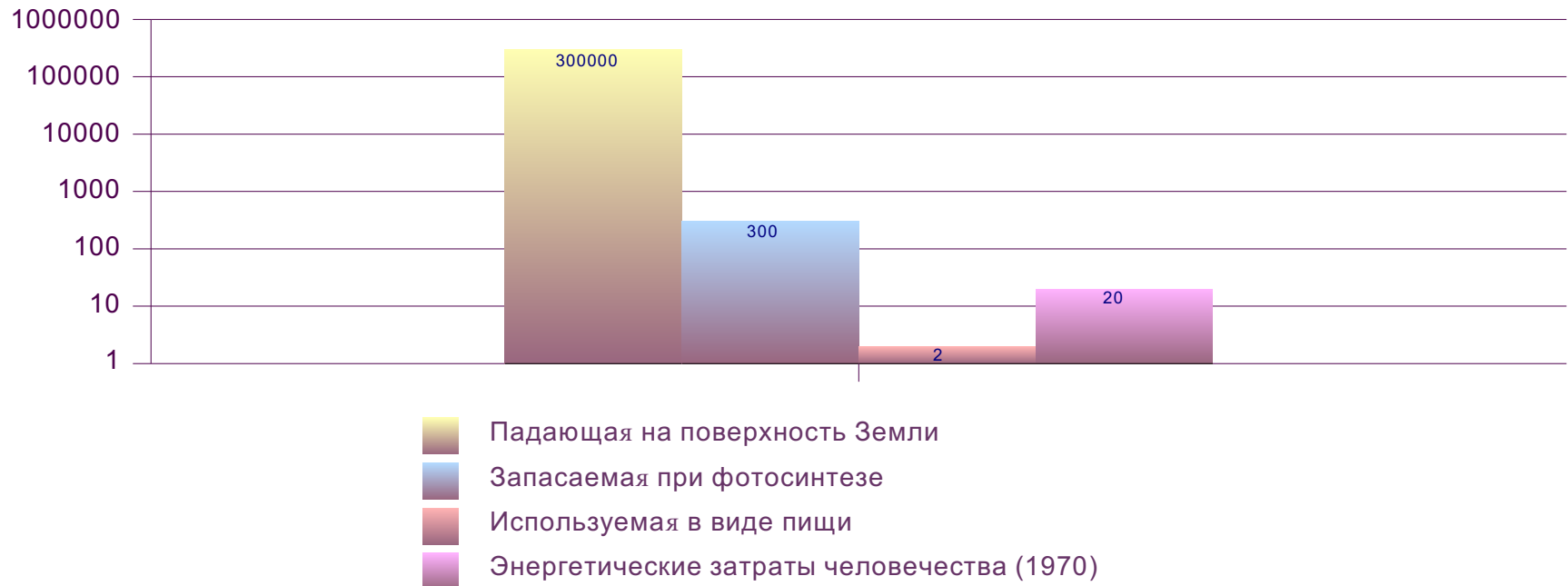


Эдуард Зюсс  
(1831-1914)

# Биосфера и потоки вещества и энергии (по Вернадскому)



# Оценки энергетических потоков в биосфере ( $\times 10^{19}$ Дж/год)





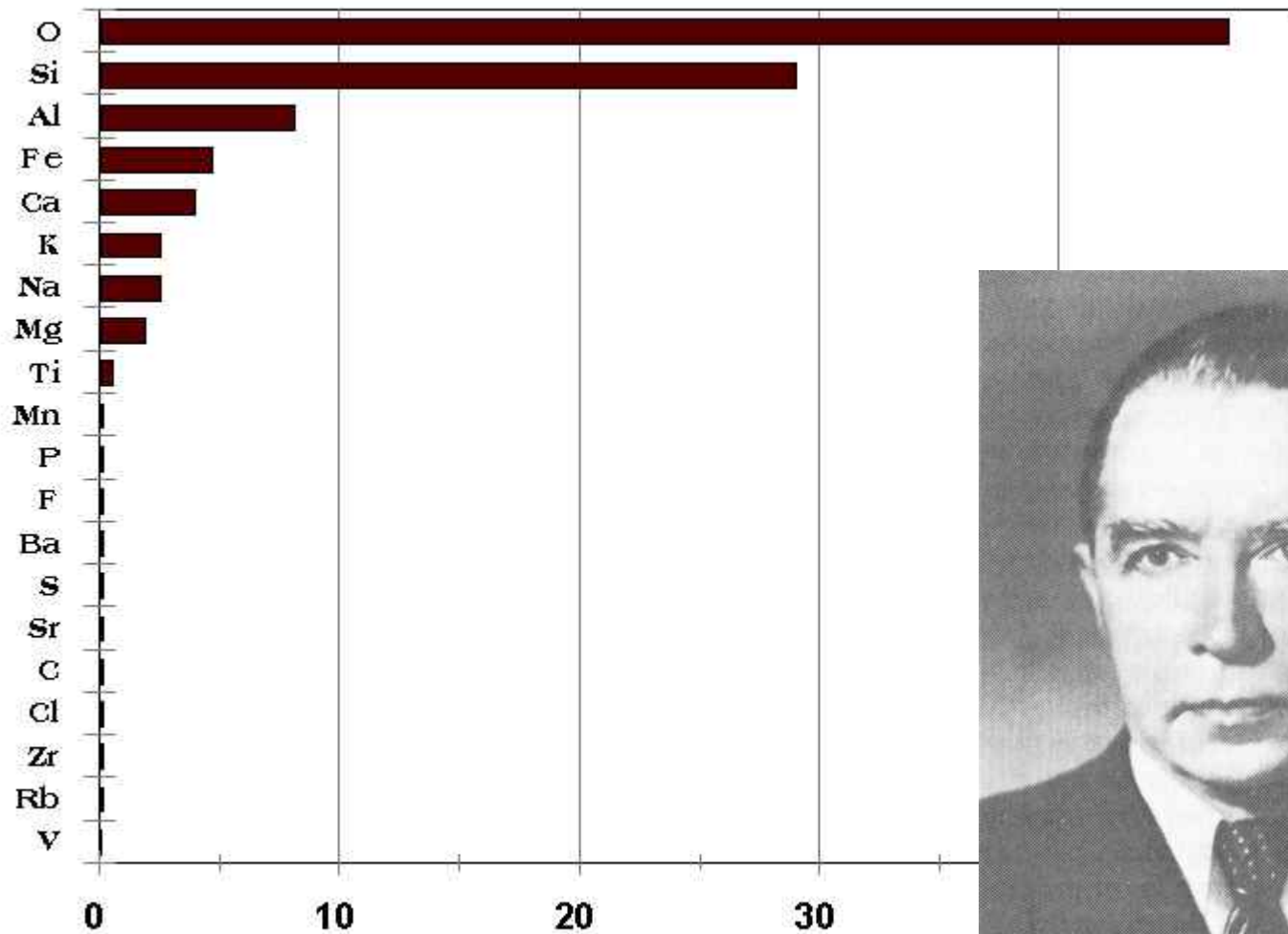
# **ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ В БИОСФЕРЕ**



Фрэнк У. Кларк  
(1847-1931)

**Кларк** — среднее  
содержание (%) химического  
элемента в земной коре или  
в ее части

## Кларки 20 основных элементов (земная кора)

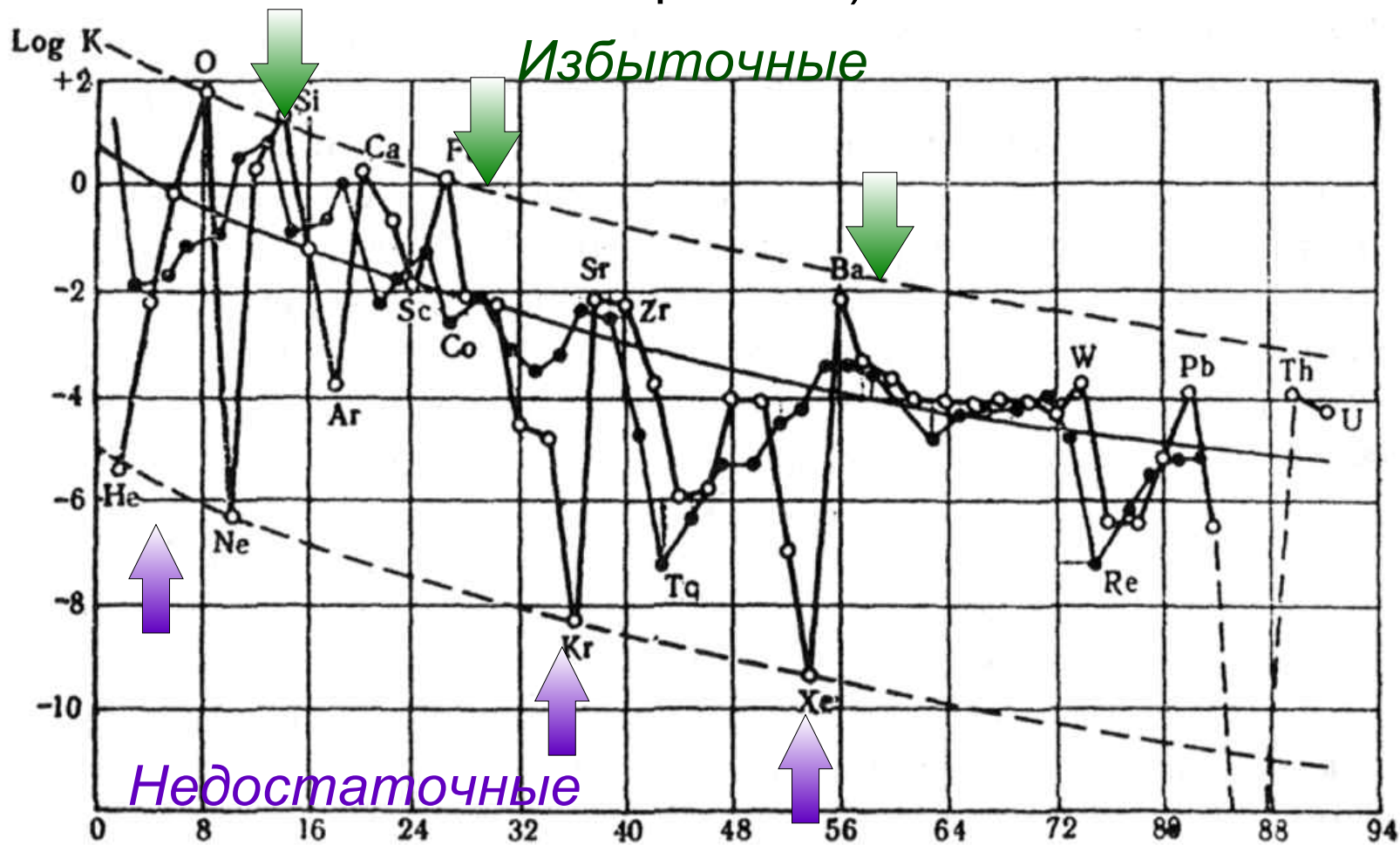


Александр Павлович  
Виноградов (1895-1975)

(По А.П. Виноградову)

©M.G. Sergeev, 2004

# Кларки элементов в логарифмическом масштабе (кривая Ферсмана)





# Факторы миграции элементов

## *Внутренние:*

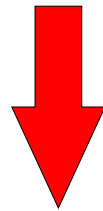
- химические свойства;
- способность давать соединения различной растворимости, летучести, твердости, поглощаться организмами.

## *Внешние:*

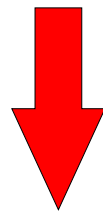
- температура;
- давление;
- щелочно-кислотные и окислительно-восстановительные условия вод.

# Виды миграции химических элементов

- Механическая
- Физико-химическая
- Биогенная
- Техногенная



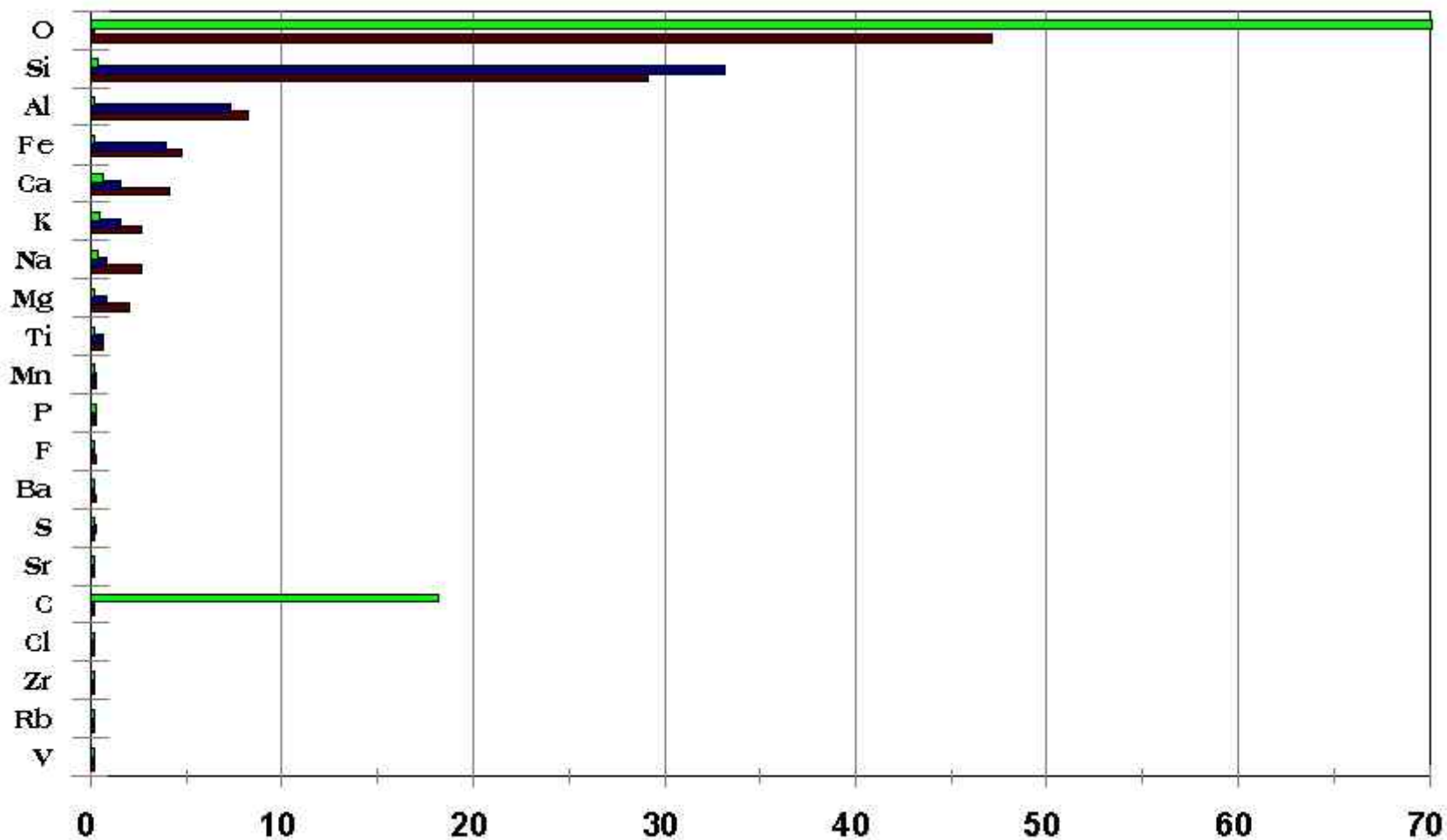
ГЕОХИМИЧЕСКИЕ БАРЬЕРЫ



КОНЦЕНТРАЦИЯ И РАССЕЯНИЕ

**Кларк концентрации** — отношение содержания данного элемента в конкретном природном объекте к кларку литосферы (по Вернадскому).

# Кларки 20 основных элементов (земная кора, почвы и живое вещество)



(По А.П. Виноградову)

**Интенсивность биологического поглощения** — отношение количества элемента в золе растения (или другого живого организма) к его количеству в почве или горной породе (или литосфере) (по Б.Б. Польшову)

Борис Борисович  
Польшов (1877-1952)





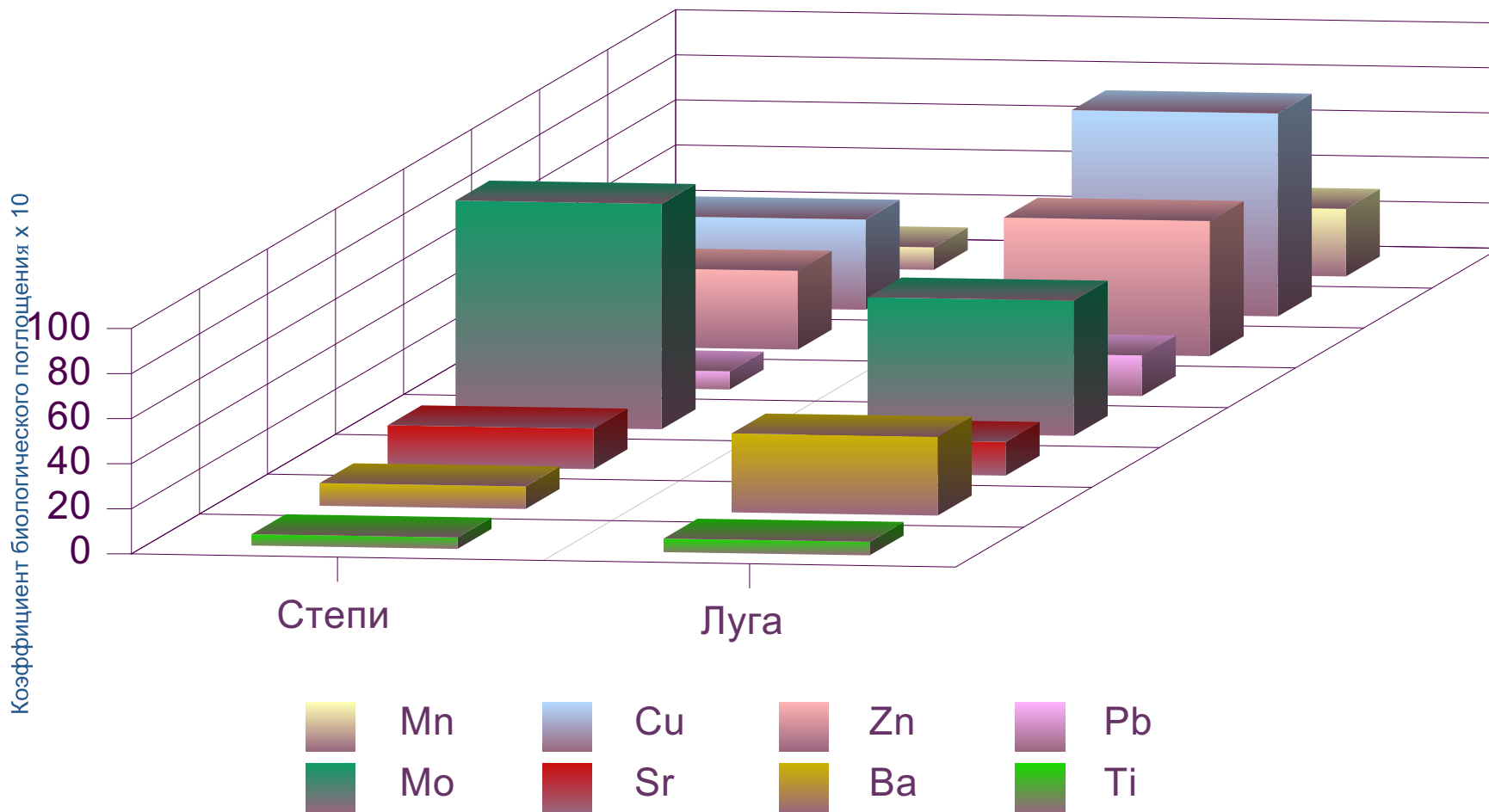
## ЭЛЕМЕНТЫ БИОЛОГИЧЕСКОГО НАКОПЛЕНИЯ

- энергичного (P, S, Cl, Br, I)
- сильного (Ca, Na, K, Mg, Sr, Zn, B, Se)

## ЭЛЕМЕНТЫ БИОЛОГИЧЕСКОГО ЗАХВАТА

- среднего (Mn, F, Ba, Ni, Cu, Ga, Co, Pb, Sn, As, Mo, Hg, Ag, Ra)
- слабого и очень слабого (Si, Al, Fe, Ti, Zr, Rb и др.)

# Особенности биологического поглощения в разных природных условиях (Предкавказье)

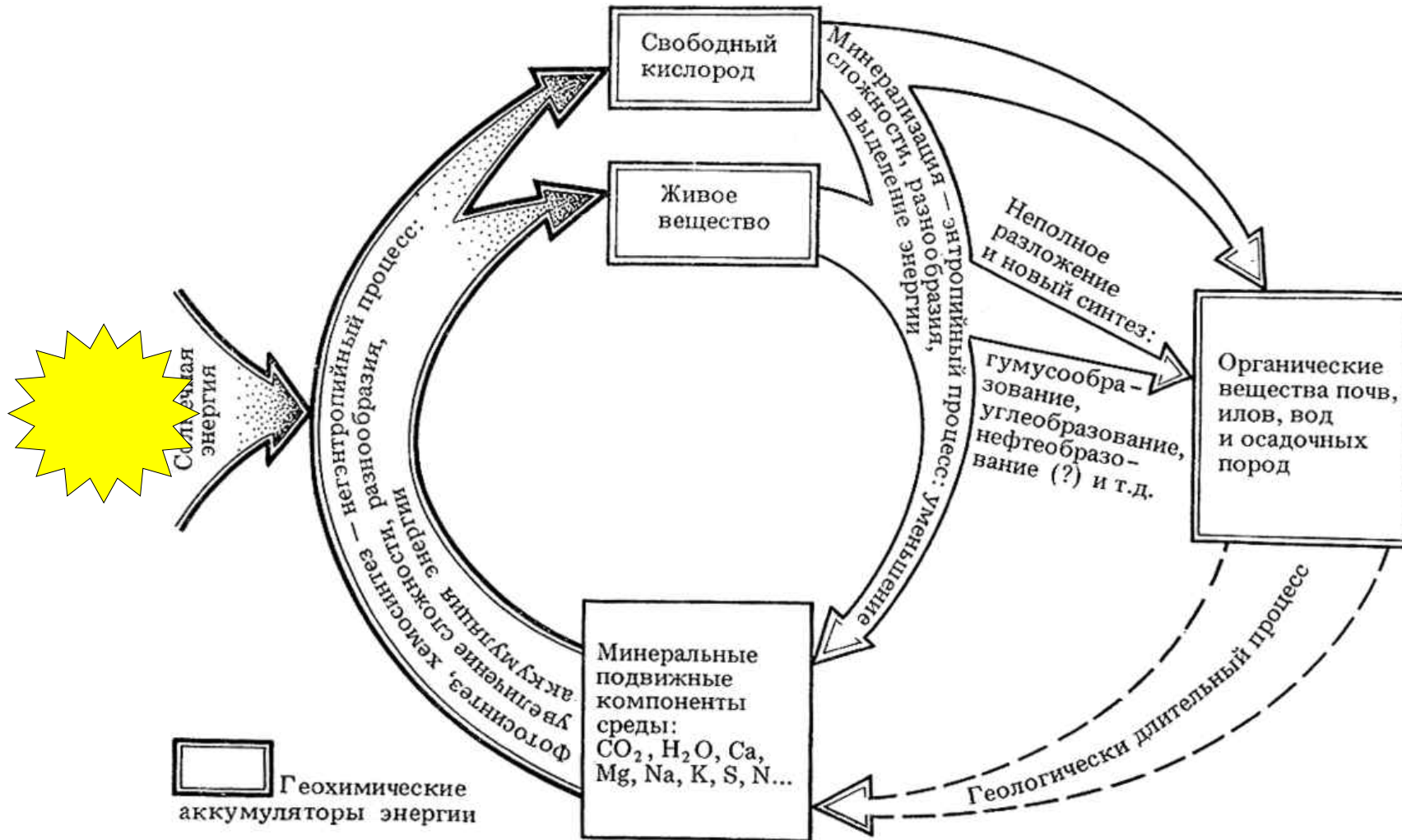


# Средний элементарный состав живого вещества

Макроэлементы (>0,01%)			
Воздушные мигранты (98,8%)			
O - 70	C - 18	H - 10,5	N - 0,3
Водные мигранты (1,2%)			
Ca - 0,5	K - 0,3	Si - 0,2	Mg - 0,04
P - 0,07	S - 0,05	Na - 0,02	Cl - 0,02
Fe - 0,01			
Микроэлементы (водные мигранты) (<0,01 %)			
Mn - 0,0096	Al - 0,005	Zn - 0,002	Sr - 0,0016
Ti - 0,0013	B - 0,001	Ba - 0,0009	Cu - 0,00032
Zr - 0,0003	Rb - 0,0002	Br - 0,00016	F - 0,00014
Pb - 0,0001	Ni - 0,00008	Cr - 0,000007	V - 0,00006
Li - 0,00006	Co - 0,00004	La - 0,00003	Y - 0,00003
Mo - 0,00002	J - 0,000012	Sn - 0,00001	As - 0,000006
Cs - 0,000006	Be - 0,000004	Ga - 0,000002	Se - 0,000002
W - 0,000001	Ag - 0,0000012	U - 0,0000008	Hf - 0,0000005
Sb - 0,0000002	Cd - 0,0000002	Hg - 0,0000001	Au - 0,00000001
Ra - 0,00000000000001	He	Ar	Sc
Kr	Nb	Rh	Pd
In	Te	Xe	Ta
Tl	Bi	Th	

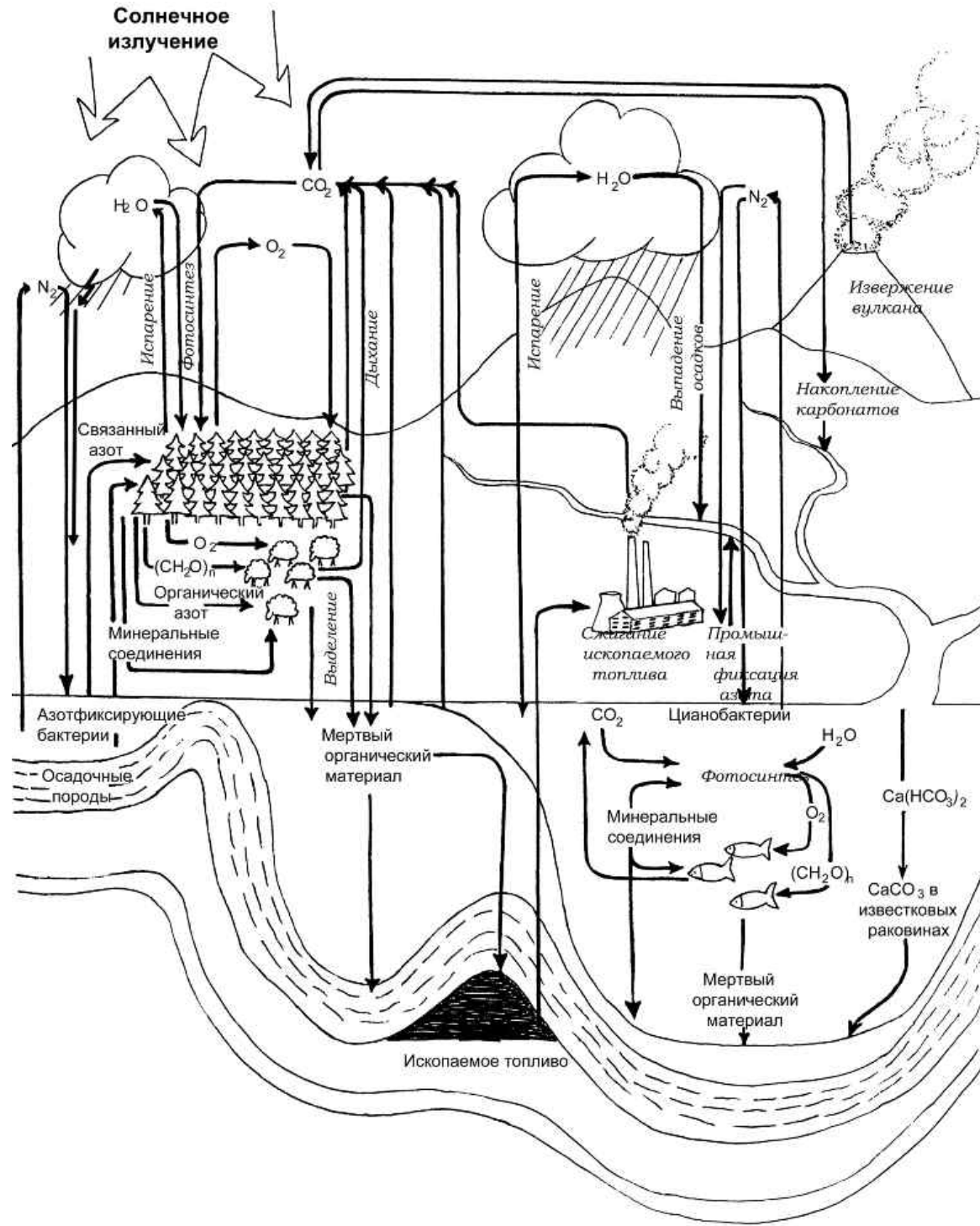
**Биологический (биотический) круговорот** — планетарный процесс циклического, неравномерного во времени и пространстве перераспределения вещества, энергии и информации.

# Биологический (биотический) круговорот: процессы аккумуляции и минерализации





# Общая схема биологического круговорота



# Круговорот азота

