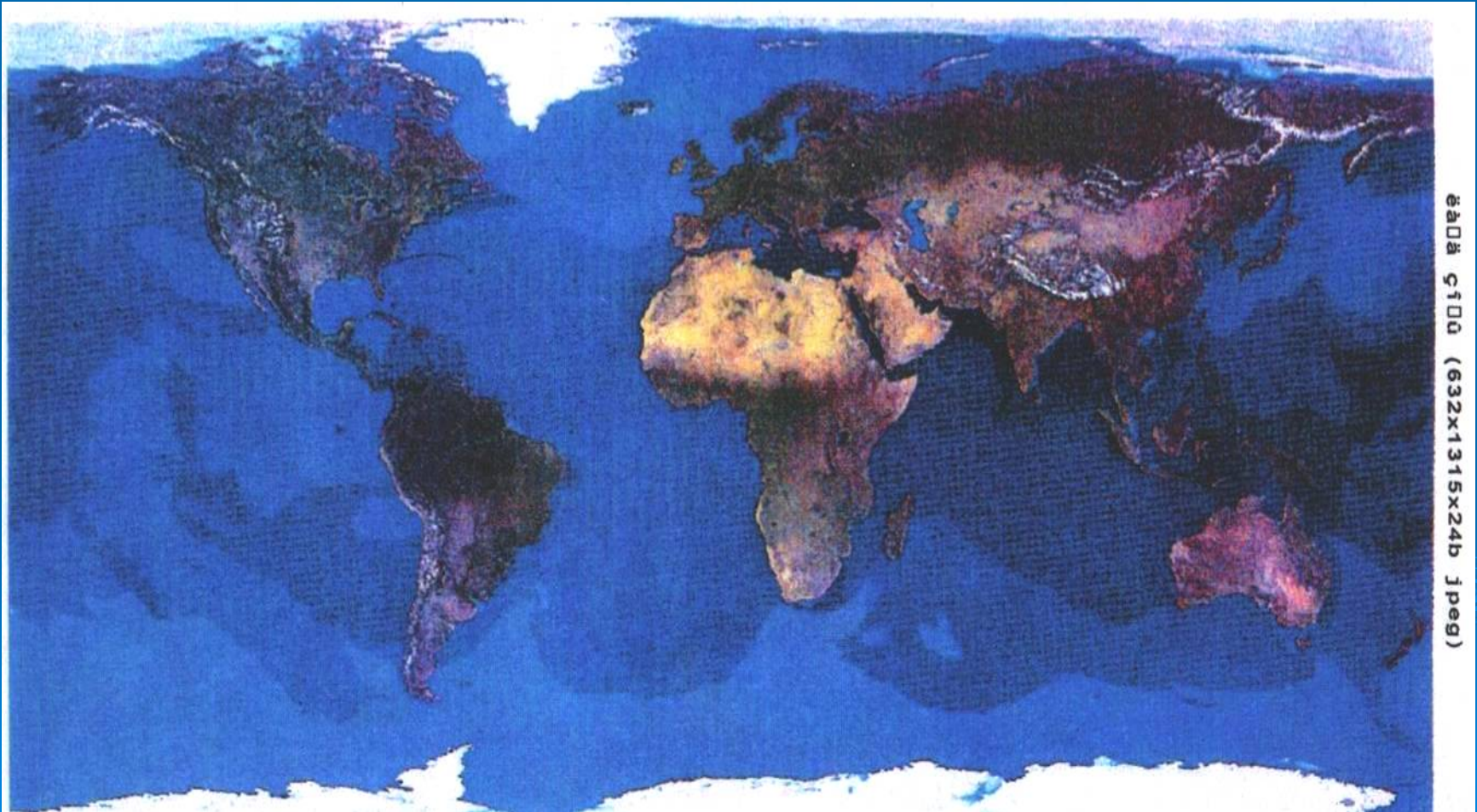


ГИДРОСФЕРА

Это прерывистая водная оболочка Земли, располагающаяся между атмосферой и твердой земной корой (литосферой) и представляющая собой совокупность океанов, морей и поверхностных вод суши. В более широком смысле в состав гидросферы включают также подземные воды, лед и снег Арктики и Антарктики, а также атмосферную воду и воду, содержащуюся в живых организмах. Основная масса воды гидросферы сосредоточена в морях и океанах, второе место по объему водных масс занимают подземные воды, третье - лед и снег арктических и антарктических областей. Поверхностные воды суши, атмосферные и биологически связанные воды составляют доли процента от общего объема воды гидросферы.

Три четверти планеты моря и океаны, остальное острова



ФАПВ СТОД (632х1315х24в Jрег)

Виды вод гидросферы

Виды вод	Название	Объем, млн.км ³	Количество по отношению к общему объему гидросферы, %
Морские воды	Морская	1370	94
Подземные (за исключением почвенной) воды	Грунтовая	61,4	4
Лёд и снег (Арктика, Антарктика, Гренландия, горные ледниковые области)	Лёд	24,0	2
Поверхностные воды суши: озера, водохранилища, реки, болота, почвенные воды	Пресная	0,5	0,4
Атмосферные воды	Атмосферная	0,015	0,01
Воды, содержащиеся в живых организмах	Биологическая	0,00005	0,0003

Распространение льда на Земле (по Реймерсу, 1990)

Вид льда	Масса		Площадь распространения	
	т	%	млн.км ²	%
Ледники	$2,4 \cdot 10^{16}$	98,95	16,1	10,9 суши
Подземный лед	$2 \cdot 10^{15}$	0,83	21	14,1 суши
Морской лед	$3,5 \cdot 10^{13}$	0,14	26	7,2 океана
Снежный покров	$1 \cdot 10^{13}$	0,04	7264	14,2 Земли
Айсберги	$7,6 \cdot 10^{12}$	0,03	63,5	18,7 океана (спорадически)
Атмосферный лед	$1,7 \cdot 10^{12}$	0,01	510,1	100 над Землей



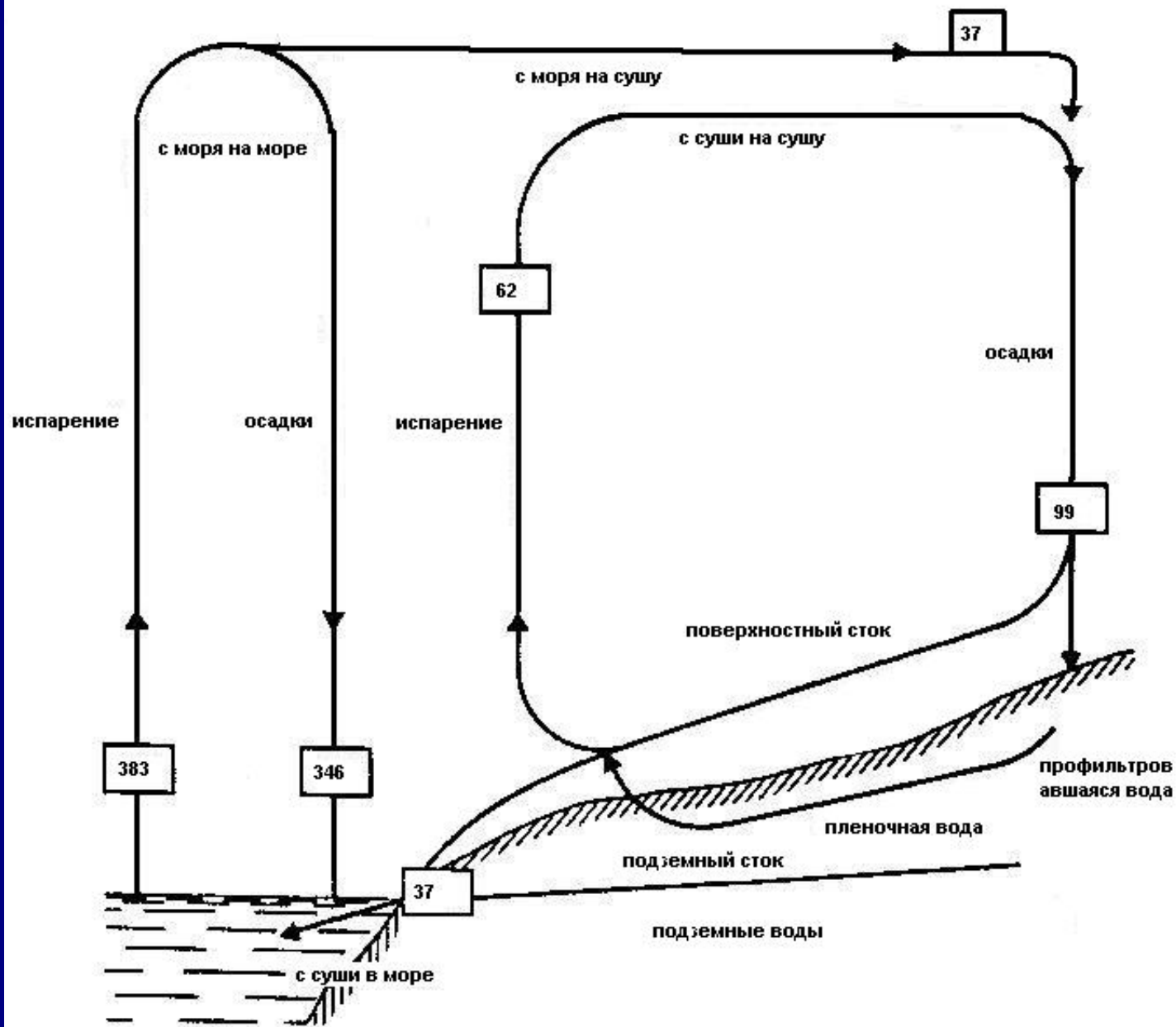
Снежно-ледяная шапка африканской горной вершины Килиманджаро растаяла впервые за 11 тысяч лет



Ледники постепенно тают

Около **94°** от общего объема гидросферы сосредоточено в океанах и морях; **4 %** заключено в подземных водах; около **2 %** - во льдах и снегах (гл. образом Арктики. Антарктики и Гренландии); **0,4 %** - в поверхностных водах суши (реки, озера-болота).

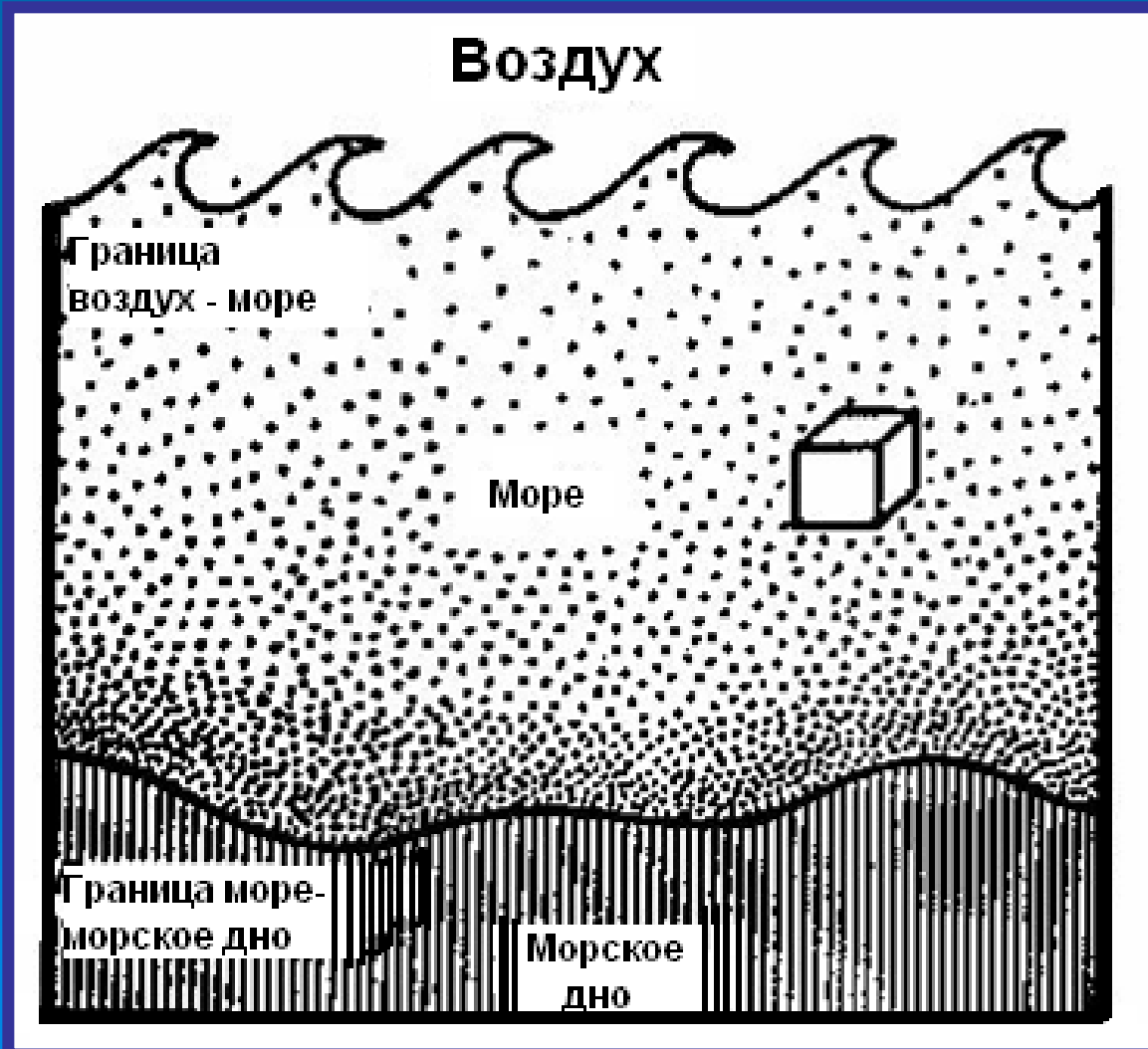
Незначительное количество воды содержится в атмосфере и организмах. Все формы водных масс переходят одна в другую в процессе обращения. Ежегодно количество осадков, выпадающих на земную поверхность, равно количеству воды, испарившейся в сумме с поверхности суши и океанов. В общем круговороте влаги наиболее подвижны воды атмосферы.



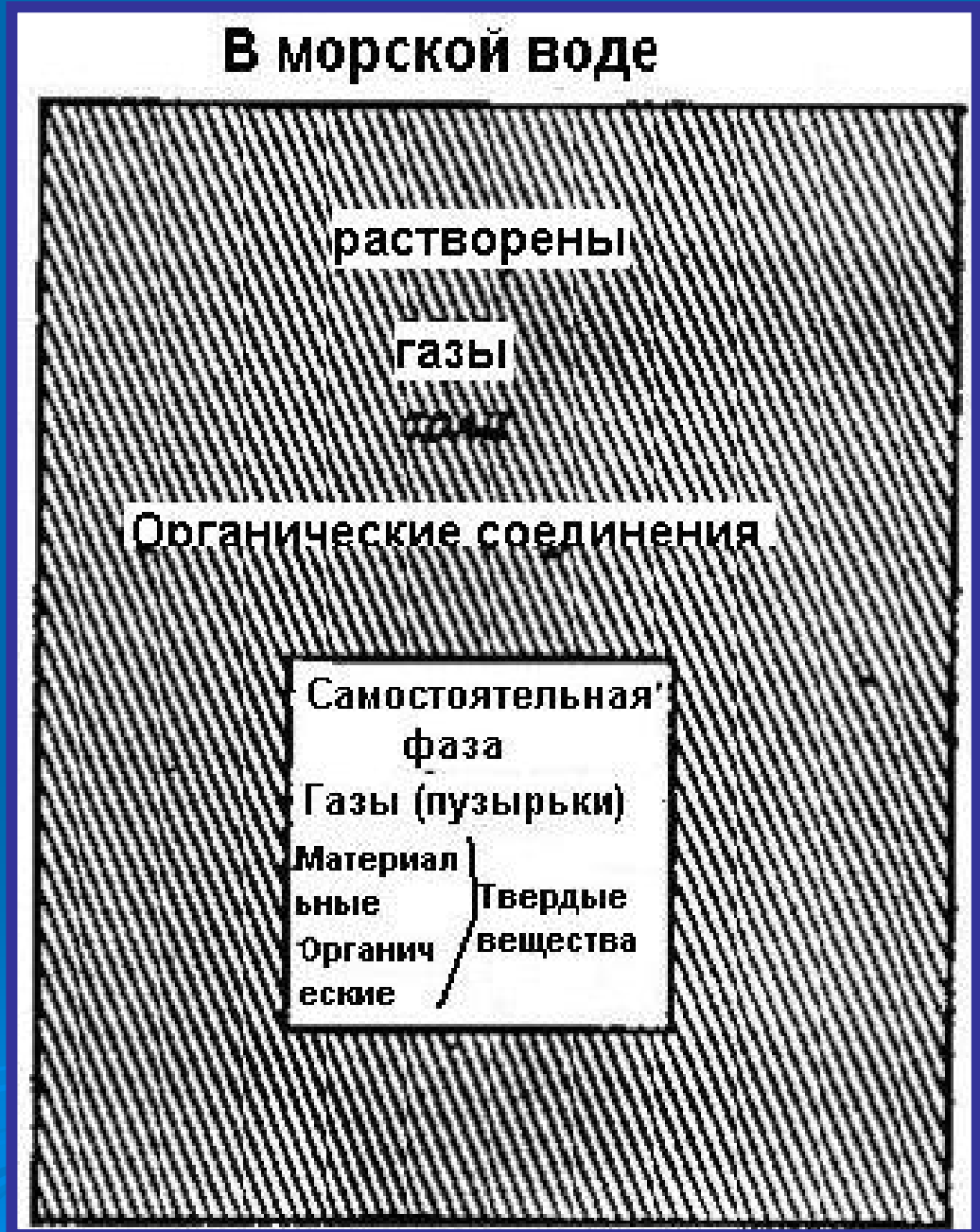
Глобальный круговорот воды (цифры отнесены к суммарному годовому обороту в 10^{15} кг)

Море как система и пограничные области

(по Хорну, 1972)

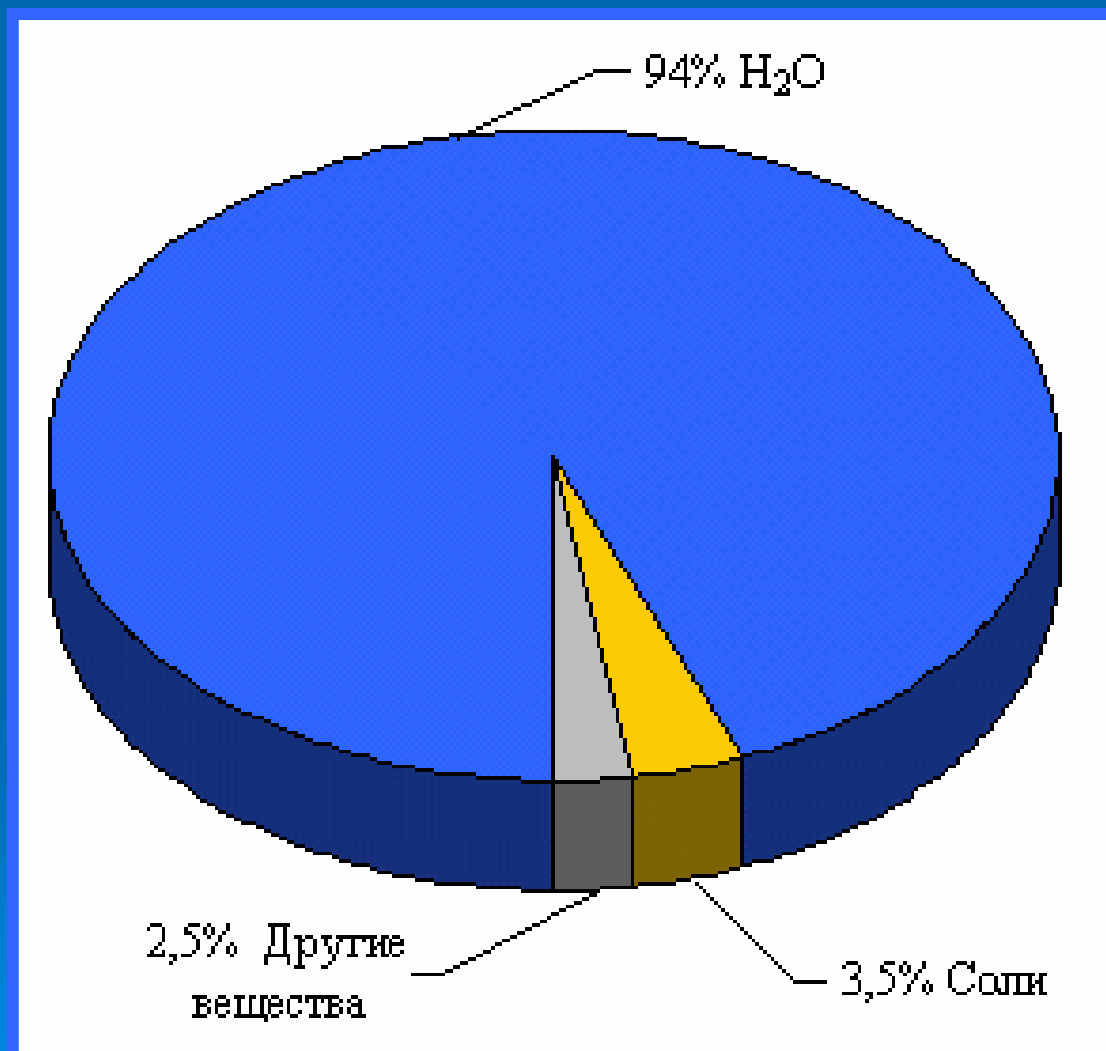


**Классификация
веществ,
содержащихся в
морской воде
(по Хорну, 1972)**



Химический состав гидросферы приближается к среднему составу морской воды, в которой преобладают водород, кислород, хлор и натрий. В водах суши преобладающими являются карбонаты. Содержание минеральных веществ в водах суши (соленость) подвержено большим колебаниям в зависимости от местных условий и, прежде всего от климата. Обычно воды суши слабо минерализованы - пресные (соленость рек и пресных озер от 50 до 1000 мг/кг). Средняя соленость океанической воды около 35 г/кг (35 %), соленость морской воды колеблется от 1-2 % (Финский залив Балтийского моря) до 41,5 % (Красное море). Наибольшая концентрация солей - в соленых озерах (Мертвое море до 260 %)

Химический состав океанов



Элемент	Концентрация, мг/л	Основные формы нахождения	Время пребывания в среде, лет
H	108 000	H ₂ O	-
He	0,000005	He(r)	-
Li	0,17	U+	2,0*10 ⁷
Be	0,0000006	-	1,5*10 ²
B	4,6	B(OH) ₂ ; B(OH) ₄	-
C	28	HCO ₃ ⁻ ; H ₂ CO ₃ ; органические соединения	-
N	0,5	NO ₃ ⁻ ; NO ₂ ⁻ ; NH ₄ ⁻ ; N ₂ (r); органические соединения	-
O	857 000	H ₂ Oж; O ₂ (r); SO ₂ ⁻ и другие анионы	-
F	1,3	F ⁻	-
Ne	0,0001	Ne(r)	-
Na	10 500	Na ⁺	2,6*10 ⁸
Mg	1 350	Mg ²⁺ ; VgSo ₄	4,5*10 ⁷
Al	0,01	-	1,0*10 ²
Si	3	Si(OH) ₄ ; Si(OH) ₃ O ⁻	8,0*10 ³
P	0,07	HPO ₄ ²⁻ ; H ₂ PO ₄ ⁻ ; PO ₄ ³⁻ ; H ₃ PO ₄	-
S	885	SO ₄ ²⁻	-
Cl	19 000	Cl ⁻	-
Ar	0,6	Ar (r)	-
K	380	K ⁺	1,1*10 ⁷
Ca	400	Ca ²⁺ ; CaSO ₄	8,0*10 ⁶
Sc	0,00004	-	5,6*10 ³
Ti	0,001	-	1,6*10 ²
V	0,002	VO ₂ (OH) ²⁻ ₃	1,0*10 ⁴
Cr	0,00005	-	3,5*10 ²
Mn	0,002	Mn ²⁺ ; MnSO ₄	1,4*10 ³
Fe	0,01	Fe(OH) ₃	1,4*10 ²
Co	0,0005	Co ²⁺ ; CoSO ₄	1,8*10 ⁴
Ni	0,002	Ni ²⁺ ; NiSO ₄	1,8*10 ⁴
Cu	0,003	Cu ²⁺ ; CuSO ₄	5,0*10 ⁴
Zn	0,01	Zn ²⁺ ; ZnSO ₄	1,8*10 ⁵
Ga	0,00003	-	1,4*10 ³
Ge	0,00007	Ge(OH) ₄ ; Ge(OH) ₃ O	7,0*10 ³
As	0,003	HAsO ₄ ²⁻ ; H ₂ AsO ₄ ⁻ ; H ₃ AsO ₃	-
Se	0,004	SeO ₄ ²⁺	-
Br	65	Br	-
Kr	0,0003	Kr (r)	-
Rb	0,12	Rb ⁺	2,7*10 ⁵
Sr	8	Sr ²⁺ ; SrSO ₄	1,9*10 ⁷
Y	0,0003	-	7,5*10 ³
Zr	-	-	-
Nb	0,00001	-	3,0*10 ²
Mo	0,01	MoO ₄ ²⁻	5,0*10 ⁵

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ МОРСКОЙ ВОДЫ (Хорн, 1972)

Элемент	Концентрация, мг/л	Основные формы нахождения	Время пребывания в среде, лет
Tc	-	-	-
Ru	-	-	-
Rh	-	-	-
Pd	-	-	-
Ag	0,00004	AgCl ₂ ⁻ ; AgCl ₃ ²⁻	2,1*10 ⁶
Cd	0,00011	Cd ²⁺ ; CdCl _n ²⁻ⁿ ; Cd(OH) _n ²⁻ⁿ	5,0*10 ⁵
In	<0,02	-	-
Sn	0,0008	-	1,0*10 ⁵
Sb	0,0005	-	3,5*10 ⁵
Te	-	-	-
I	0,06	IO ₃ ⁻ ; I ⁻	-
Xe	0,0001	Xe(r)	-
Cs	0,0005	Cs ⁺	4,0*10 ⁴
Ba	0,03	Ba ²⁺ ; BaSO ₄	8,4*10 ⁴
La	1,2*10 ⁻⁵	-	4,4*10 ²
Ce	5,2*10 ⁻⁶	-	8,0*10 ¹
Pr	2,6*10 ⁻⁶	-	3,2*10 ²
Nd	9,2*10 ⁻⁶	-	2,7*10 ²
Pm	-	-	-
Sm	1,7*10 ⁻⁶	-	1,8*10 ²
Eu	4,6*10 ⁻⁷	-	3,0*10 ²
Gd	2,4*10 ⁻⁶	-	2,6*10 ²
Tb	-	-	-
Dy	2,9*10 ⁻⁶	-	4,6*10 ²
Ho	8,8*10 ⁻⁷	-	5,3*10 ²
Er	2,4*10 ⁻⁶	-	6,9*10 ²
Tm	5,2*10 ⁻⁷	-	1,8*10 ³
Yb	2,0*10 ⁻⁶	-	5,3*10 ²
Lu	4,8*10 ⁻⁷	-	4,5*10 ²
Hf	-	-	-
Ta	-	-	-
W	0,0001	WO ₄ ²⁻	1,0*10 ³
Re	-	-	-
Os	-	-	-
Ir	-	-	-
Pt	-	-	-
Au	0,0000004	AuCl ₂	5,6*10 ⁵
Hg	0,00003	HgCl ₃ ⁻ ; HgCl ₄ ²⁻	4,2*10 ⁴
Tl	<0,00001	Tl ⁺	-
Pb	0,00003	Pb ²⁺ ; PbSO ₄ ; PbCl _n ²⁻ⁿ ; Pb(OH) _n ²⁻ⁿ	2,0*10 ³
Bi	0,00002	-	4,5*10 ⁵
Po	-	-	-

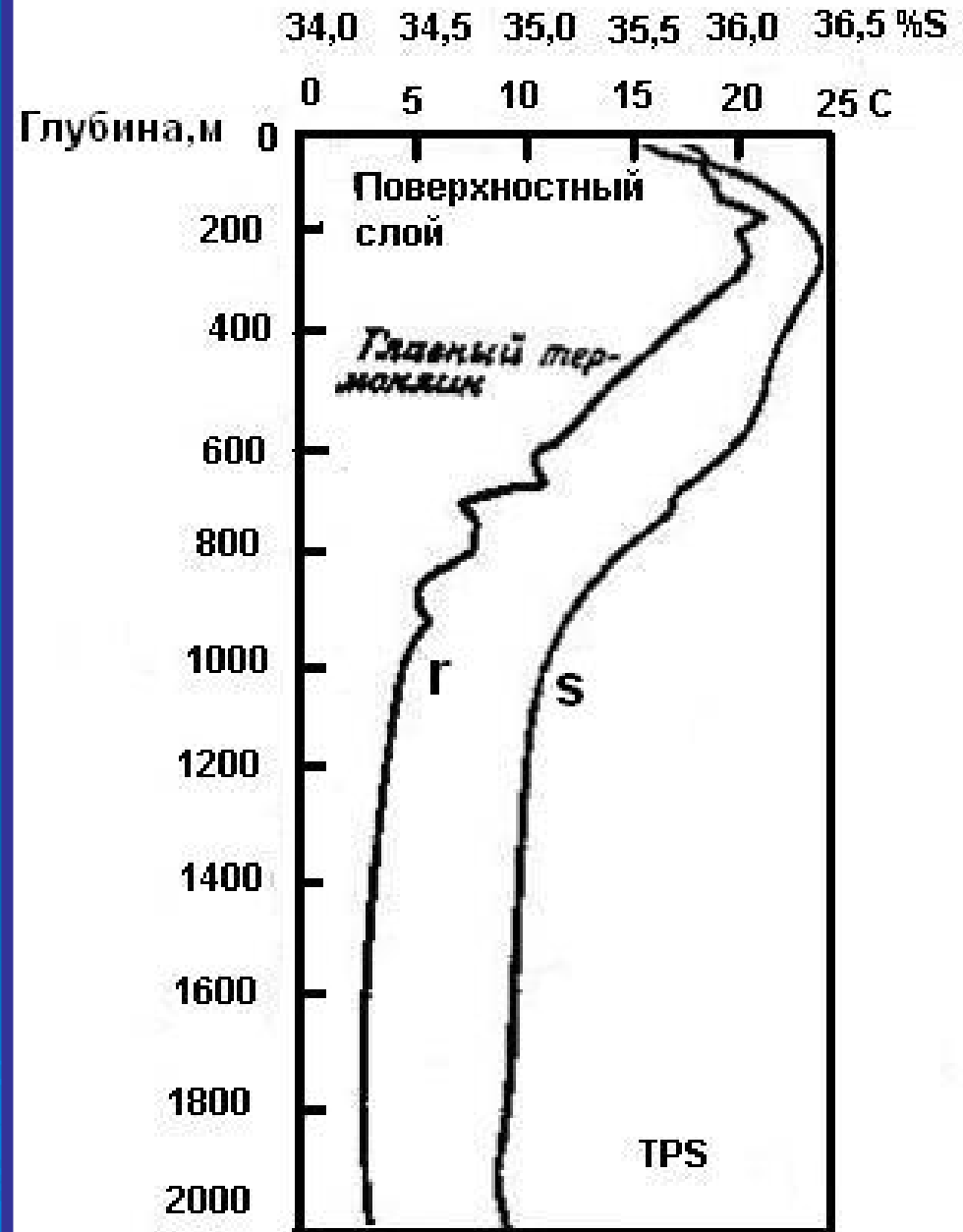
Элемент	Концентрация, мг/л	Основные формы нахождения	Время пребывания в среде, лет
At	-	-	-
Rn	$0,6 \cdot 10^{-15}$	Rn(r)	-
Fr	-	-	-
Ra	$1,0 \cdot 10^{-10}$	Ra^{2+} ; $RaSO_4$	-
Ac	-	-	-
Th	0,00005	-	$3,5 \cdot 10^2$
Pa	$2,0 \cdot 10^{-9}$	-	-
U	0,003	$UO_2(CO_3)_3^{4-}$	$5,0 \cdot 10^5$

Ориентировочные сведения о добыче минерального сырья из природных минерализованных вод (по Бондаренко С.С. и др., 1986 г.)

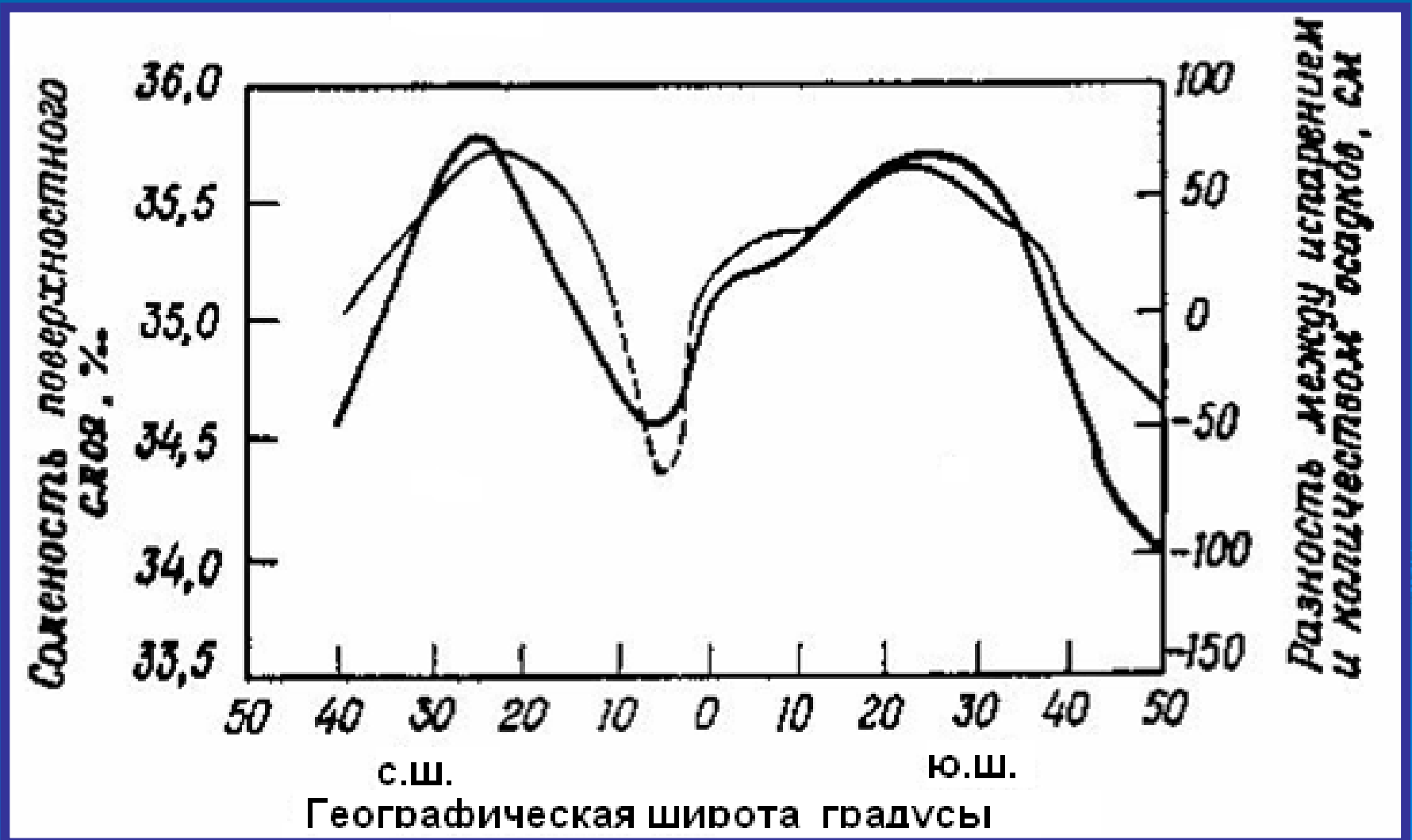
Сырье	∑ Добычи	Из, Н ₂ О, %
Поваренная соль (NaCl)	$2,2 \cdot 10^8$	30-35
Калийные соли	$2,6 \cdot 10^7$	5-10
Сода	$3,5 \cdot 10^7$	5-10
Сульфат натрия	$4,6 \cdot 10^6$	20-30
Хлорид кальция	$2,7 \cdot 10^6$	20-25
Бор(B)	$1 \cdot 10^6$	20-30
Бром(Br)	$3,9 \cdot 10^5$	30-95
Магний (Mg)	$1,1 \cdot 10^5$	25
Литий (Li)	$5,5 \cdot 10^4$	15-20
Йод (I)	$1,3 \cdot 10^4$	80-85
Железо (Fe)	$4,1 \cdot 10^6$	+
Медь (Cu)	$6 \cdot 10^6$	++
Цинк (Zn)	$5 \cdot 10^6$	++
Свинец (Pb)	$2,3 \cdot 10^6$	+
Уран (U)	$3,8 \cdot 10^4$	++
Серебро (Ag)	$1 \cdot 10^4$	++

+ - имеется технологи; ++ - разработан проект

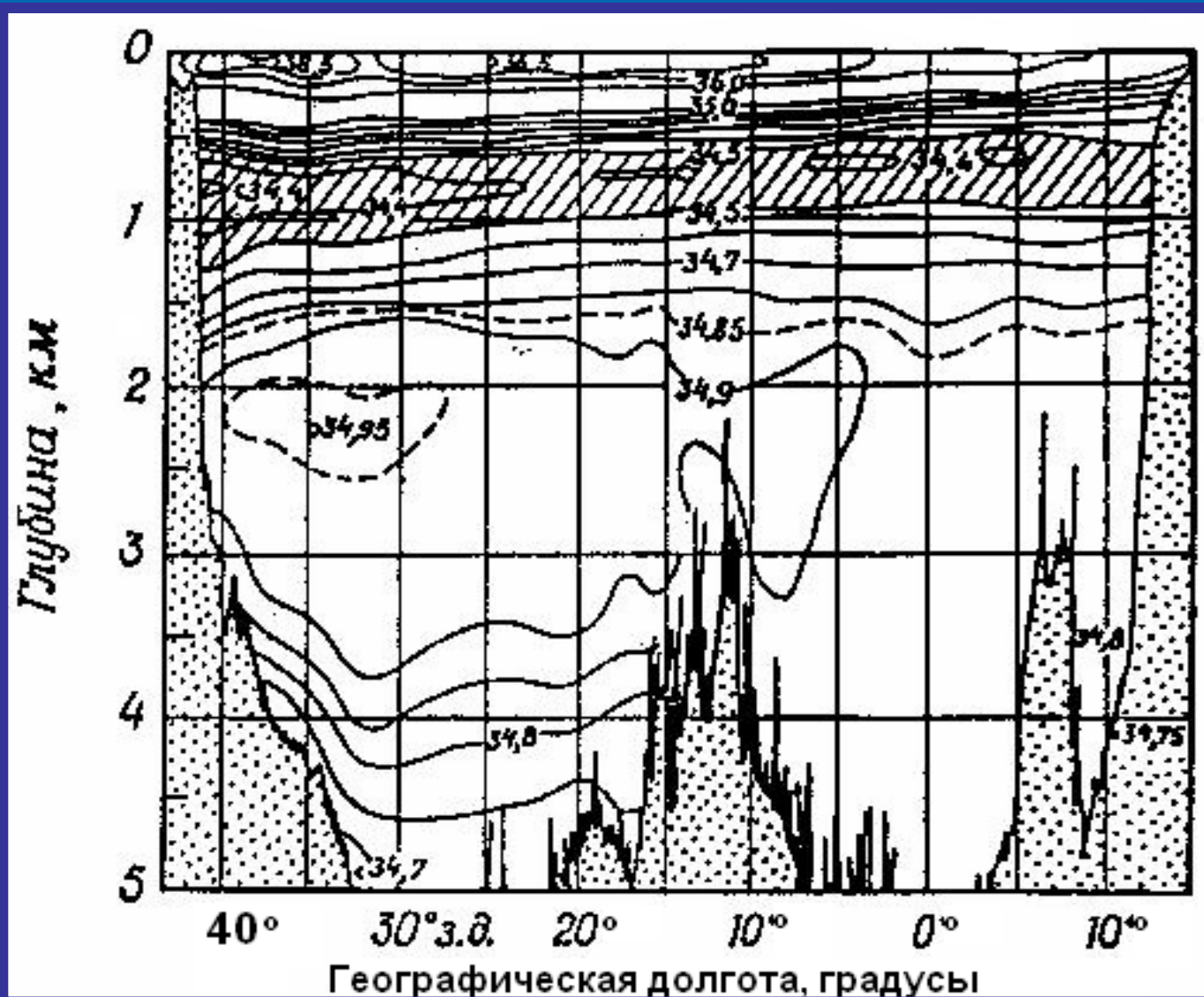
**Типичные
профили
температуры
и солености
(по Хорну, 1972)**



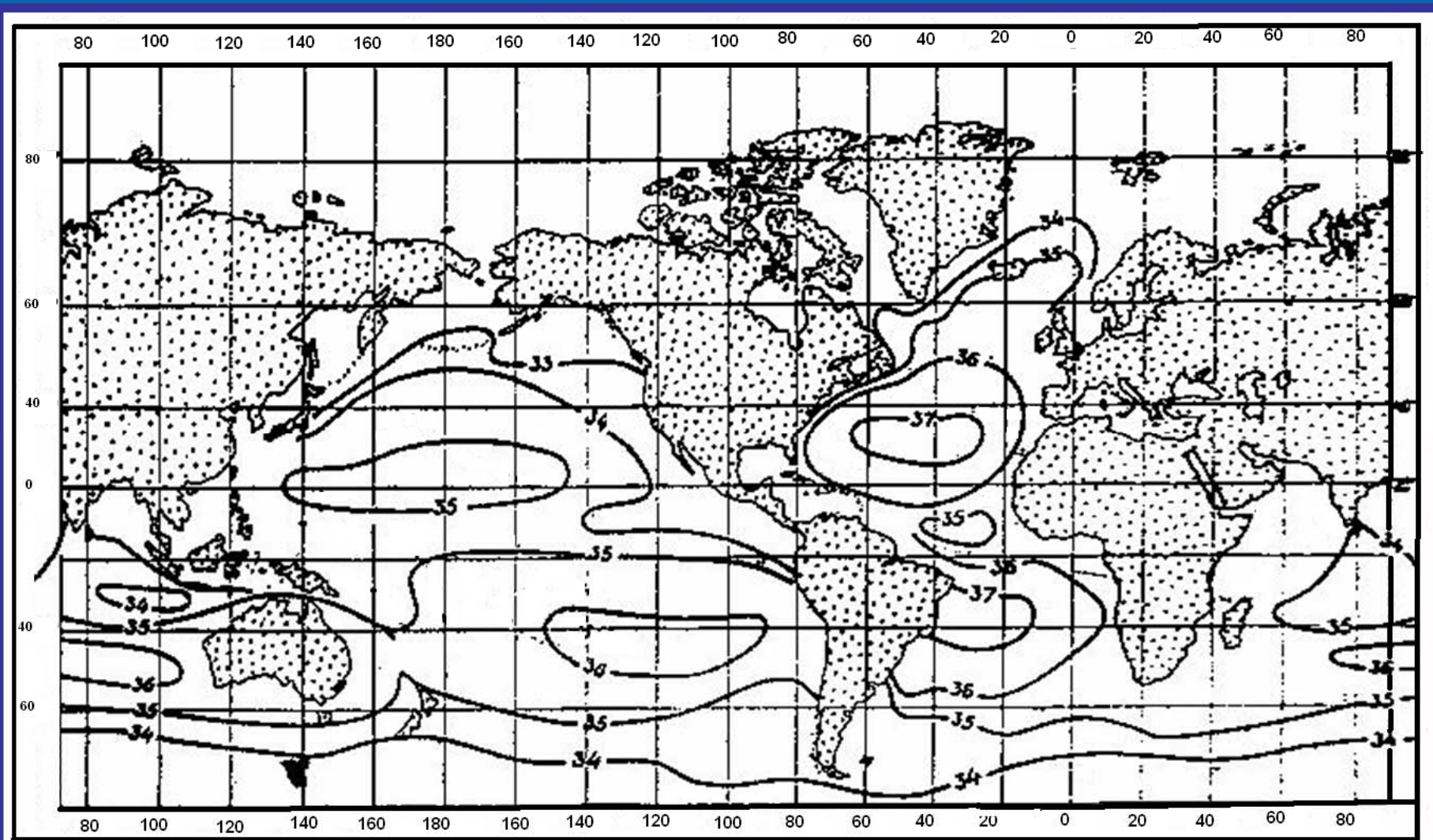
Соленость поверхностного слоя океана, как функция географической широты (по Хорну, 1972)



Распределение солености в вертикальном разрезе Атлантического океана вблизи 23° ю.ш. (по Хорну, 1972)

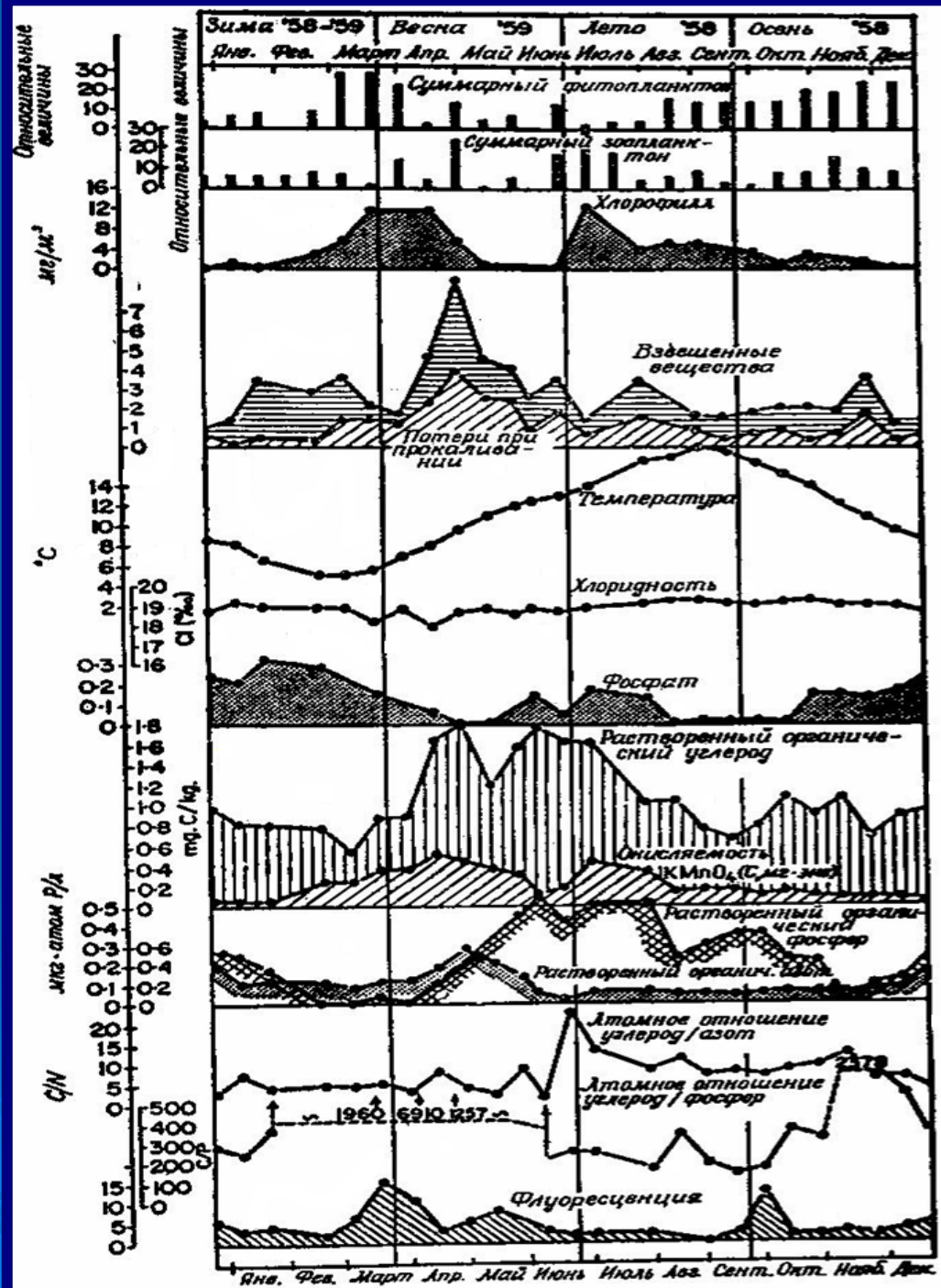


Соленость поверхностного слоя океанов северным летом (по Хорну, 1972)

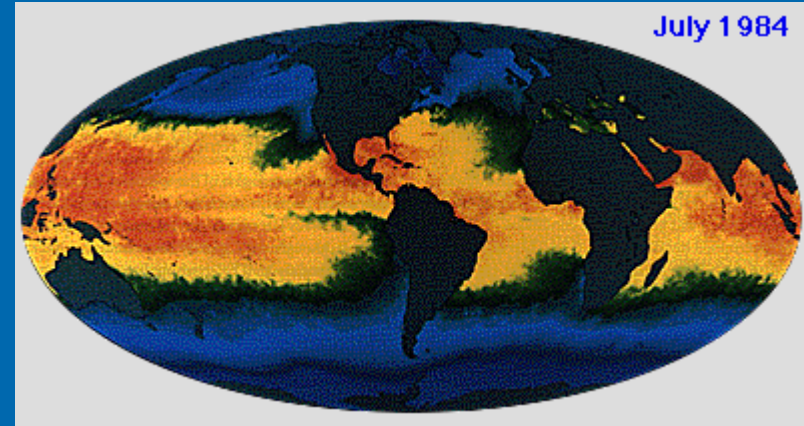
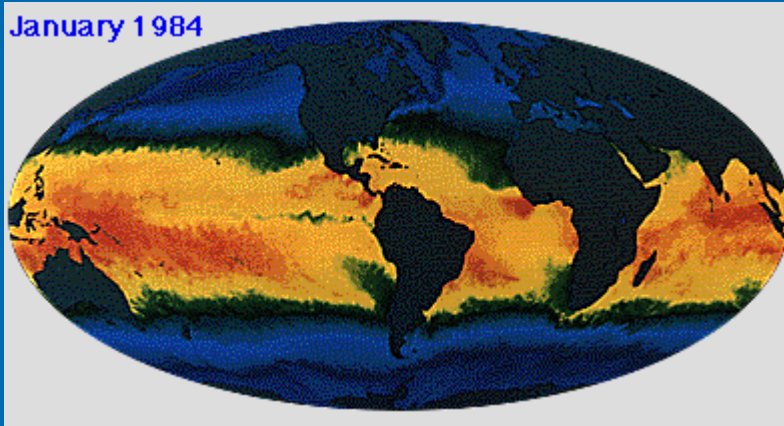


Сезонное изменение состава океанической воды

(по Хорну Р., 1972)

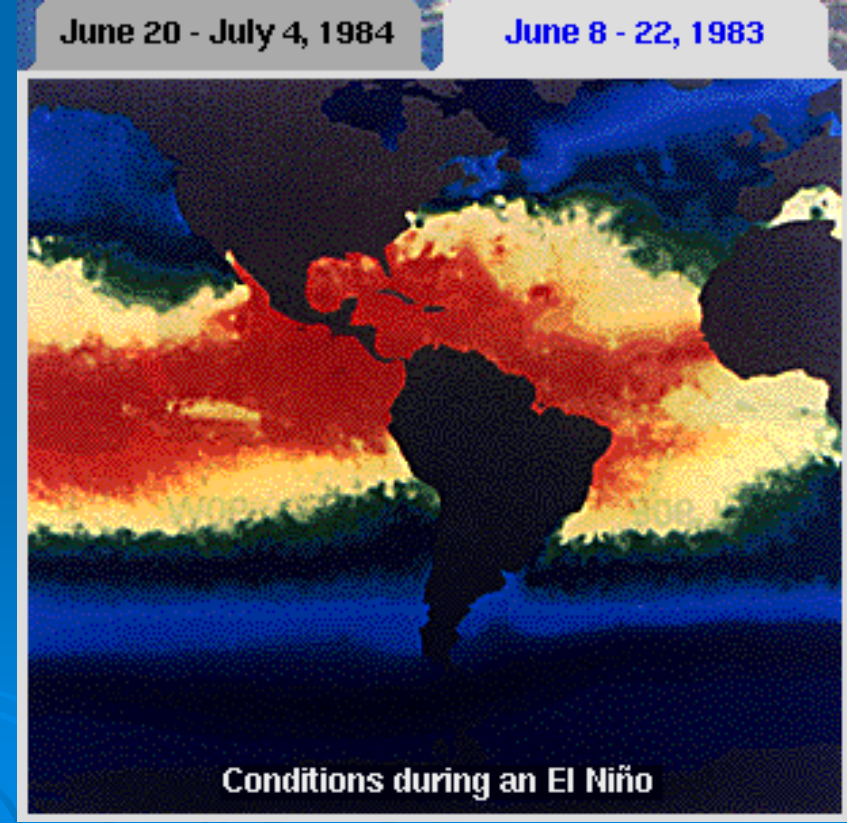
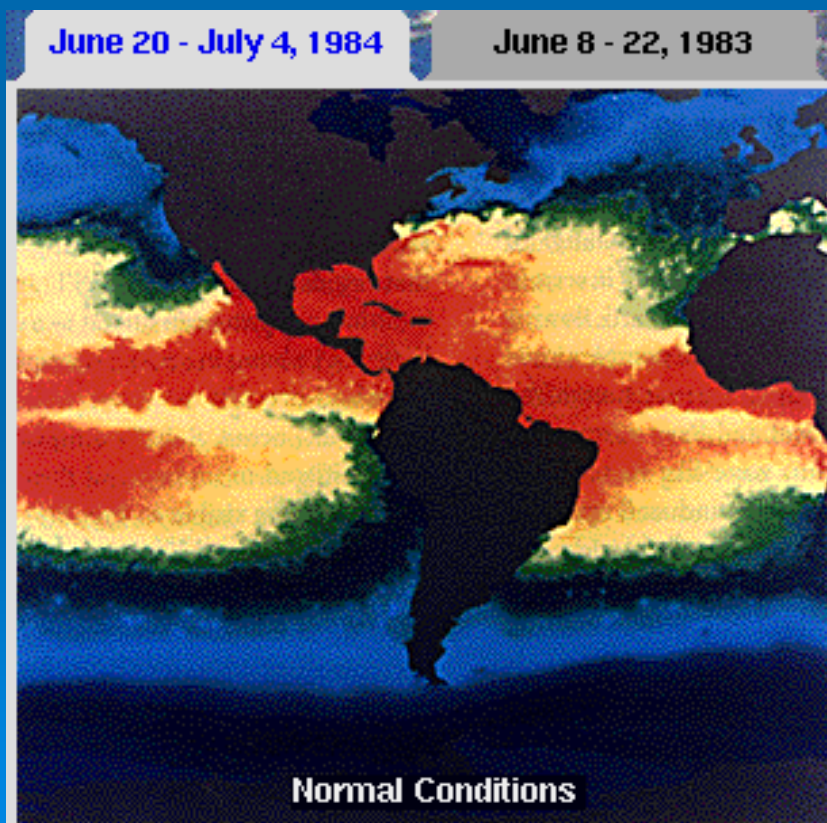


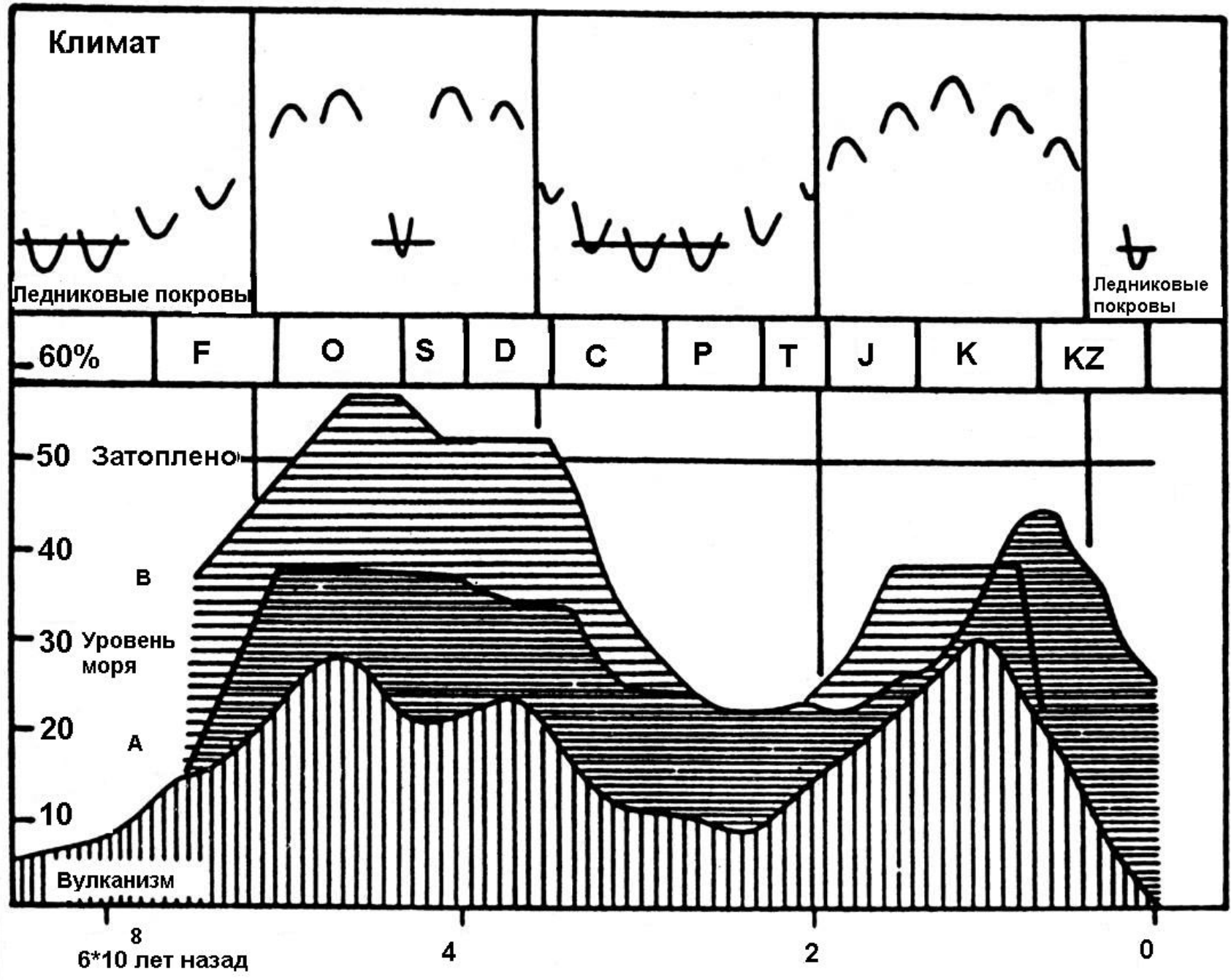
Sea Surface Temperatures



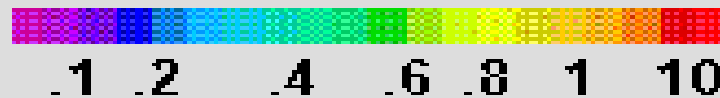
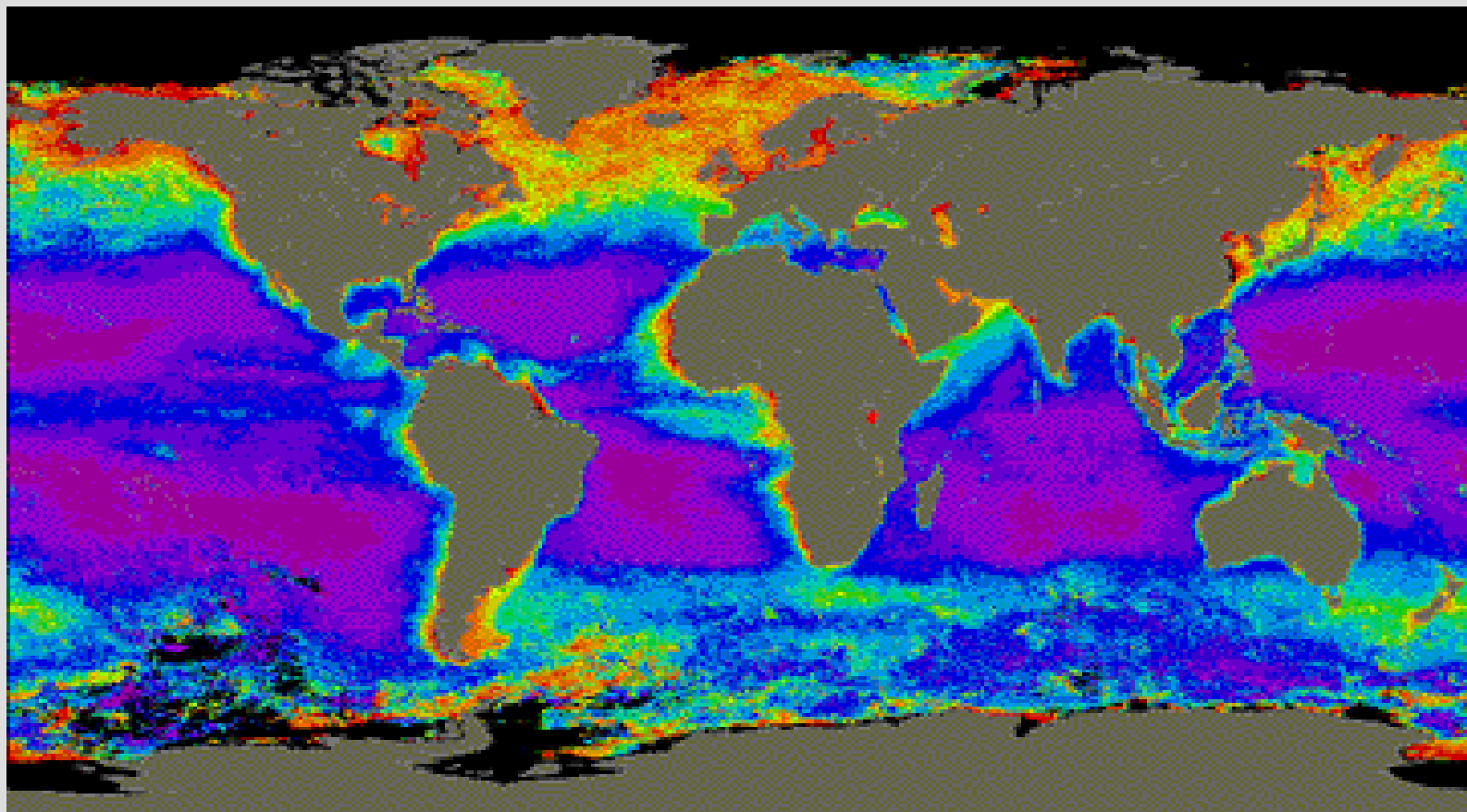
- These global sea surface temperature images from 1984 show normal temperatures over a 6-month cycle. The colors range from blue, which represents 3° C, to dark orange, which represents 30° C.

Anomalies, such as El Niño, may indicate serious global climate changes

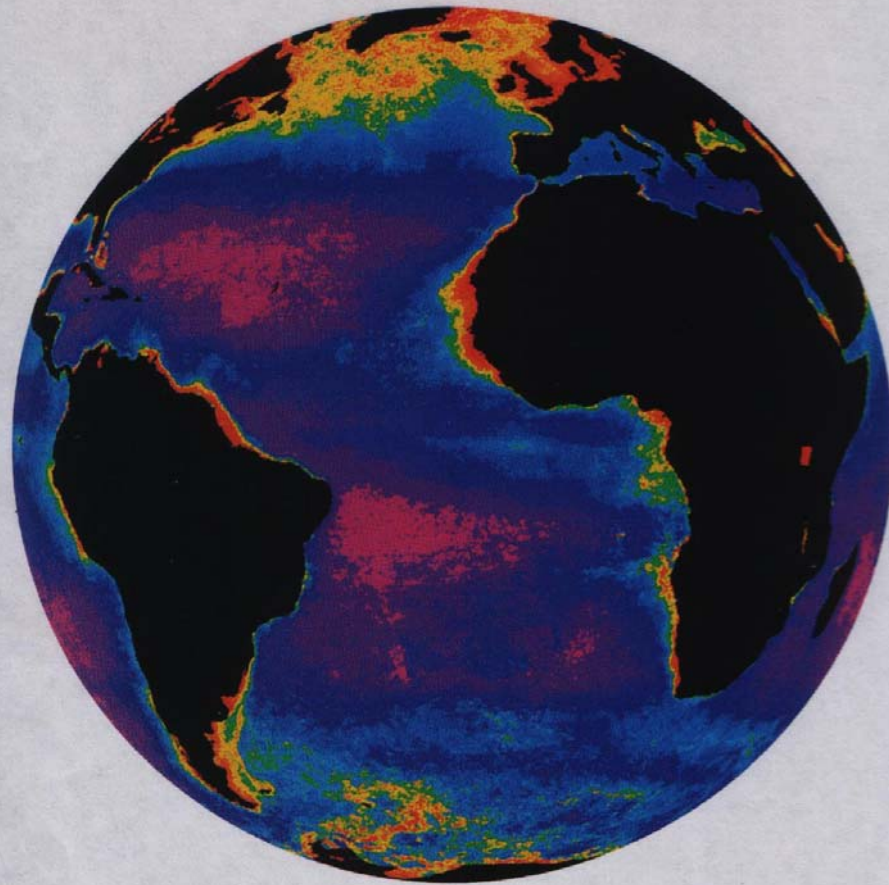




Global distribution of phytoplankton concentration is indicated by ocean color

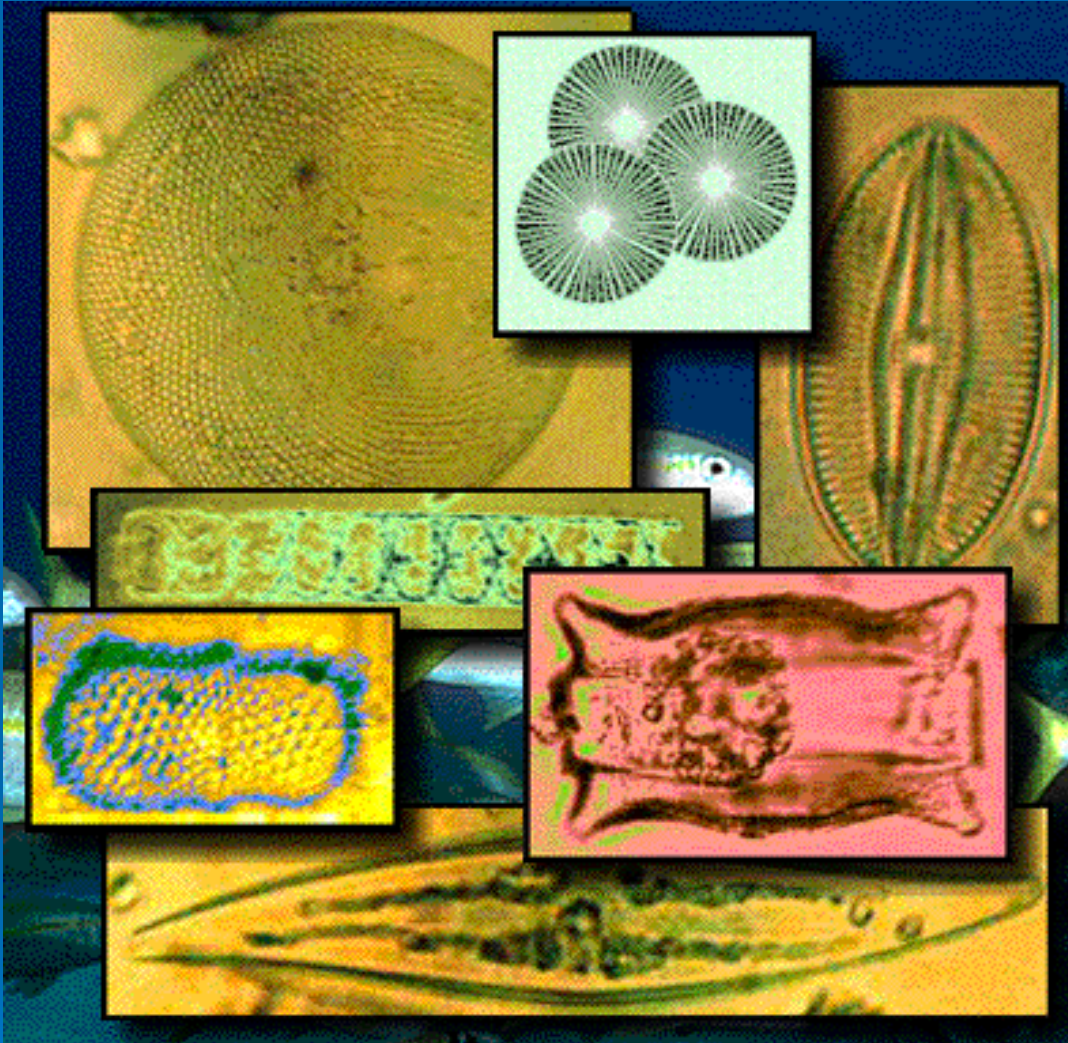


Продуктивность планктона в мировом океане (спутниковая съёмка)



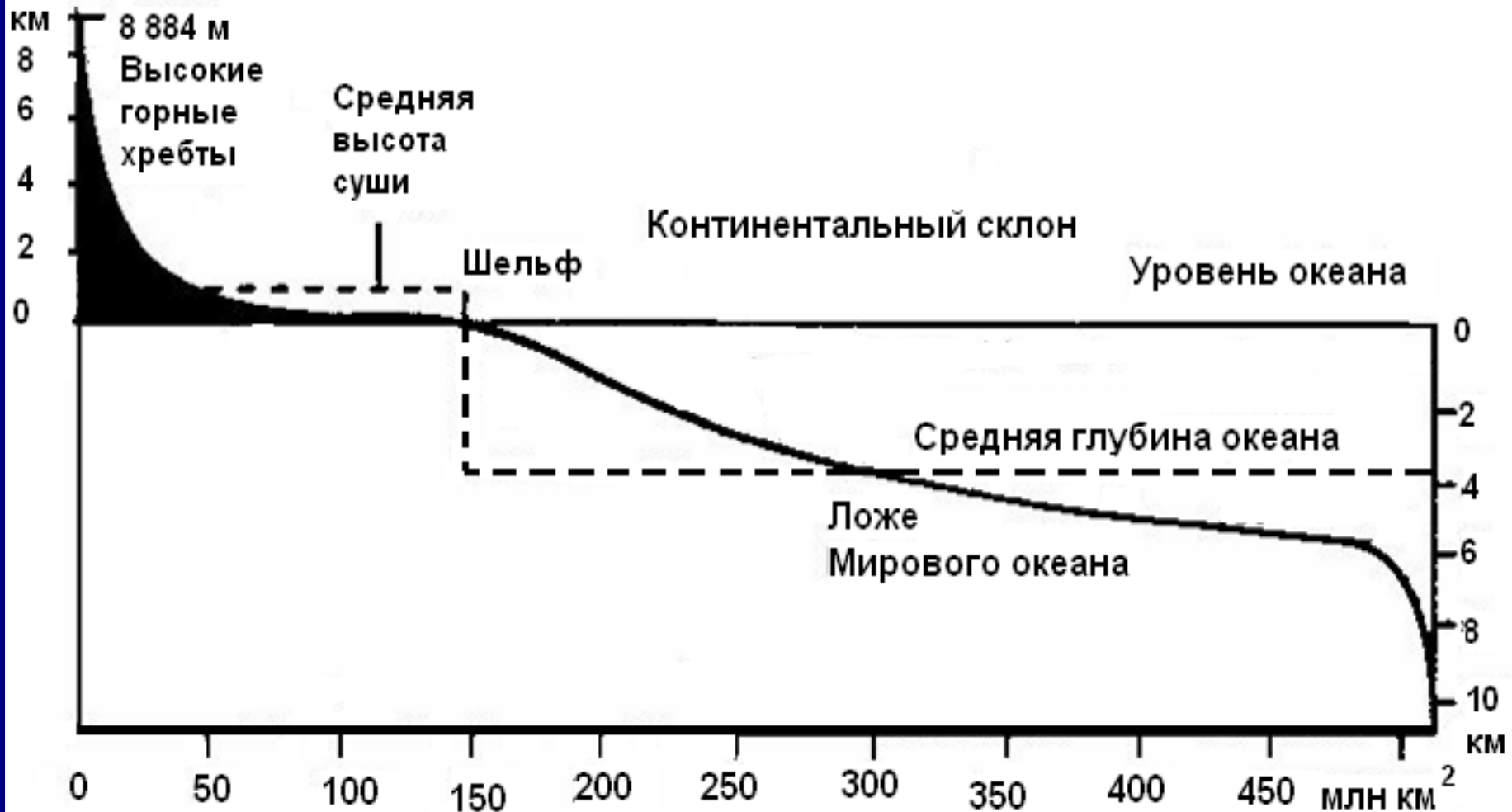
Distribution of phytoplankton in the ocean. Produced by scientists at the NASA Goddard Space Flight Center from data taken by the Coastal Zone Color Scanner on the NIMBUS 7 satellite, the image is an ensemble of data from different seasons. Red, yellow: high concentrations; blue, purple: low concentrations. (Source: Courtesy of NASA.)

Microscopic green plants, called phytoplankton, form the lowest level of the marine food web and play important roles in many geochemical processes



Гипсографическая кривая, изображающая относительные площади поверхности Земли на различных уровнях

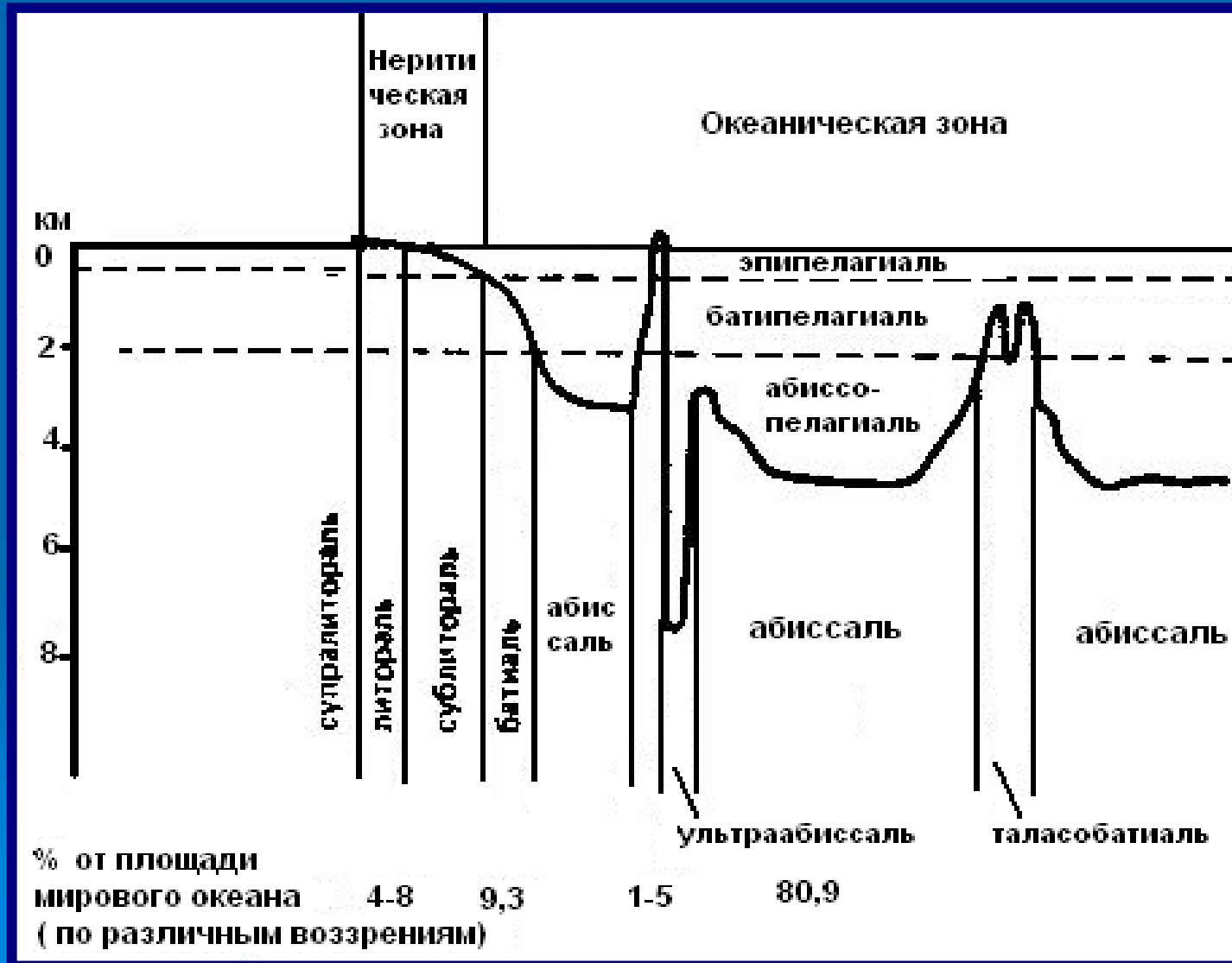
(по Т.Я.Дубнищевой, 1997)



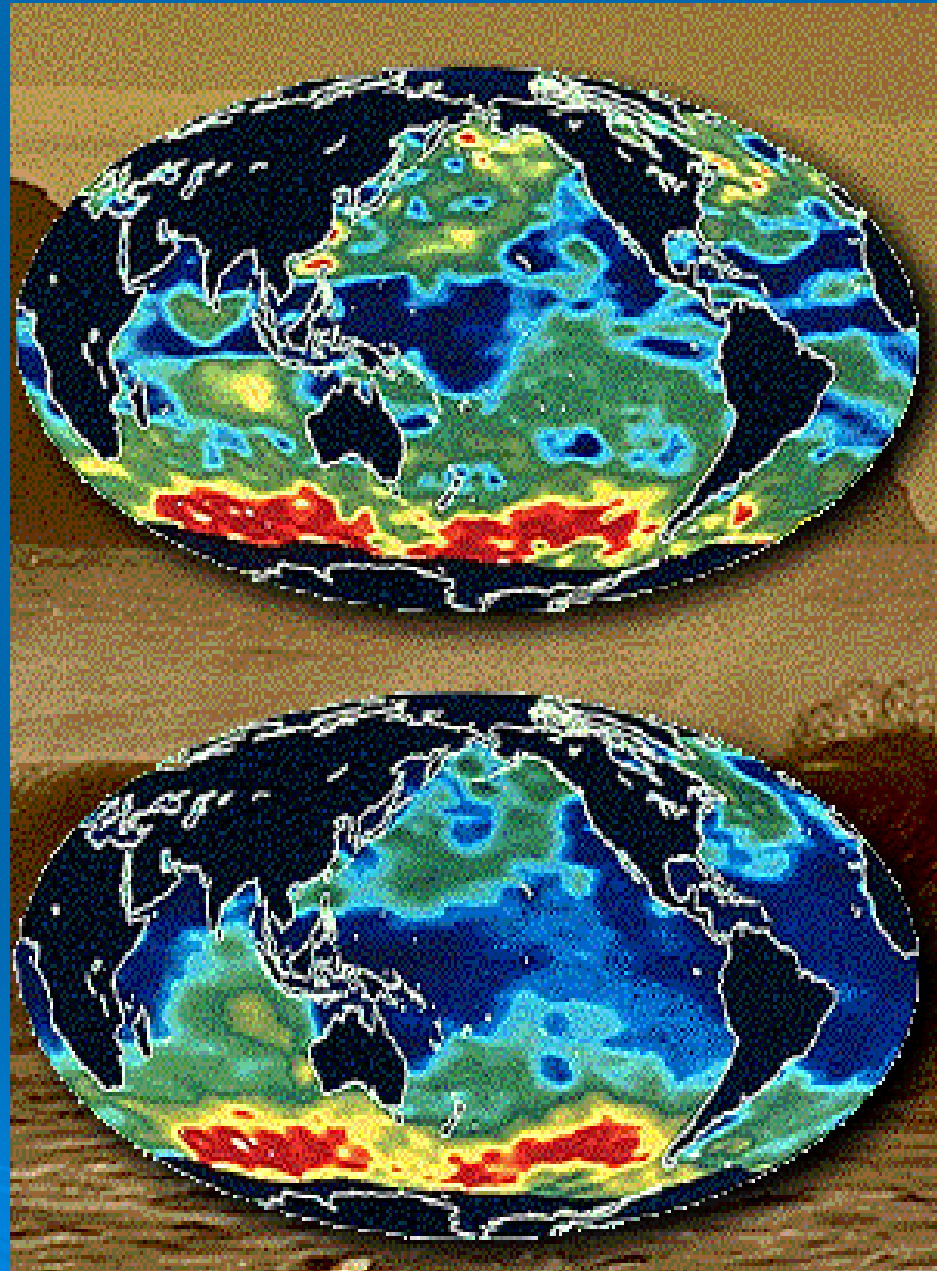
Вертикальная и горизонтальная зональность в море



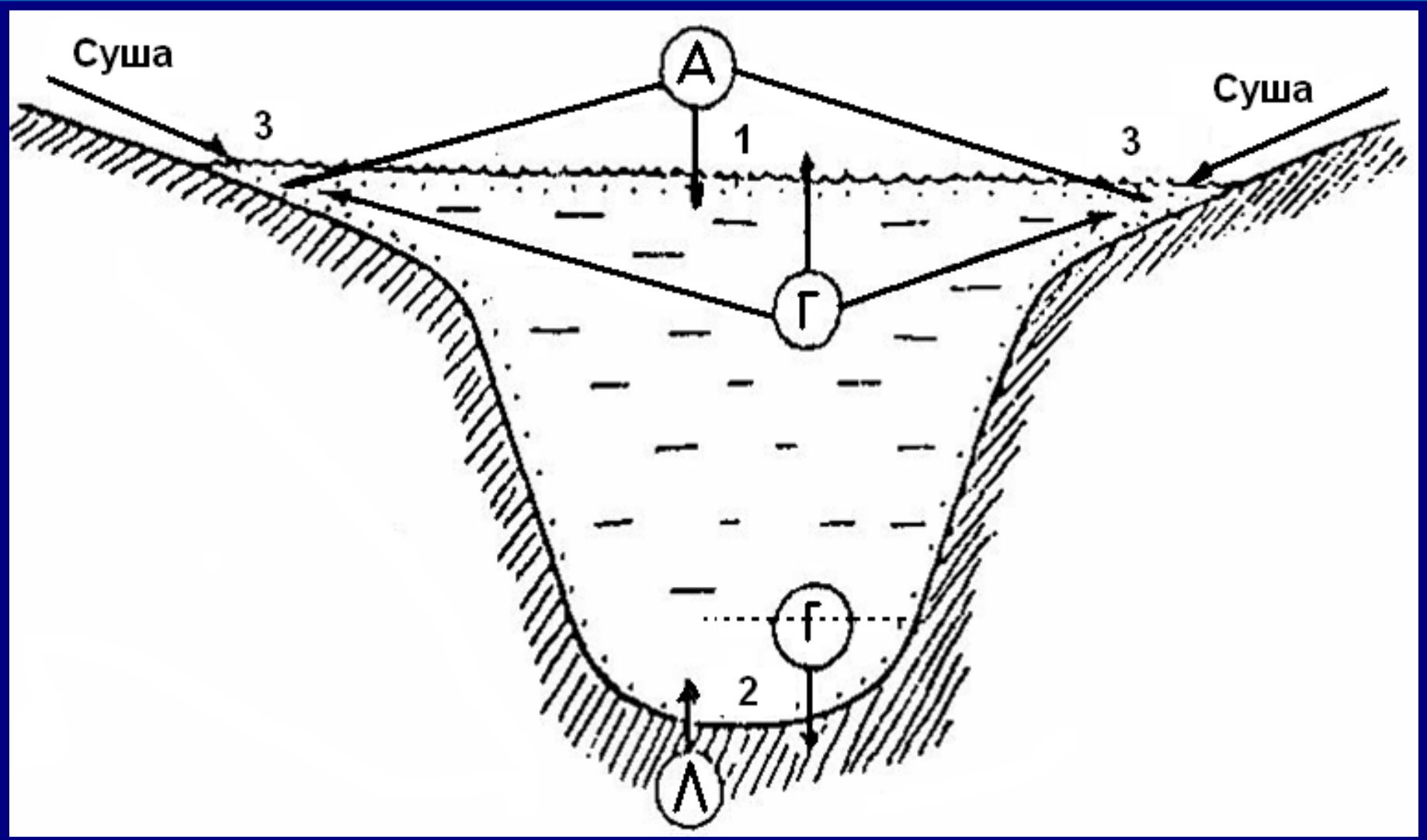
Вертикальная экологическая зональность (по Н.Ф.Реймерсу, 1990)



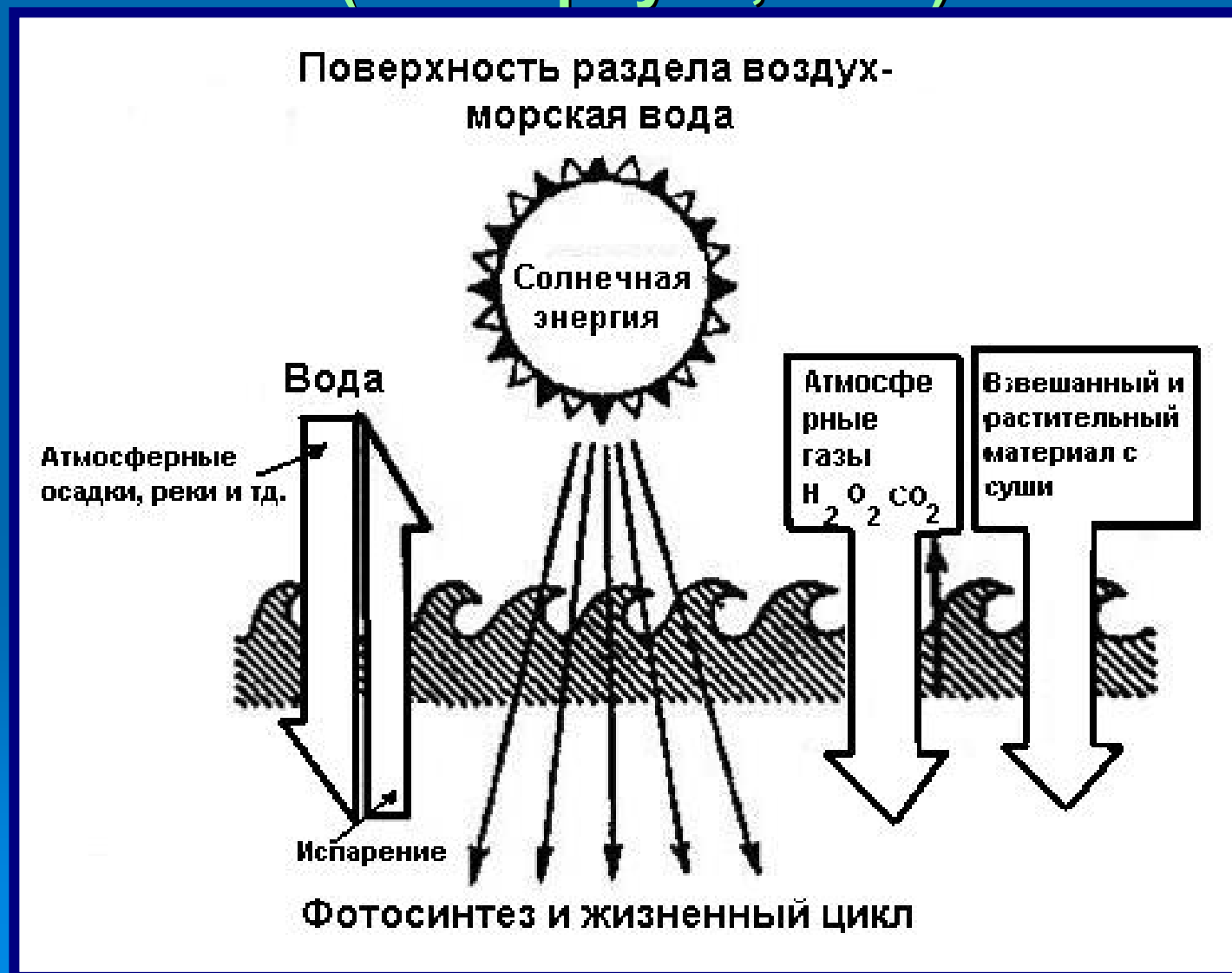
The bottom image indicates the wave heights in the oceans during the same period. Wave height is determined by the shape of the radar pulse returned by the ocean's surface. In this image, the highest waves occur in the Southern Ocean, where waves up to 6 meters high (represented in red) are found. The lowest waves (indicated by dark blue) are found primarily in the tropical and subtropical oceans, where the winds tend to be lighter.



Модель физико-географической и природно-хозяйственной структуры океана



Некоторые процессы переноса через поверхность раздела воздух – морская вода (по Хорну Р., 1972)

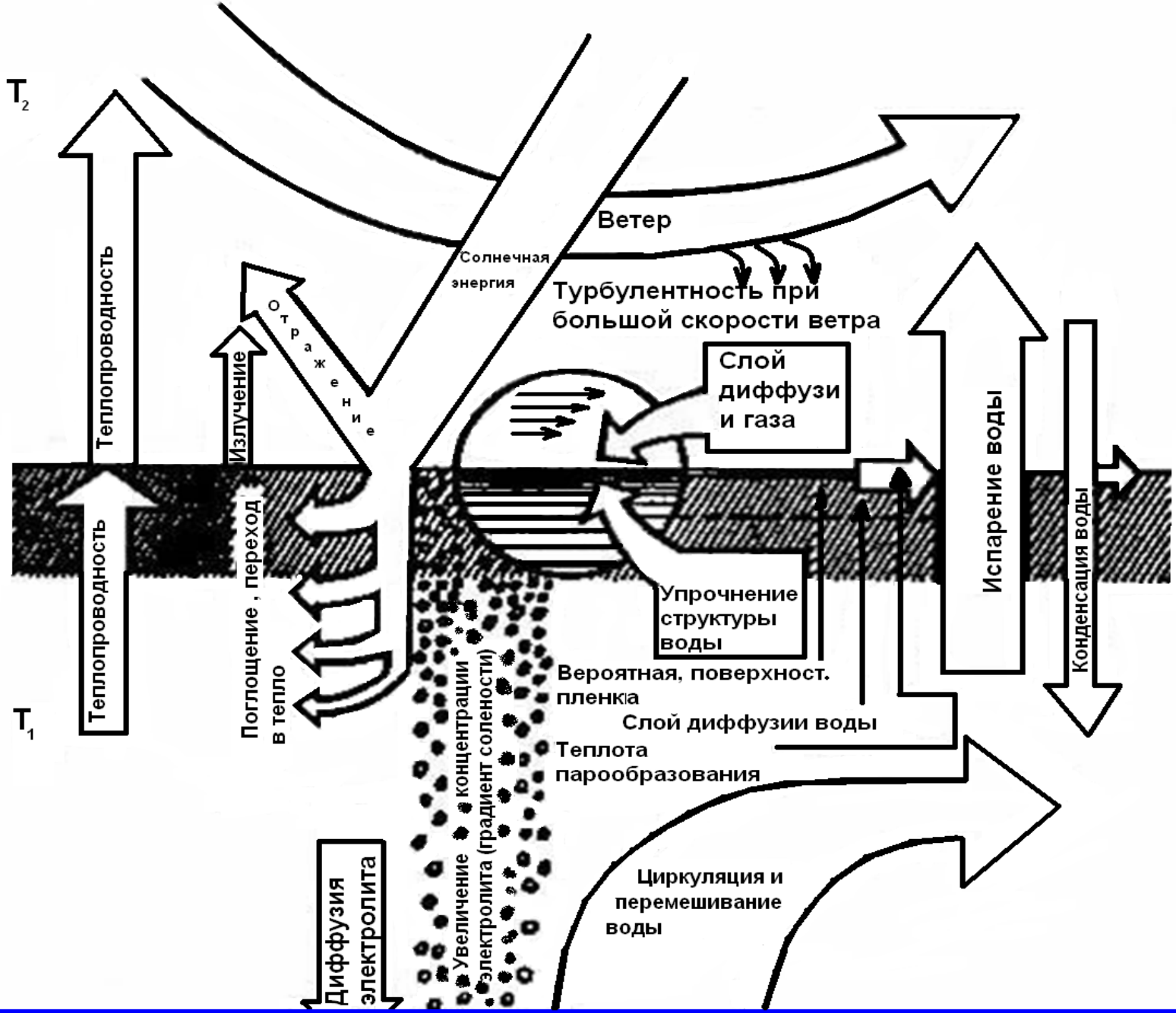


Баланс моря (по В.И.Вернадскому, 1960)

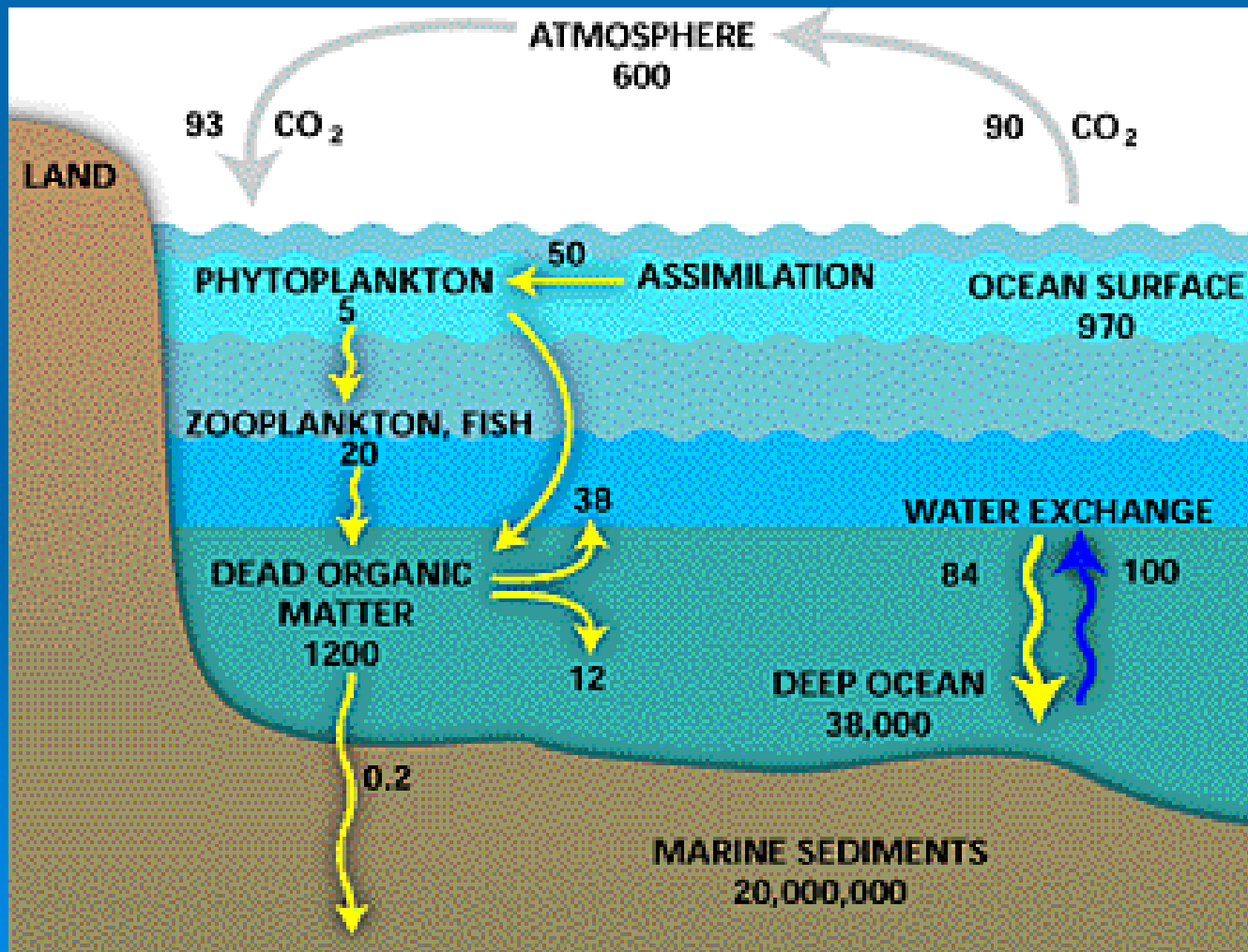
А.Вещество приносится в море из суши и атмосферы		В.Вещество уносится из моря на сушу и в атмосферу
Осадки – дождь и снег, ветер	Приносят пыль; Осадки несут	Испарение воды, уносящие не только воду, но и NaCl и т.д.**
Организмы суши вещества в растворе		Ветер и брызги Морские нерастворимые осадки, создающие дно.
Растворение океаном		Газовый обмен, уход газов при изменении температуры и давления.
Космическая пыль и газ		Переходы морских организмов на сушу. Питание морскими организмами организмов суши. Деятельность человека.
Реки, приносящие в океан огромные количества вещества в растворе и взмученном состоянии.		
Поглощение газов морской водой из атмосферы.		
Деятельность человека.		
Вулканические извержения подводные и наземные.*		

T_2

T_1



This illustration shows the estimate of the carbon exchange between the ocean and the atmosphere. All quantities are in billions of metric tons.



Морские подводные россыпи

Их роль в последние годы резко возросла.

Как правило, это дельтовые россыпи или погруженные прибрежно-морские россыпи.

Находятся на различных глубинах и расстояниях от берега.
Протяженность иногда до 1600 км.

Касситерит – Индонезия

h = 35 м, l от берега – 10-50 км.

Содержание – кг/м³.

Золото – Аляска

h = 5-60 м, l от берега – 5 км.

Мощность слоя песка – 6 м.

Алмазы – Западное побережье Африки

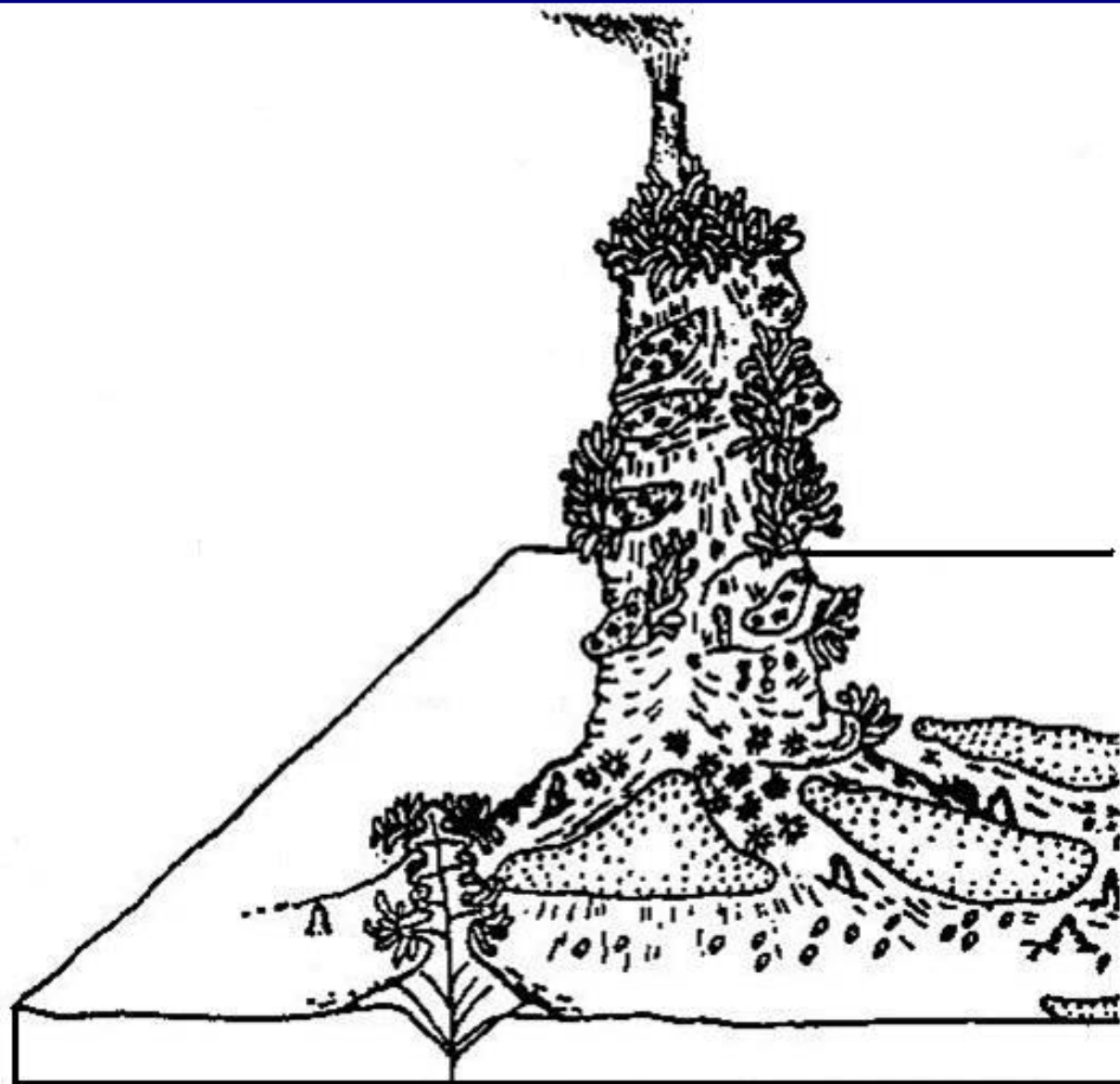
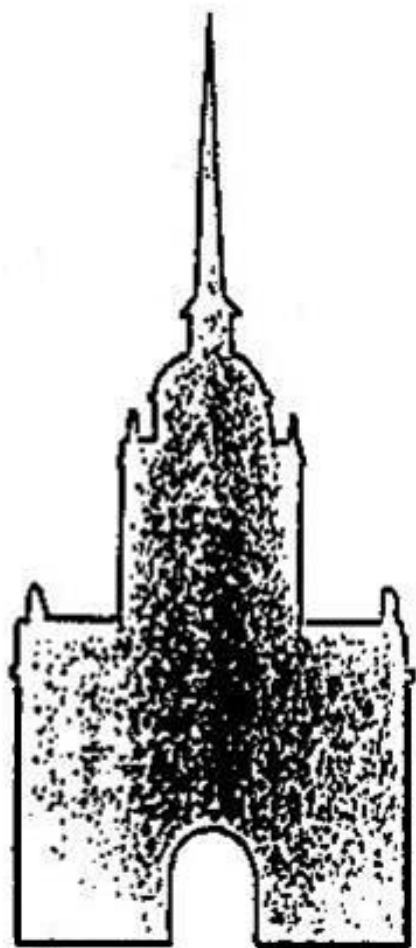
h до 120 м, l от берега – 5 км.

Протяженность 1200 км

5 карат/1 г. (в коренных – 0,5 карата м³)

Добывается ~ 300 тыс. карат

Проблема международного урегулирования.



"Черный курильщик" , его высота около 120 м.

Современное гидротермальное рудообразование на дне океанов

В зонах СПРЕДИНГА на дне океанов выявлены многочисленные точки, в которых зафиксированы источники ТЕРМАЛЬНЫХ рассолов, из которых образуются мощные сульфидные залежи:

Район ГАЛАПАГОС, КРАСНОЕ МОРЕ (впадина Атлантис) и др.
Хребёт Хуан де Фука.

Атлантис: Запасы солевых термальных отложений >100 млн.тонн.

Содержат:

Fe>29%

Ag-60 г/т

$Sr^{87}/Sr^{86} = 0,7034$

Zn-2-5%

Au-5 г/т

Cu-3-9%

Это современный аналог многих древних стратиформных отложений (Джезказган, Маунт-Айза (Австралия), Салливан (Канада) и др. месторождений Pb, Zn, Cu)

Месторождения, образованные термальными донно-океаническими источниками.

Состав сульфидных руд Мирового океана

Элементы	Срединно-атлантический хр.	Вост.-Тих. поднятие	Хуан-де-Фуна	Галапагосский хр.
Fe, %	17,6-30,2	23,1-28,7	5-24,7	
Cu, %	2,01-16,25	0,61-1,89	0,06-0,61	
Zn, %	1,39-4,06	2,80-5,93	11,48-28,84	
Ba, %	0,05-0,09	0,07	0,03-1,37	
Pb г/т	260-460	230-1160	1920-2150	
Co	15,9-103,8	44-62,1	5,4-10,5	
Ni	38-45	2,7-56,5	25,8	
As	62-67	431-480	421-711	
Cd	52	122-493	134-550	
Ag	42,7-48,6	121,3-172,6	63,1-165,2	
Au	1-12,85 (до 70 г/т)	0,18	0,13-4,42	
Mn	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1

Донные илы - почвы дна Мирового океана и вместилище железомарганцевых руд

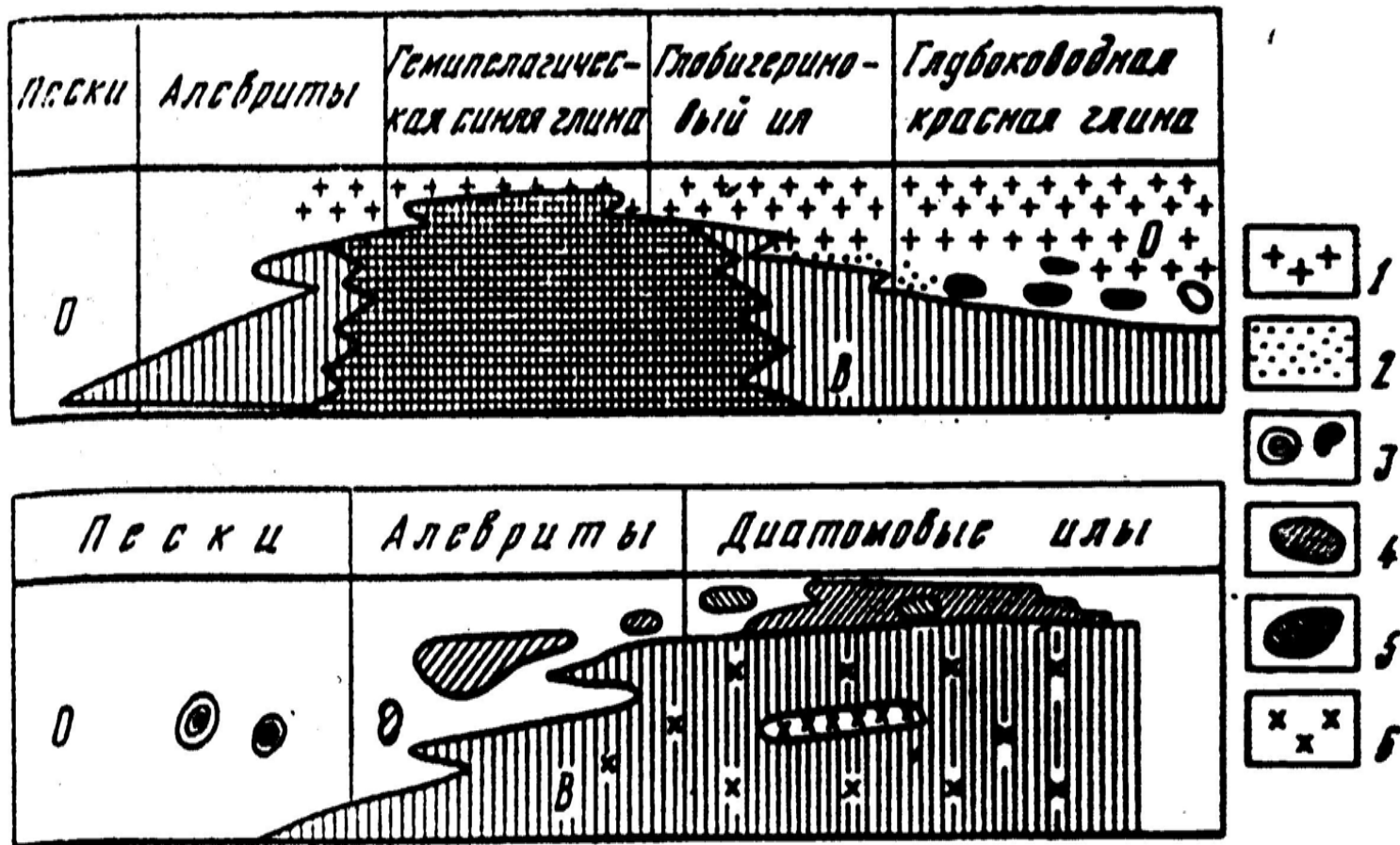
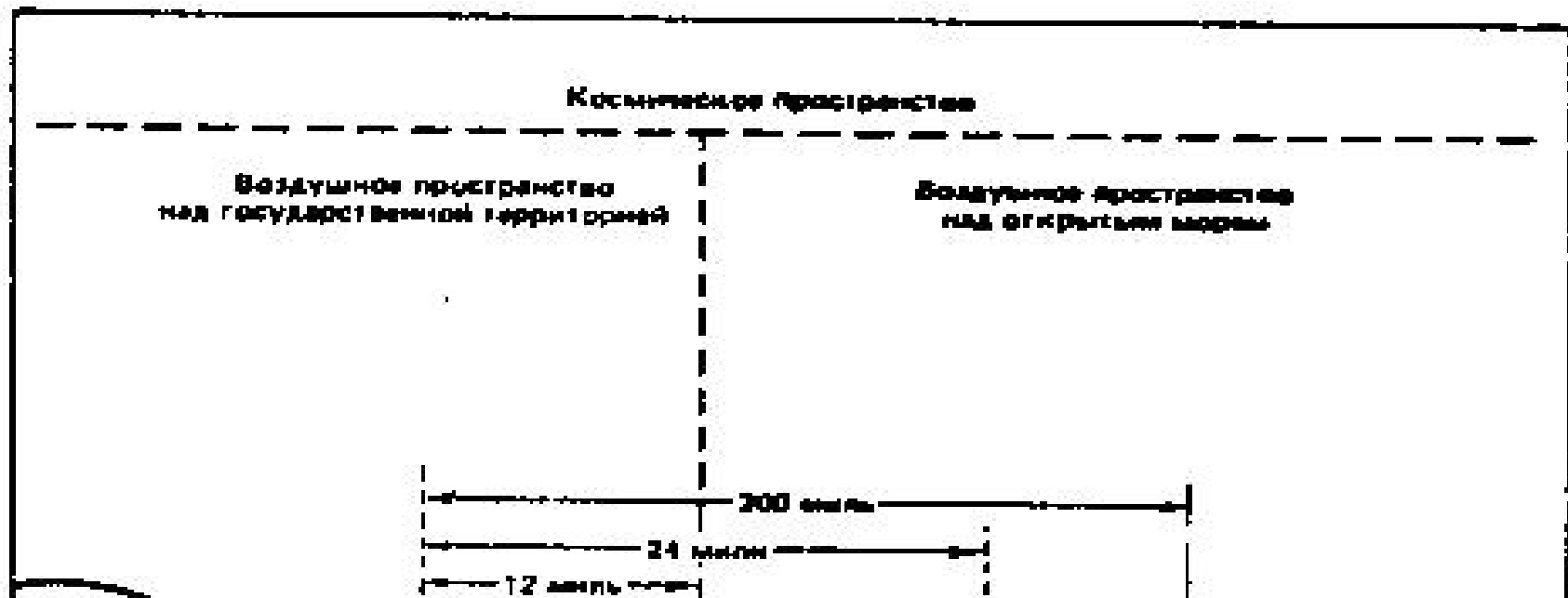


Рис. Зональность илов океана (вверху) и озера Байкал (внизу)



ГИДРОСФЕРА			
Нарушение баланса:	-	9	Гл.образом за счет ирригации и водохранилищ
Безвозратное водопотребление	430-570 км ³ /год	-	В основном за счет получения воды из скважин. Данные различных авторов расходятся.
Безвозратный сток с суши в океан	2135x10 ⁶ т/год	В 3560 раз	Нефтяной пленкой покрыто до ¼ поверхности Мирового океана.
Загрязнение нефтью	-	в среднем с XIX в.	Местами геохимические аномалии отстают от катастрофического уровня на один порядок величин
Загрязнение тяжелыми металлами		в. В 10-15 раз	

ЛИТОСФЕРА

Горная порода
(извлечение из
недр)

Скорость
разрушения
почвенного
покрова
(ускорение)
Рост площади
пустынь за
исторический
период

10^{11} т/год

-

$10\ 065\ 000\ \text{км}^2$

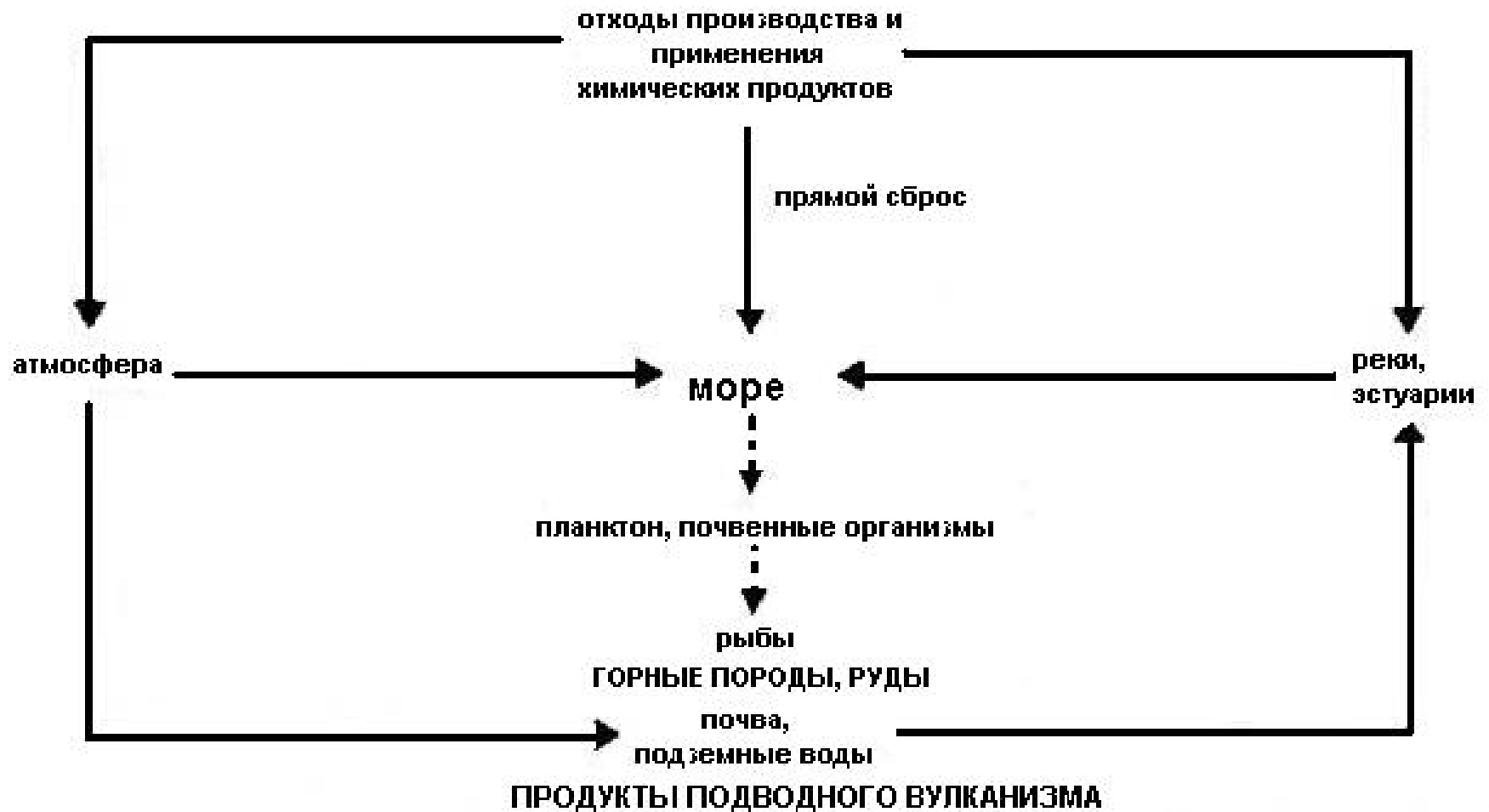
Более 300 от
объема твердых
веществ,
вовлекаемых в
биотический
круговорот суши
От 4-6 до 12000
раз

0,7

На долю собственно руд
приходится около 1%
извлеченных материалов

В настоящее время от 10 до 44
га в минуту. Данные разных
авторов не совпадают.

<p>ЭНЕРГЕТИКА Прямое производство энергии (ок.10^{10} т.у.т.)</p>	<p>8×10^{12} Вт</p>	<p>Около 0,02 от энергии Солнца, приходящейся к поверхности Земли, до 25 от энергии фотосинтеза</p>	<p>Размер изменения энергетики планеты человеком пока недостаточно изучен. Данные различных авторов резко расходятся. Считается, что достигнутый уровень энергопроизводства отстоит от критического для биосферы на один порядок величин.</p>
<p>От повышения концентрации CO_2 От антропогенного запыления</p>	<p>До 60×10^{12} Вт</p>	<p>Больше энергии фотосинтеза</p>	<p>-</p>
<p>От выжигания растительности Потеря от ирригации и испарения с поверхности водохранилищ</p>	<p>6×10^{12} Вт</p>	<p>Около 0,4 от энергии, рассеиваемой при испарении</p>	<p>Число нуждается в уточнении</p>
<p>От выжигания растительности Потеря от ирригации и испарения с поверхности водохранилищ</p>	<p>6×10^{12} Вт</p>	<p>-</p>	<p>-</p>
<p>Изменение среднеглобальной температуры (прогнозируемое)</p>	<p>150×10^{12} Вт</p>	<p>-</p>	<p>-</p>
<p>Изменение среднеглобальной температуры (прогнозируемое)</p>	<p>1,3-3,0⁰</p>	<p>10-25 от среднеглобальной температуры</p>	<p>Числа, вероятно, завышены из-за несовершенства моделей климата.</p>

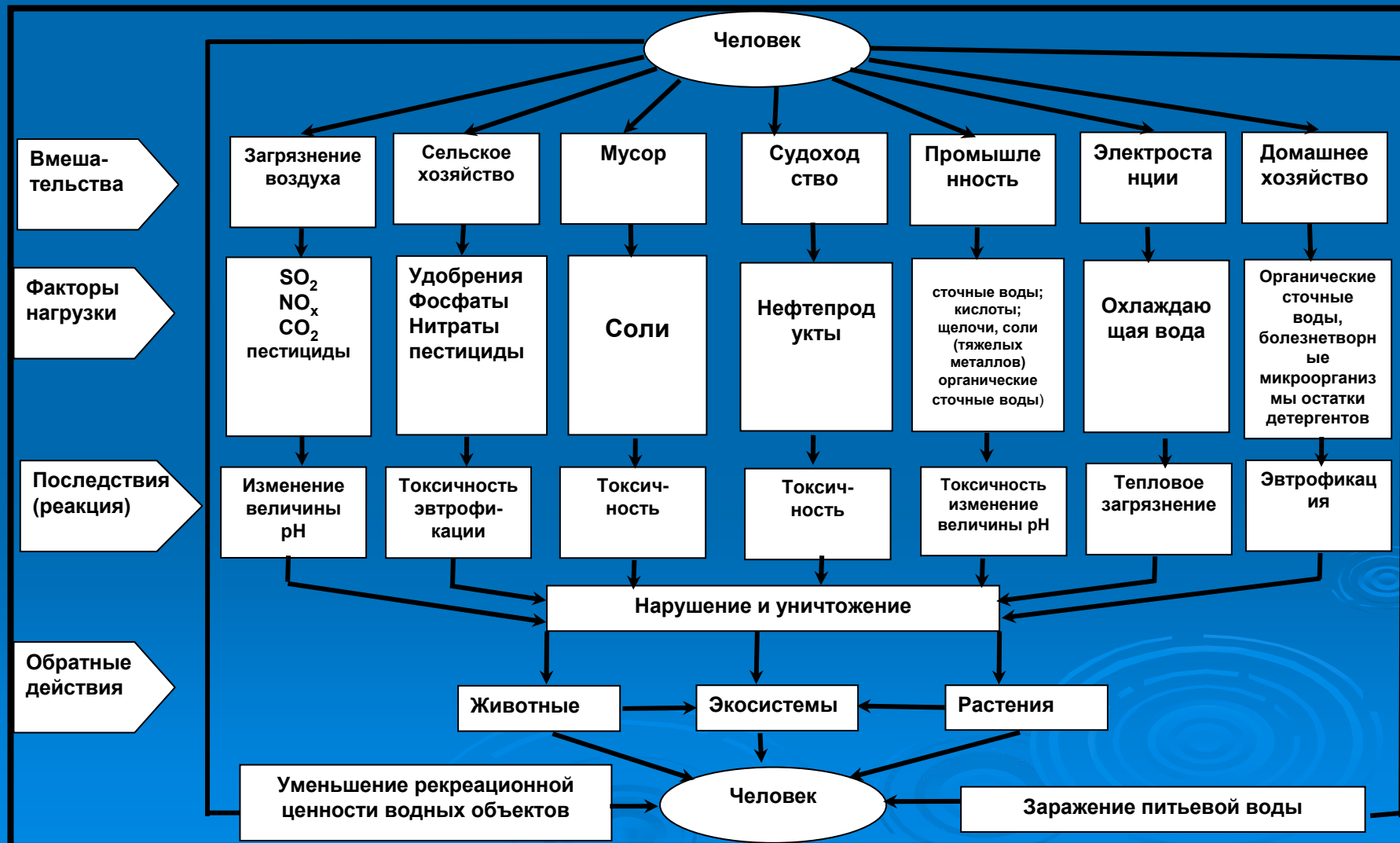


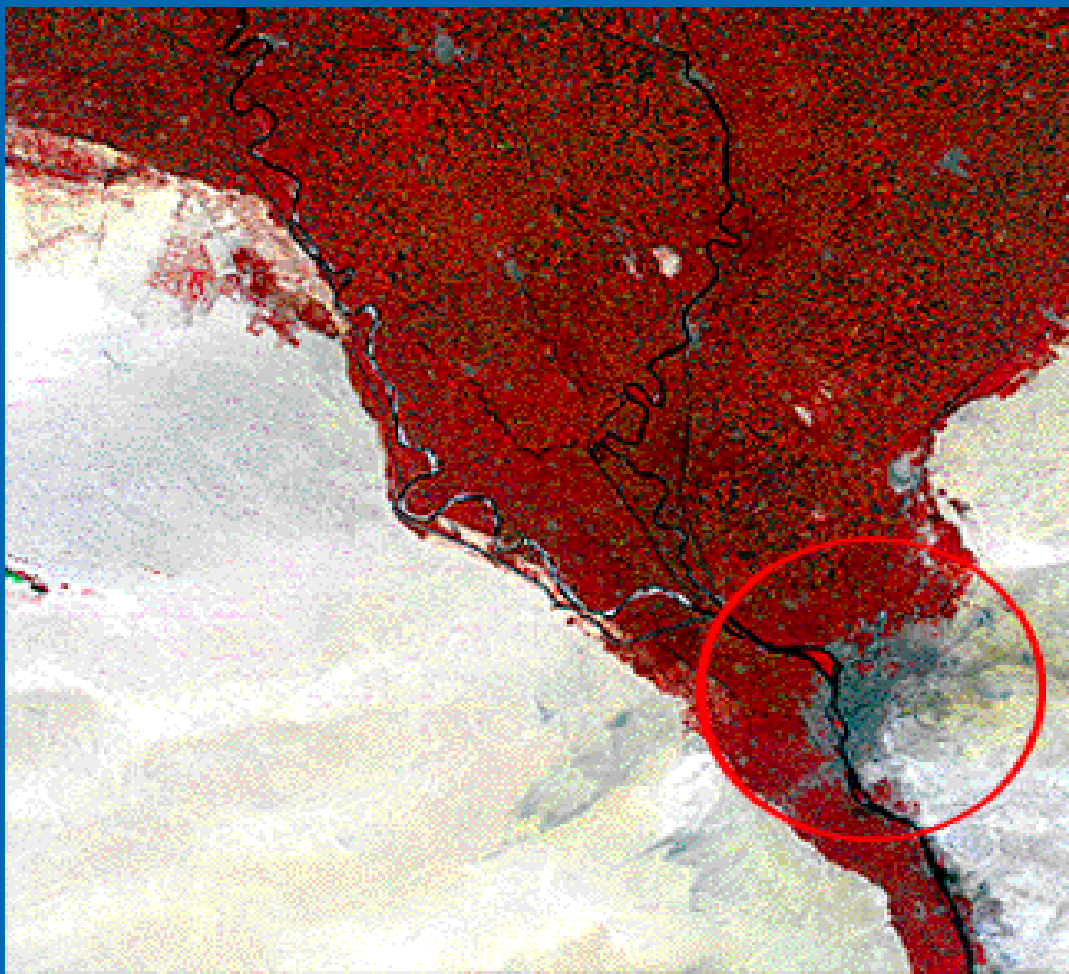
Пути попадания загрязняющих веществ в море
С ДОПОЛНЕНИЕМ

(ЭС "Окружающая среда", 1993)

Антропогенные нарушения функционального круговорота на примере водной экосистемы

(«Окружающая среда», 1993)

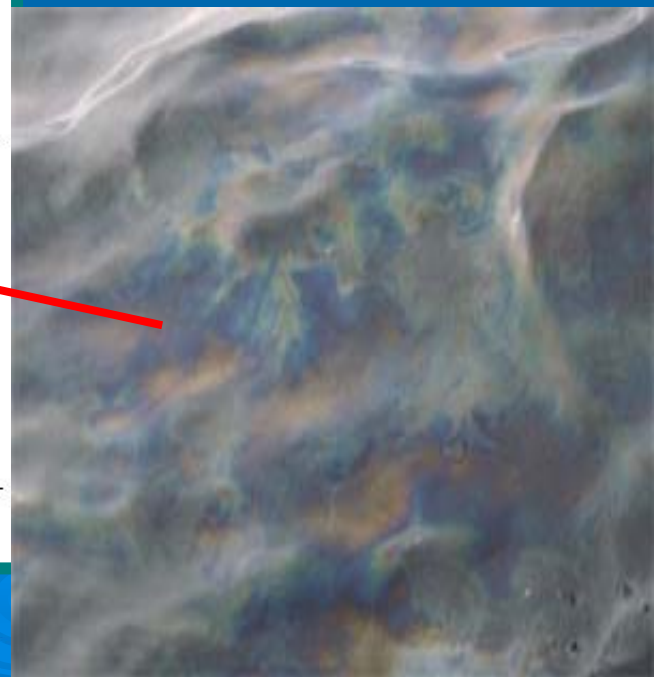
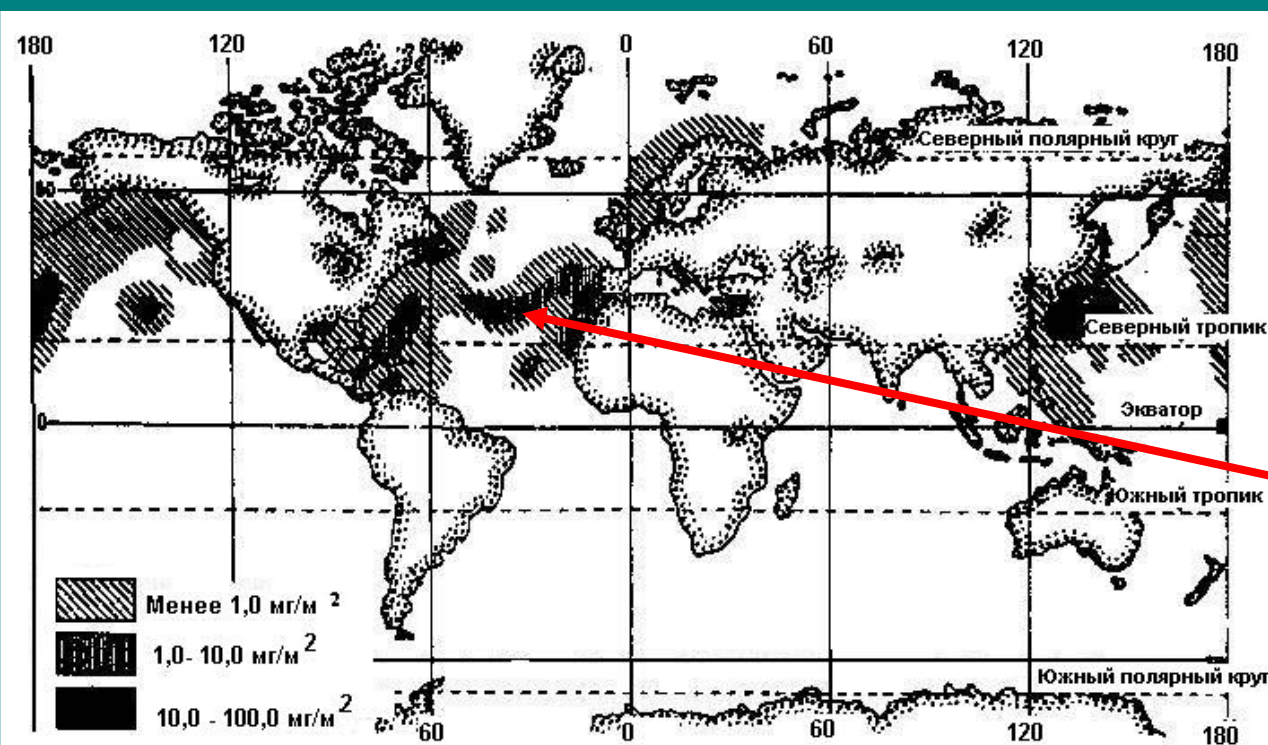




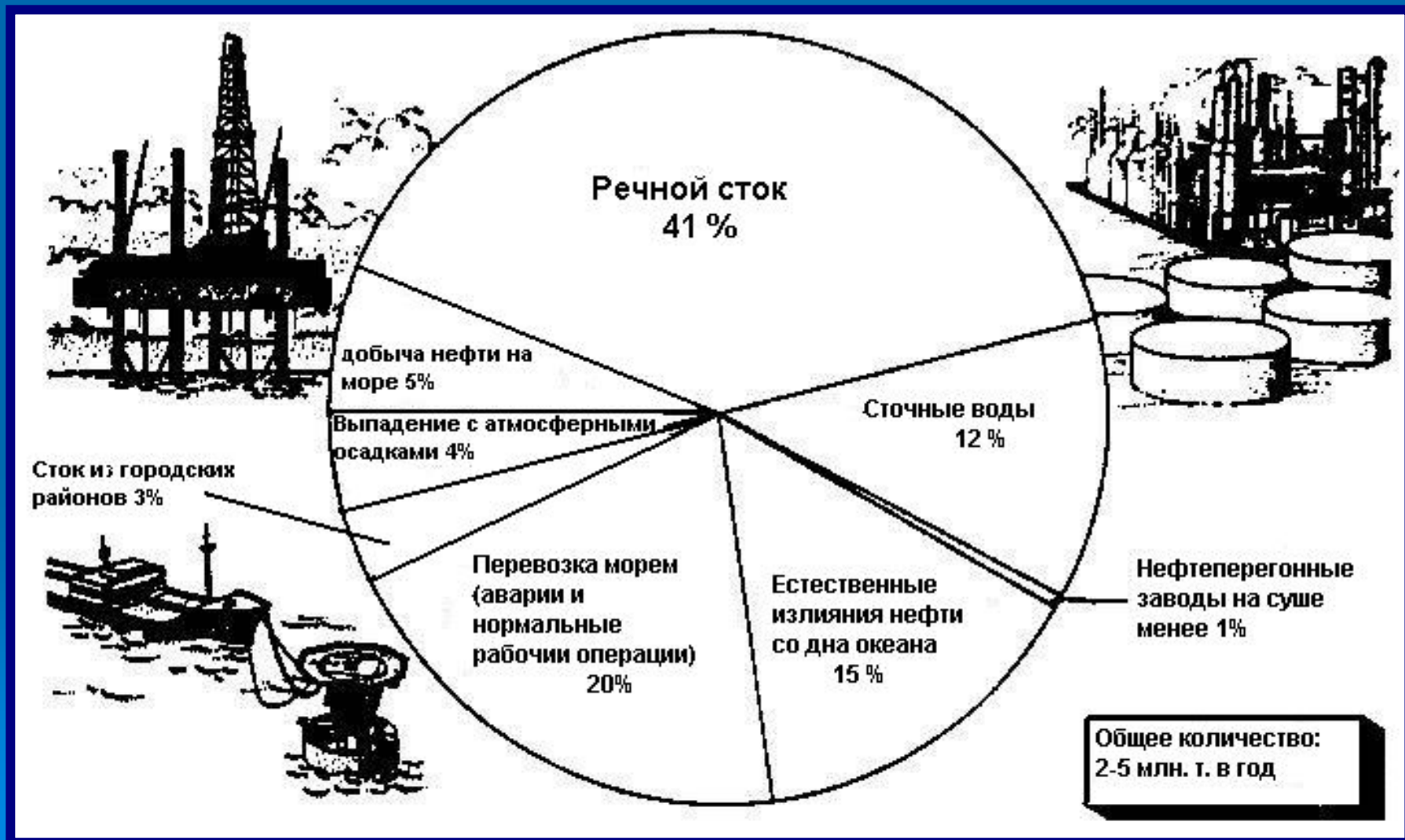
The Landsat Multi Spectral Scanner (MSS) image at the right is of modern-day Cairo, Egypt which lies adjacent to the Nile River and its delta. The delta is shown in maroon, the city (in the red circle) is gray and the surrounding desert is tan.

Концентрация нефтяных агрегатов на поверхности Мирового океана (по Н.Ф.Реймерсу, 1990)

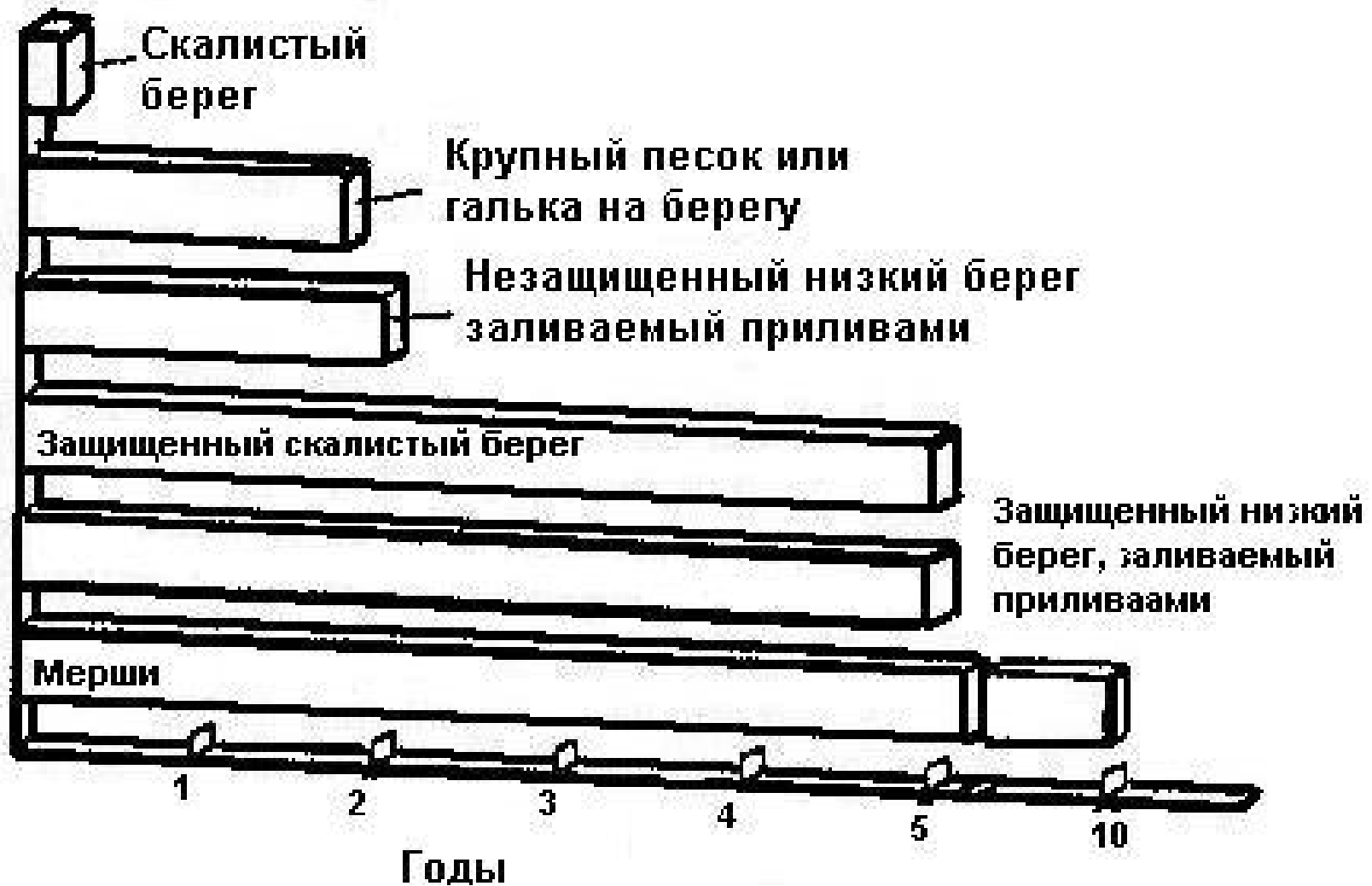
Загрязнение Океана нефтью (спутниковая съёмка)



Источники загрязнения нефтью мировых водоемов на начало восьмидесятых годов (По П.Ревель и др., 1995)



"Окружающая среда", 1993



Наносы некоторых крупнейших рек (млн. т)

Река	Страна	Ежегодные наносы	Река	Страна	Ежегодные наносы
Хуанхэ	Китай	1600	Иравади	Бирма	299
Ганг	Индия	1455	Коси	Индия	172
Амазонка	Несколько стран	363	Меконг	Несколько стран	170
Миссисипи	США	300	Нил	Несколько стран	111

Источники: S.A. El-Swiafy, E.W.Dangler, "Rainfall Erosion in the Tropics: A State of the Art", American Society of Agronomy, Soil Erosion and Conservation in the Tropics (Madison, Wisc.: 1982).

The photo at the left was taken from the space shuttle on September 7, 1985, showing waters of the Mahajamba Bay on Madagascar Island. This sedimentation, seen flowing to the left into the bay, is a result of extreme erosion due to deforestation.



Темпы заилнения некоторых водохранилищ

Страна	Водохранилище	Ежегодные темпы заилнения (т)	Период полного заилнения (лет)
Египет	Асуанская высотная плотина	139 000 000	100
Пакистан	Мангла	3 700 000	75
Филиппины	Амбуклао	5 800	32
Танзания	Матумбулу	19 800	30
Танзания	Кисонго	3 400	15

Источник: S.A. El-Swiafy, E.W.Dangler, "Rainfall Erosion in the Tropics: A State of the Art", American Society of Agronomy, Soil Erosion and Conservation in the Tropics (Madison, Wisc.: 1982)

Coastal Change

