

Глобальные проблемы экологии Загрязнение окружающей среды

*Рихванов Леонид Петрович
Заведующий кафедрой Геоэкологии и геохимии
Томского политехнического университета
Доктор геолого - минералогических наук,
профессор*

Нагрузка на природную среду превысила потенциальную ёмкость биосферы (по Д.Медоузу и др.,2007)



Рис. В-1. Нагрузка на окружающую среду и уровень самоподдержания (потенциальная ёмкость биосферы)

График показывает, что нагрузка на окружающую среду (экологический след) превышает потенциальную ёмкость биосферы (уровень самоподдержания Земли) с начала 1980-х годов.

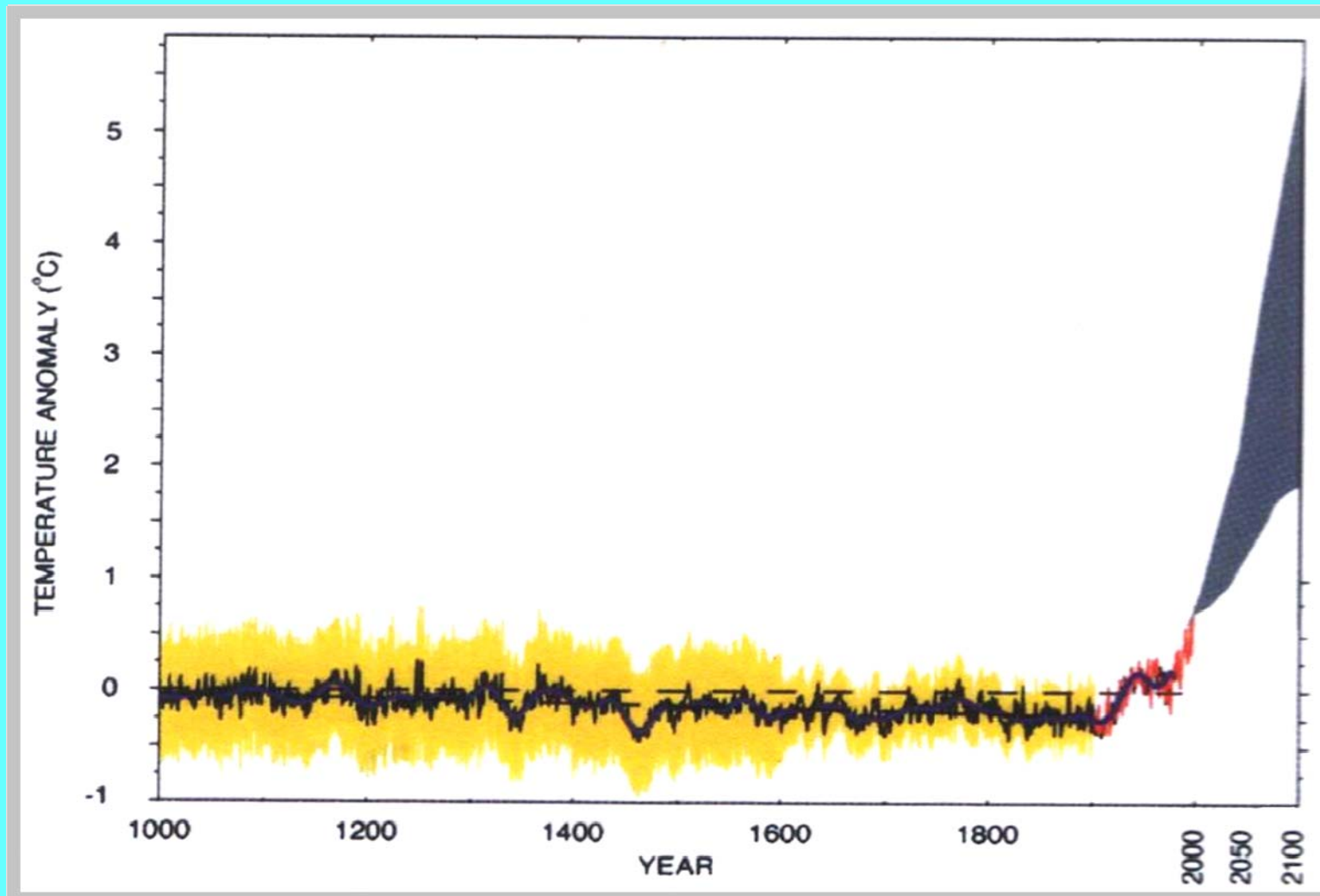
Изменение природы человеком (по Реймерсу, 1990)

Экологический компонент и его составляющие	Производство, изменение, выброс или размер использования человеком в абсолютных числах	Производство, изменение, выброс или размер использования человеком в процентах (от природного количества)	Примечание
АТМОСФЕРА Кислород (потребление)	2×10^{10} т/год	Приблизительно в 1000 раз больше прихода ($\times 10^7$ т/год). От 12 до 23 от вырабатываемого биосферой	Данные различных авторов расходятся. Признается, что биосфера не восполняет антропогенного расхода кислорода, однако убыль кислорода в атмосфере приборами пока не регистрируется.
ОЗОН (разрушение)	-	К 2000 г. До 8-16, по ряду источников не более 4.	За счет агентов, в настоящее время уже имеющих в атмосфере. Вопрос недостаточно изучен. См. Дыра озоновая
УГЛЕКИСЛЫЙ ГАЗ (увеличение)	7×10^{10} т/год	С XIX в. на 18, всего на 25	В последние годы темпы увеличения содержания снизились
АЗОТ (увеличение) Загрязнение атмосферы: Сернистый ангидрит Окись азота Другие соединения азота Окись углерода Взвешенные в воздухе вещества (аэрозоли)	- $1,5 \times 10^8$ т/год 5×10^7 т/год $1,5 \times 10^7$ т/год 3×10^8 т/год (960-2615) $\times 10^6$ т/год	На 110 75 7,1 1,0 1,0 100	- Наблюдается заметное подкисление осадков. См. Дождь кислотный. Предполагается, что малые атмосферные примеси (метан и др.) заметно изменяют климат планеты - Воздействуют на изменение температуры воздуха у поверхности Земли.

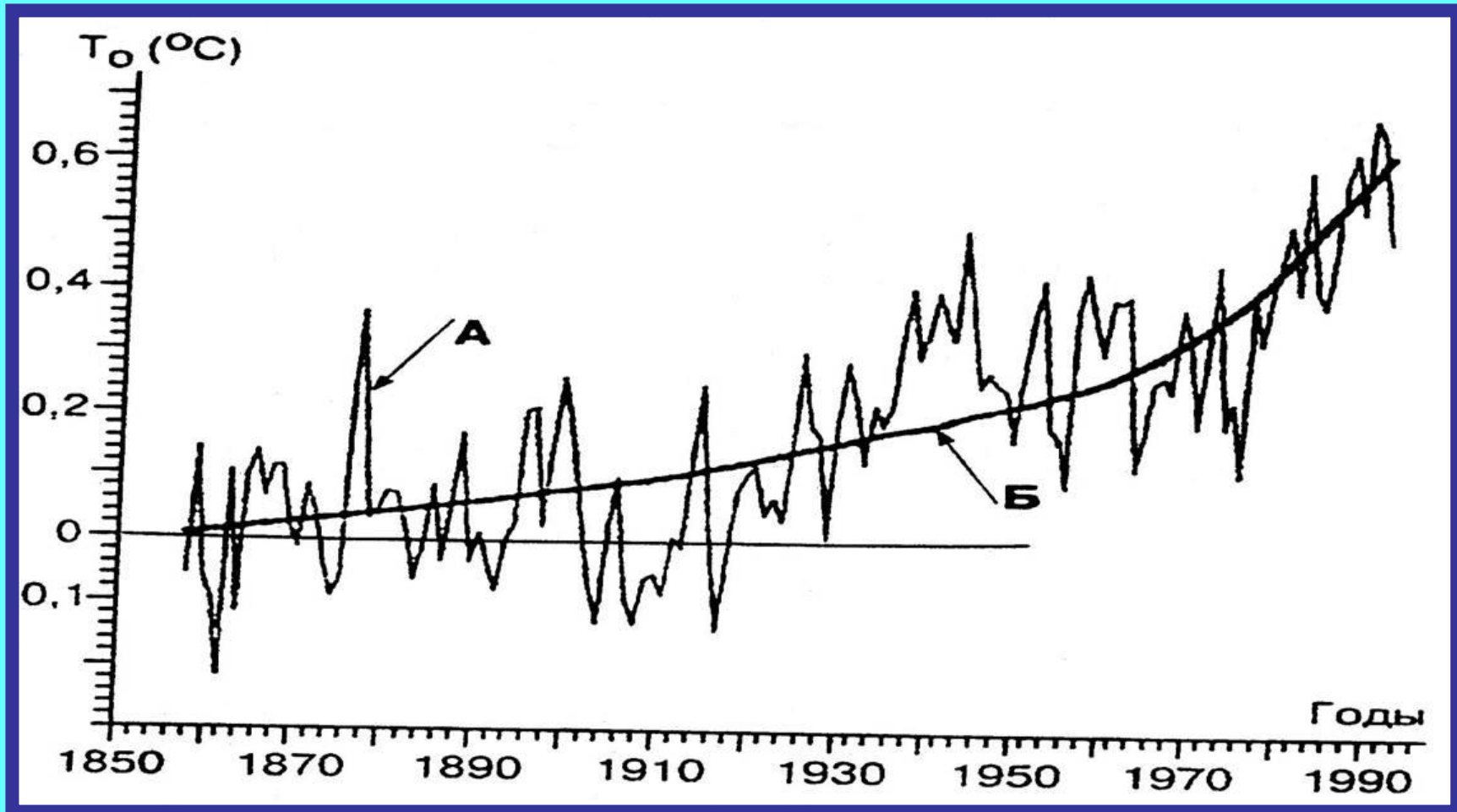
Глобальное изменение климата

- Климатическая система Земли изменилась как в глобальном, так и в региональном масштабах.
- Некоторые из этих изменений можно наверняка отнести к человеческой деятельности, тогда как другие объясняются природными региональными и глобальными факторами.
- В большинстве случаев основные факторы этого изменения за последние 100 лет обусловлены загрязнением атмосферы, от геологической, геохимической и геофизической деятельности человека (*техногенеза, по А.Е.Ферсману*), происходящими на фоне глобальных геодинамических процессов внутри нашей планеты.

Глобальное изменение климата. Похолодание или потепление? *Причина природная или рукотворная ?*



Приращение средней глобальной температуры $T_0(^{\circ}\text{C})$ по отношению к 1860 г.

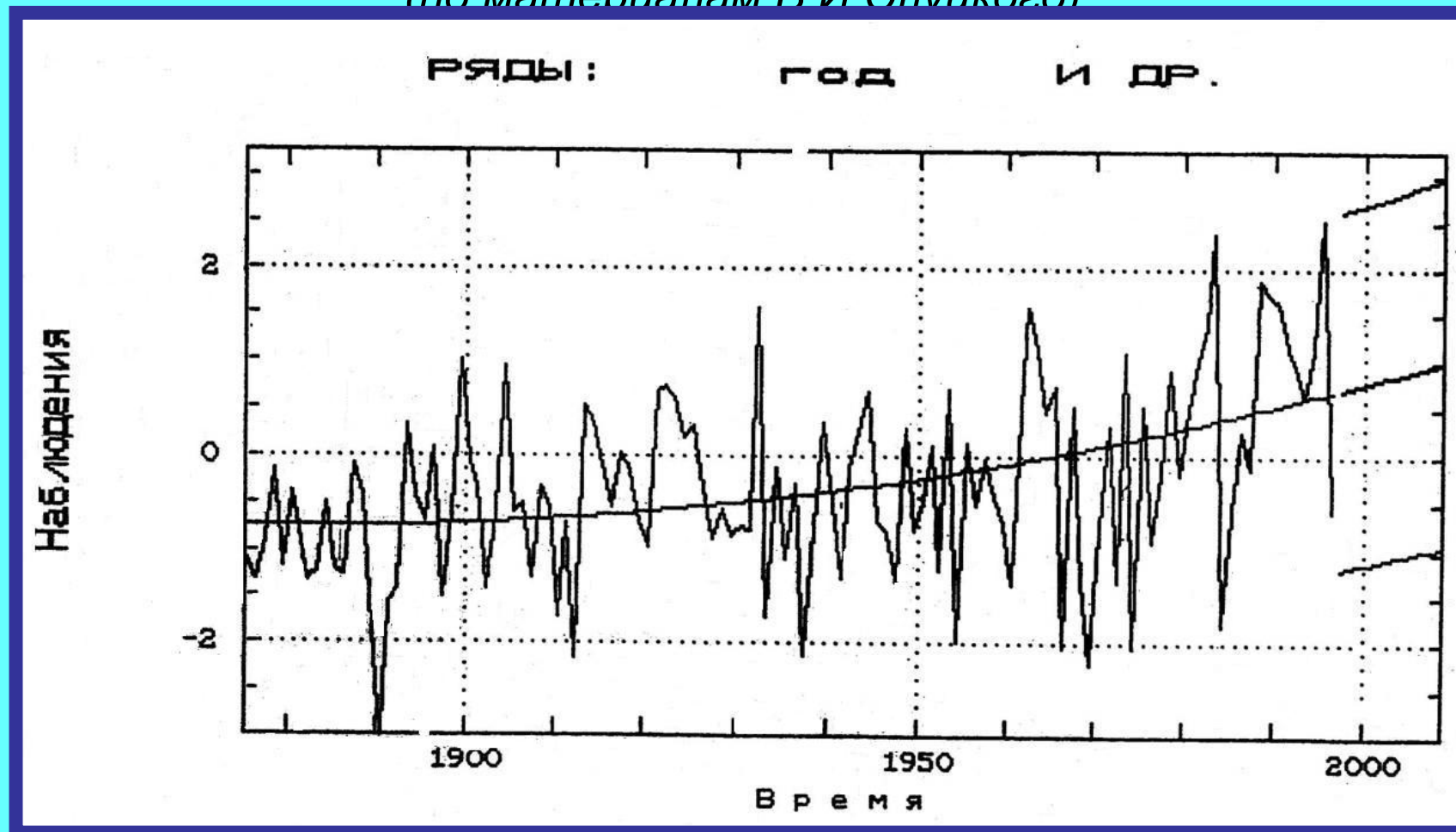


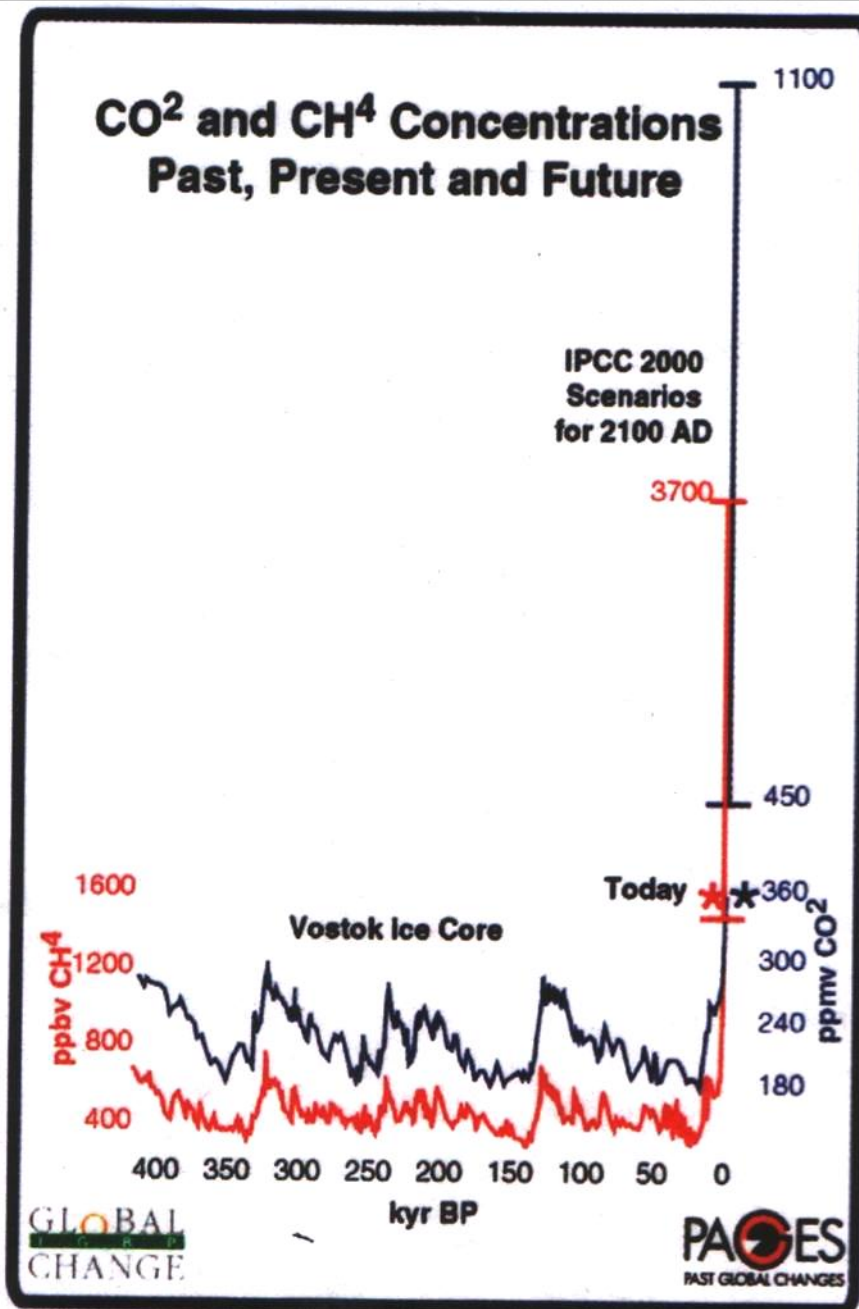
А- по результатам измерений

Б- по теоретической модели, учитывающей парниковый и антипарниковый эффект

Изменение среднегодовой температуры в районе г.Томска по данным метеонаблюдений с 1870 года

(по материалам В И Спужко)





- **Изменение концентрации..в прошлом** (по данным измерения газовых включений во льдах Антарктики), **настоящем и будущем (прогноз)**

Парниковые эффекты в истории Земли

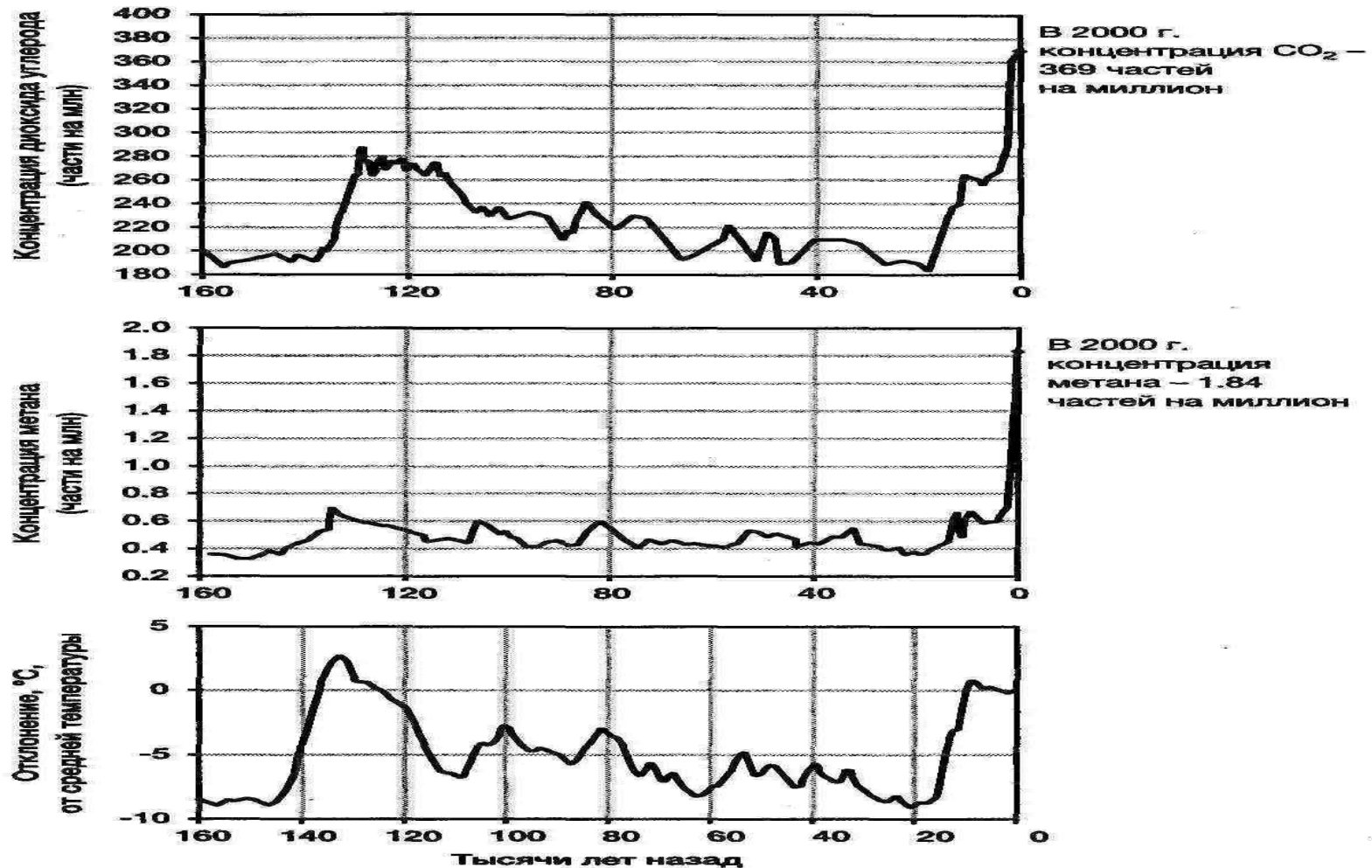
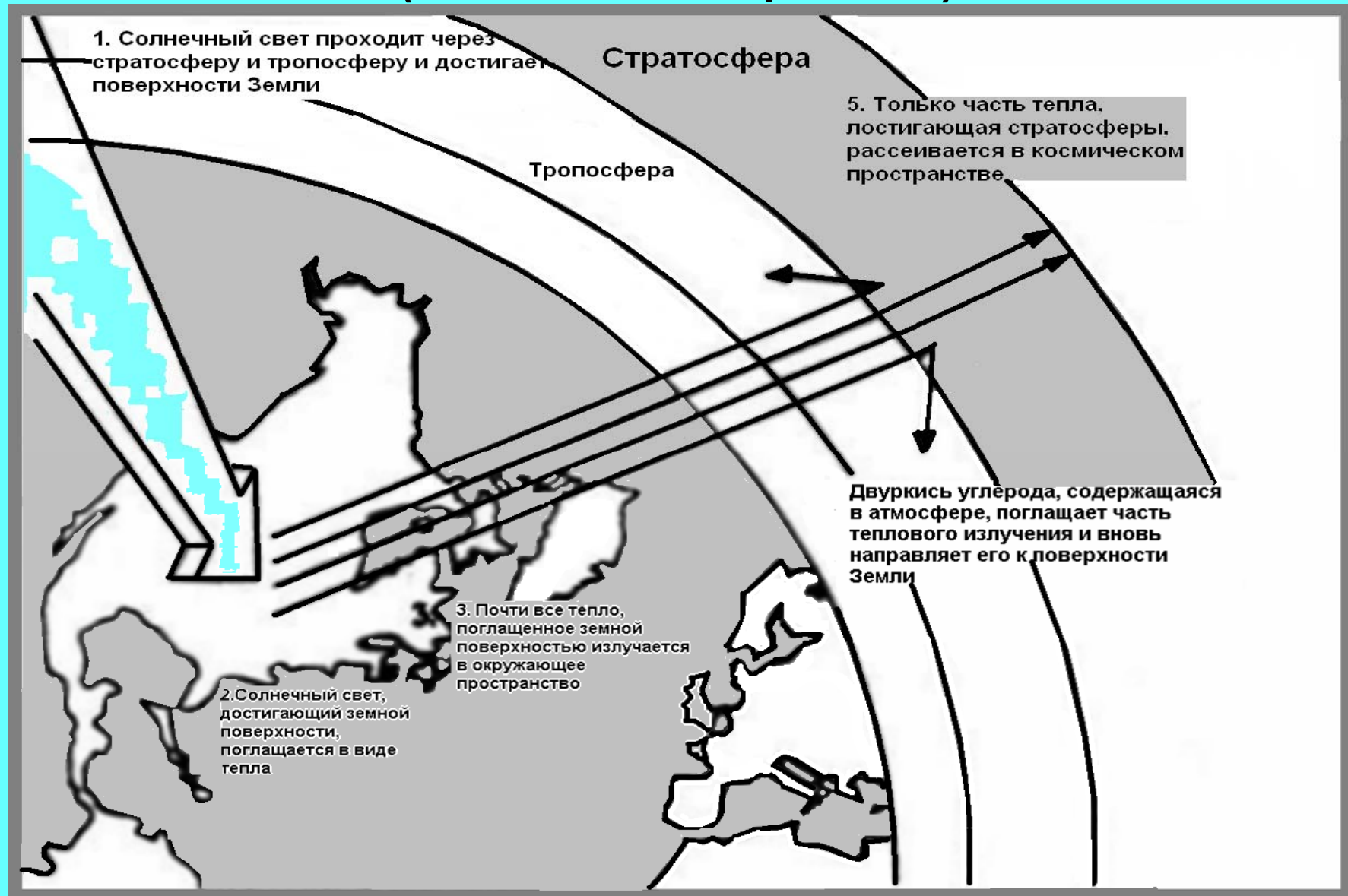
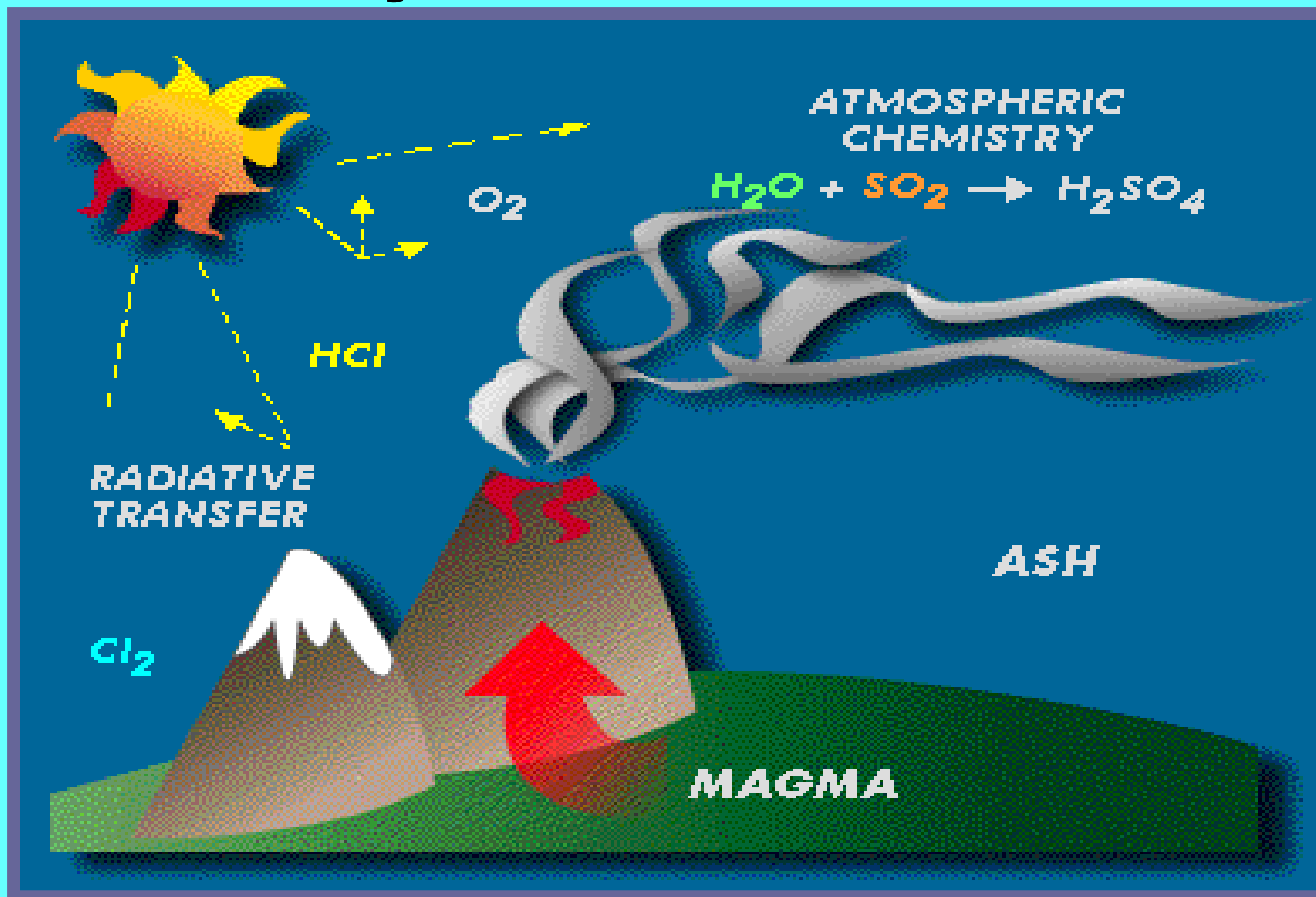


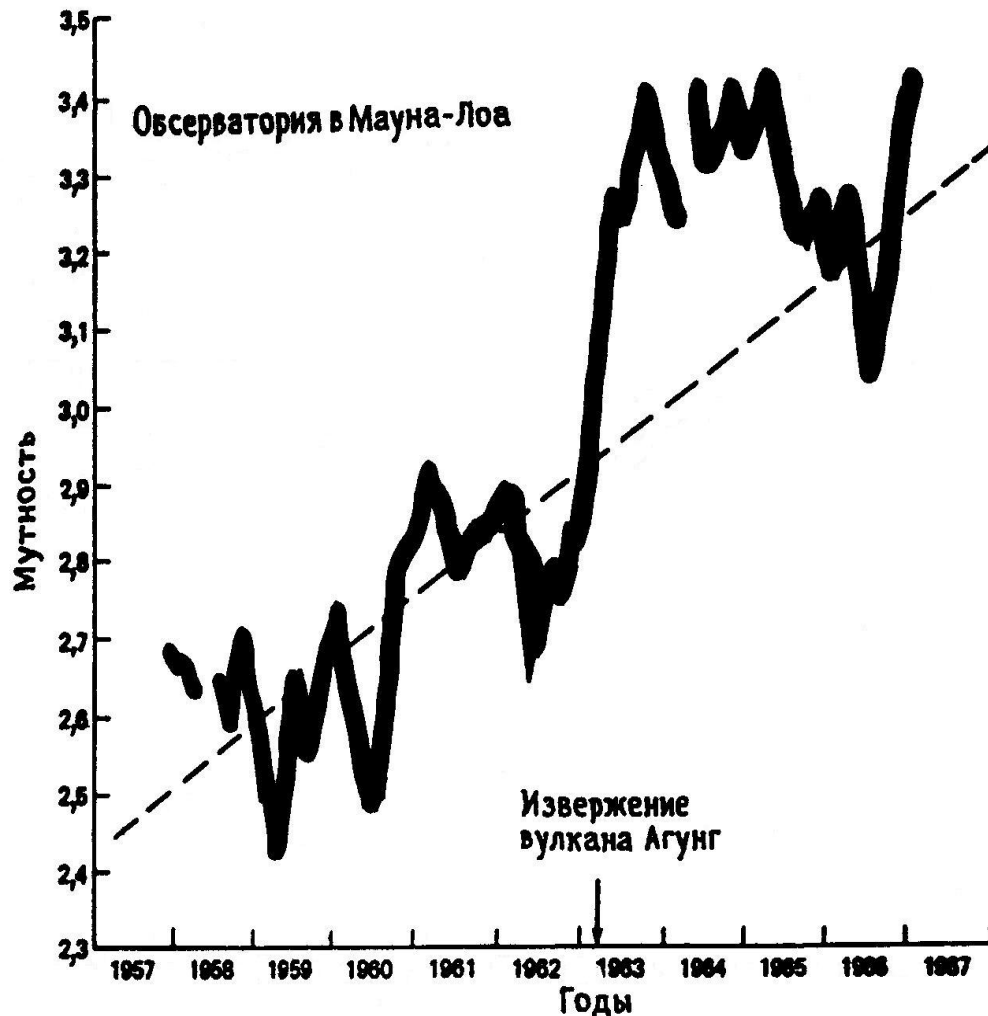
Рис. 3.29. Парниковые газы и средняя глобальная температура за прошедшие 160 тыс. лет

Влияние высокого содержания двуокиси углерода на тепловой баланс Земли (по Ревелю и др., 1995)



Вулканизм как источник поступления вещества



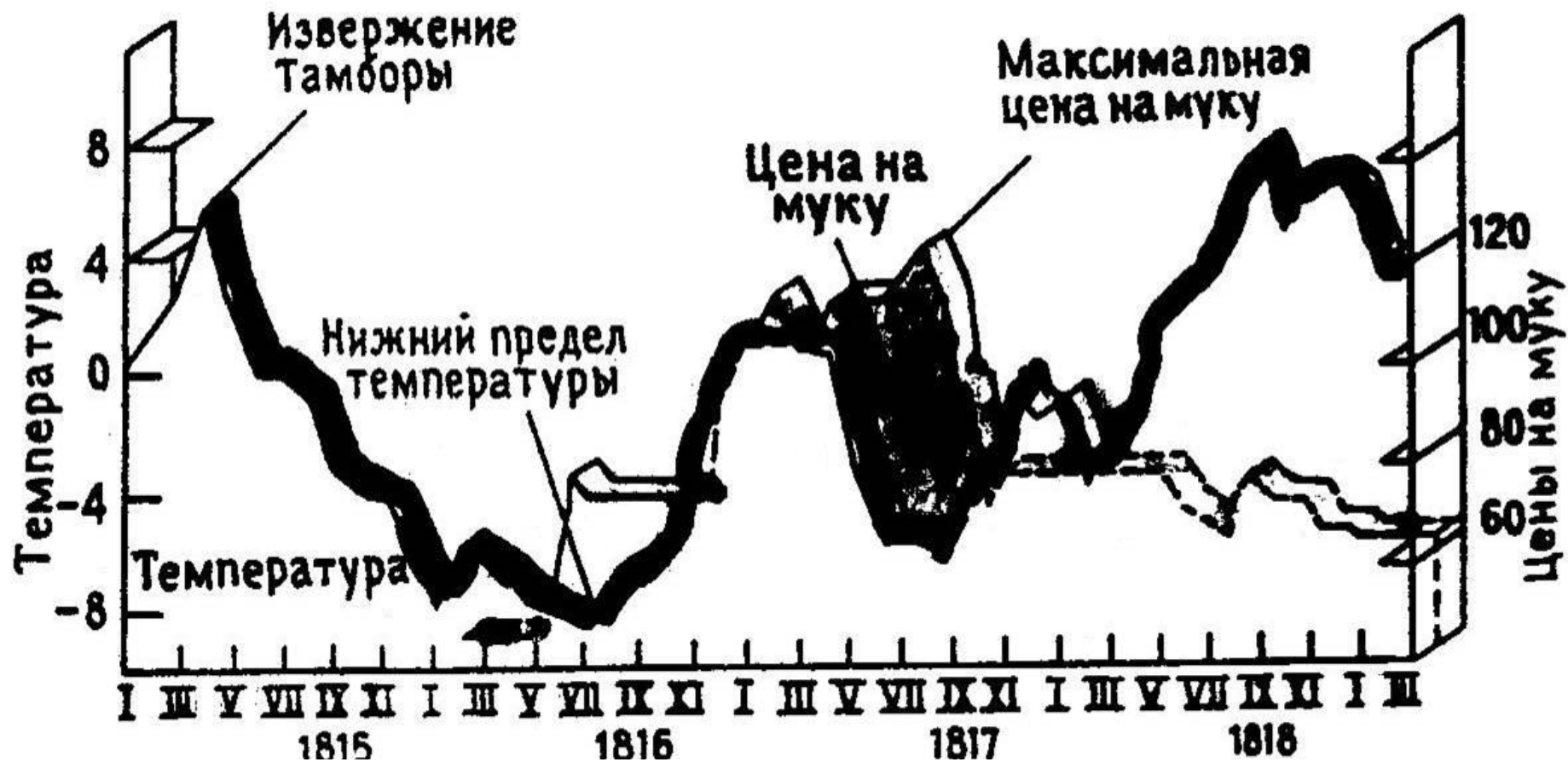


(по Небелу, 1983)

Возрастающее помутнение атмосферы. Измерения его в Мауна-Лоа на Гавайях показали тенденцию к увеличению, не зависимую от естественных факторов. Так как Гавайи значительно удалены от антропогенных источников загрязнения, это доказывает, что последнее воздействует на атмосферу планеты в целом.

Влияние извержения вулкана Тамбора на температуру Земли и возможное повышение цен на лондонском рынке

(Данные из К.Е.Ватт. *Principles of Environmental Science* [N.Y.McGraw-Hill, 1973]) (по П.Ревелю и др., 1995)



PINATUBO

2 days 1991

10 billion tonnes magma

20 milj ton SO₂

600 000 ton Cu

800 000 ton Zn

1 000 ton Cd

300 000 ton Ni

550 000 ton Cr

10 000 ton As

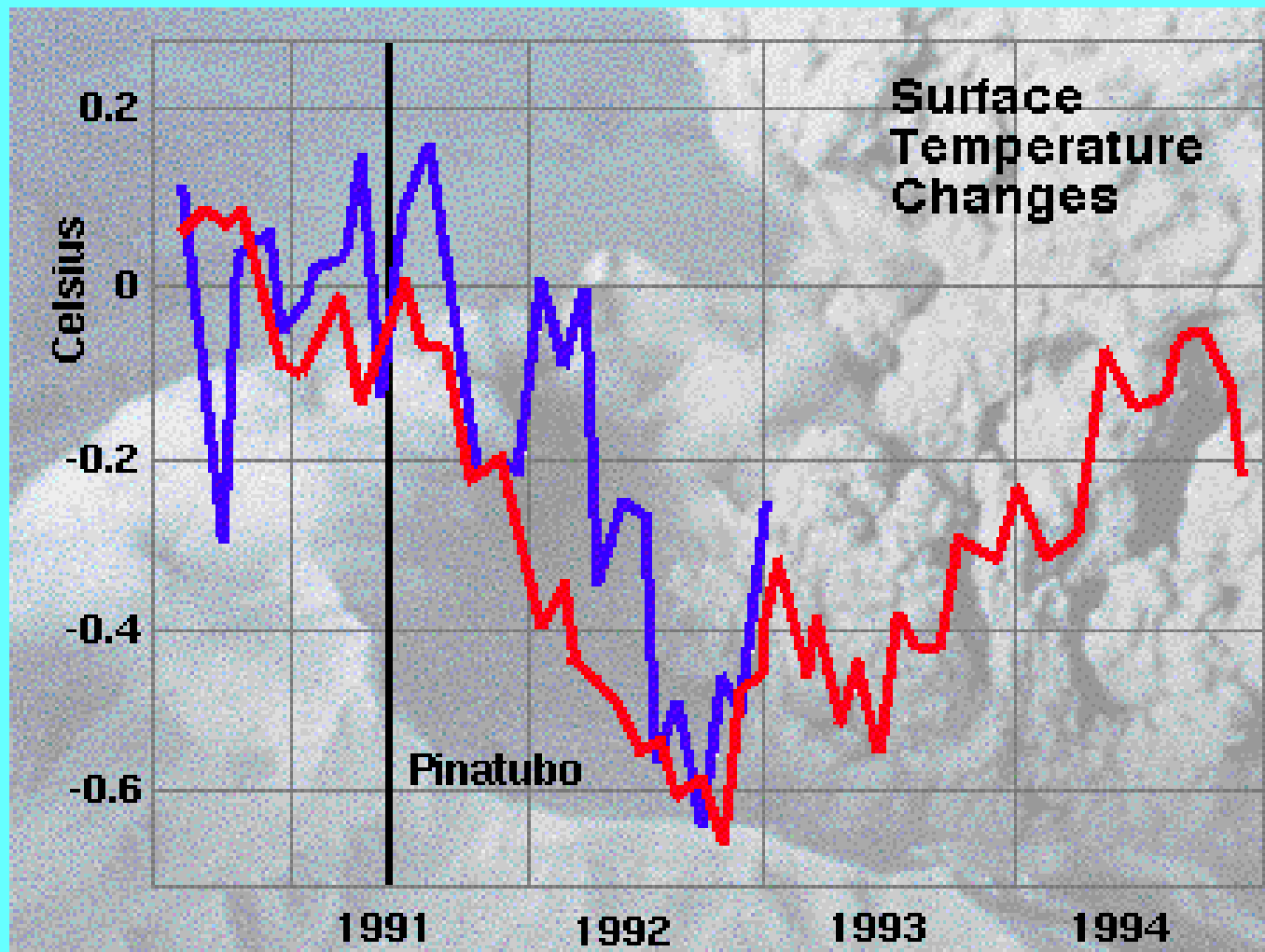
800 ton Hg

60 volcanoes per day

>3000 volc. At midocean ridges



Изменение температуры при извержении вулкана Пинатубо



Наступление похолодания в результате понижения прозрачности атмосферы

“ядерная зима и ядерная ночь” по Н.М.Моисееву, 1988

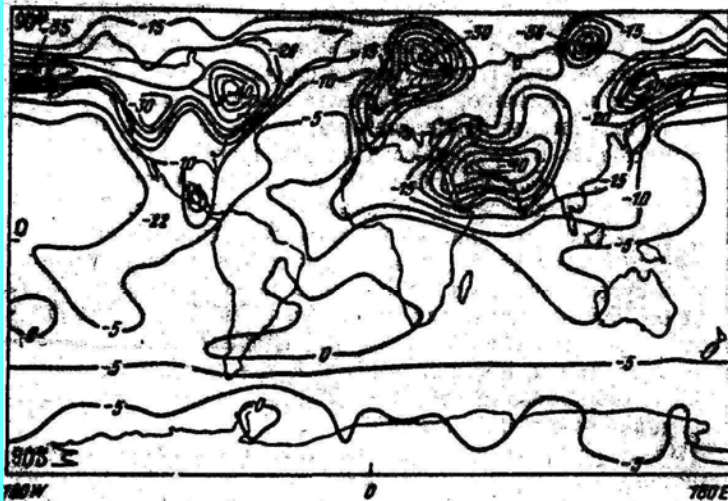
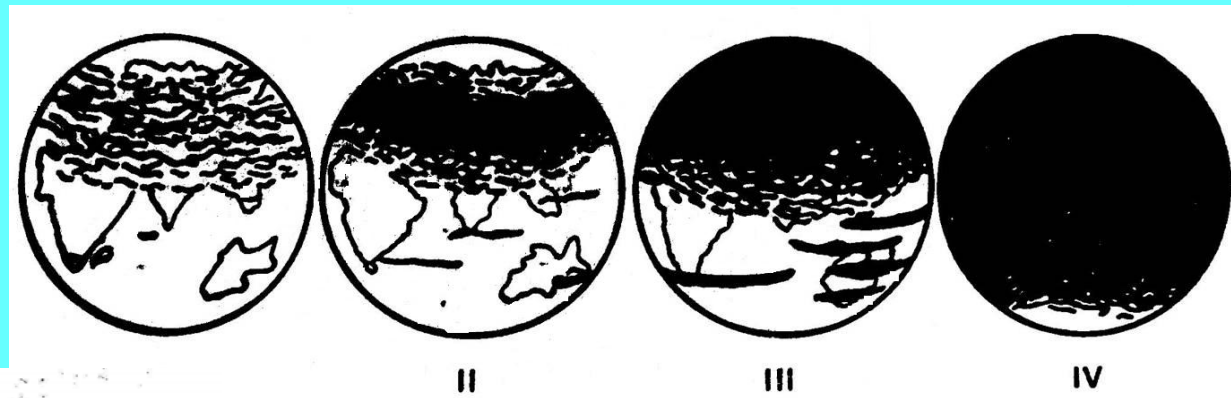
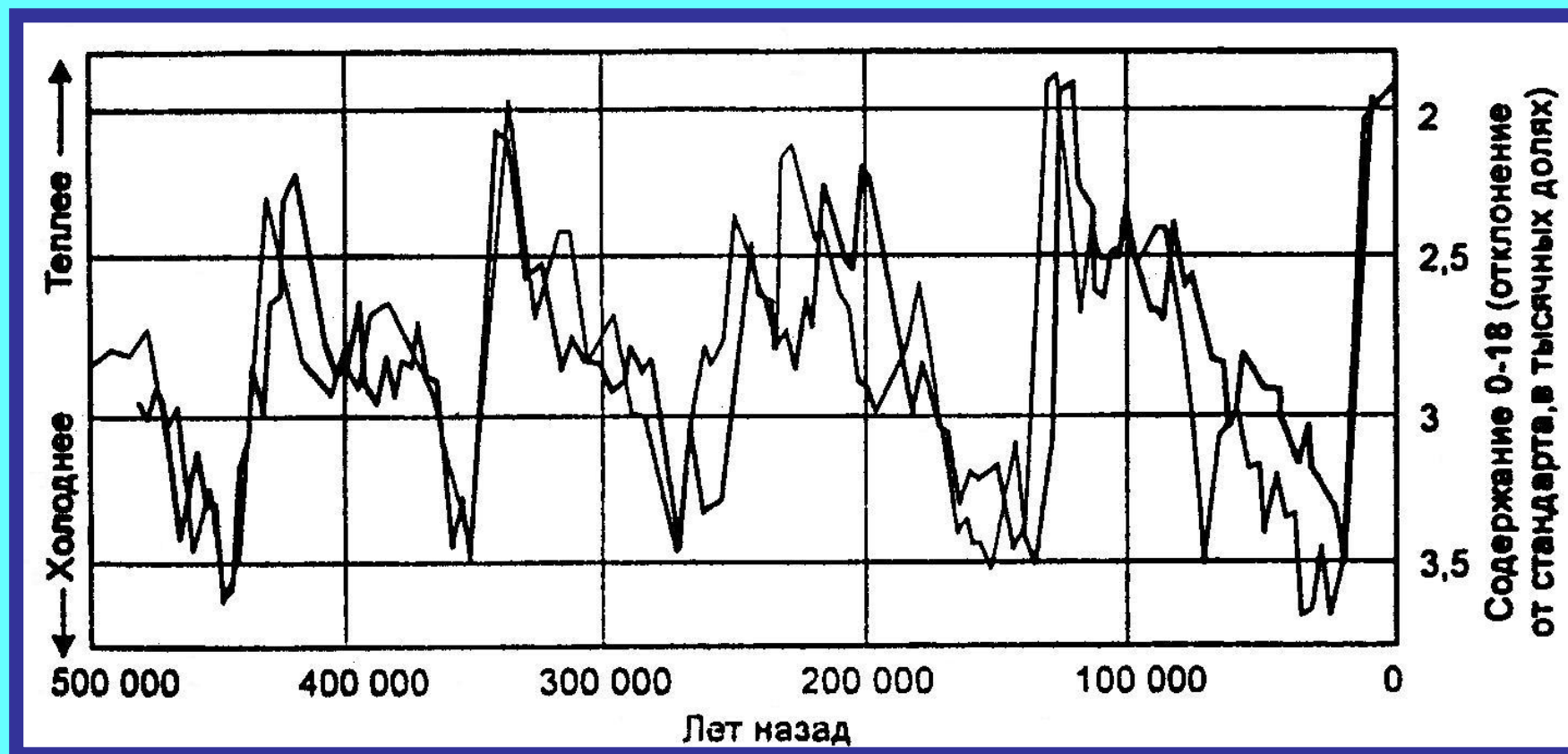
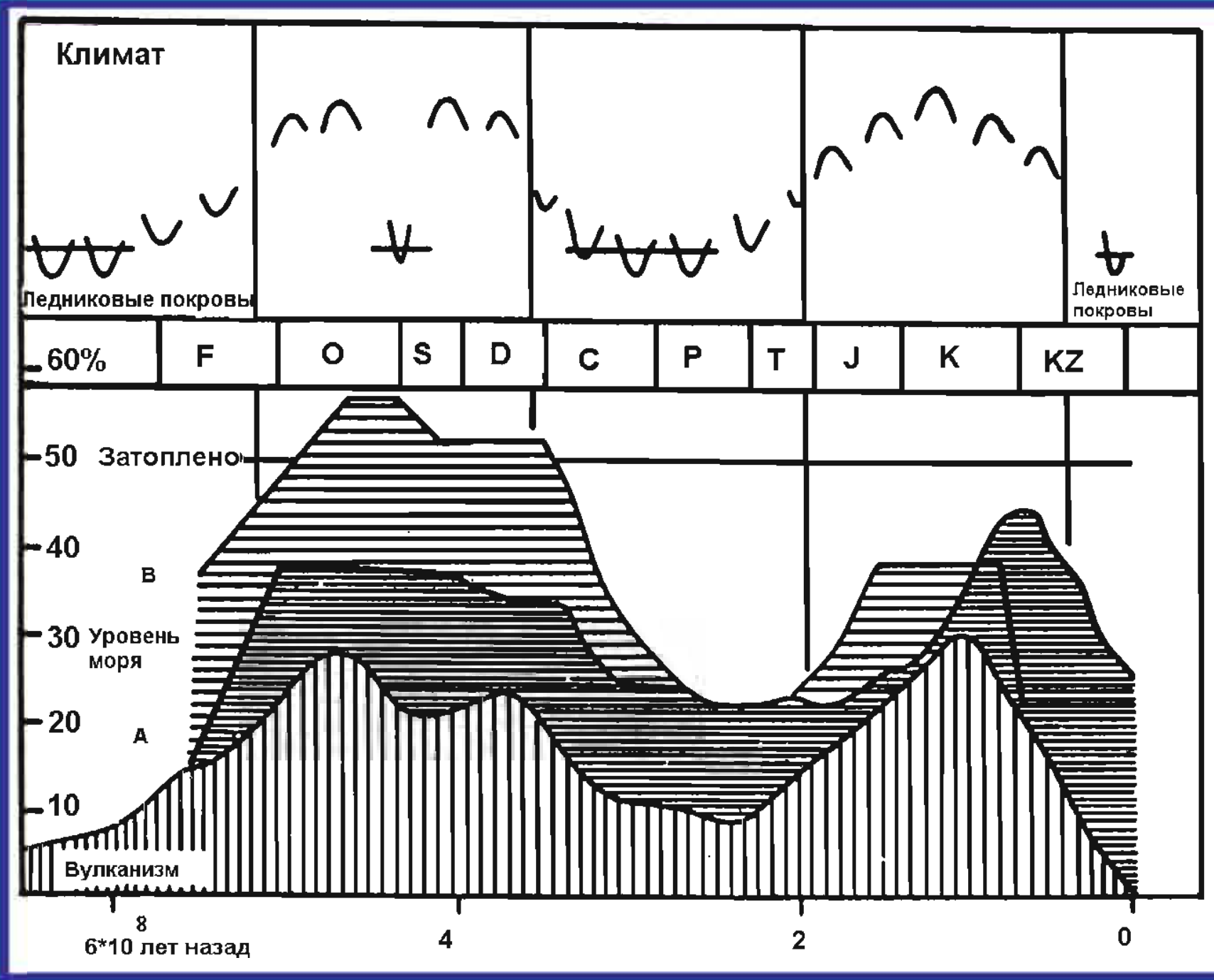


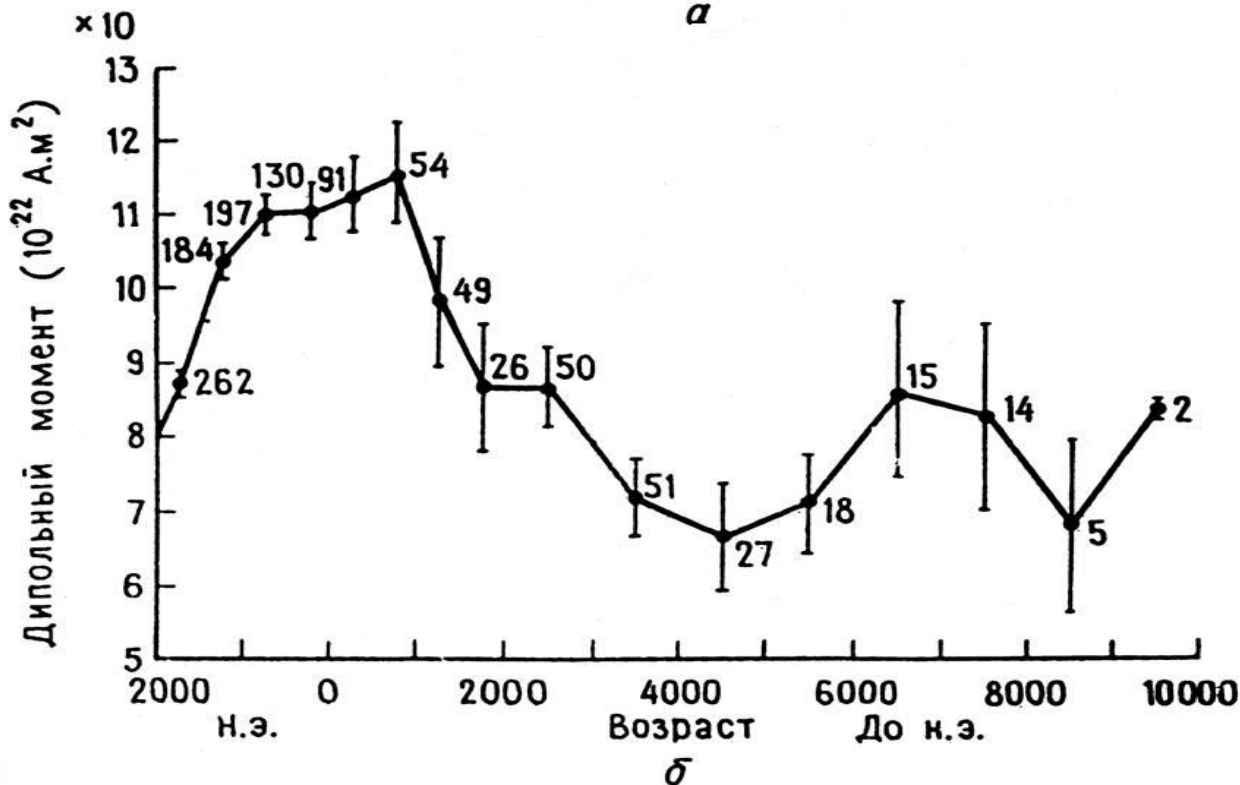
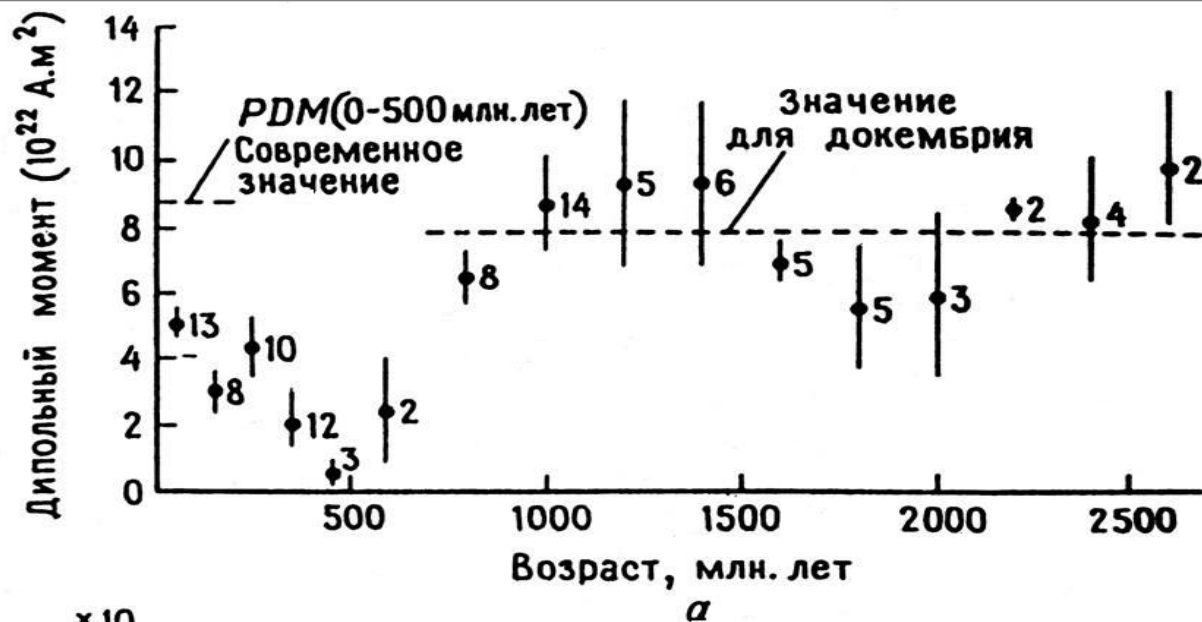
Рис. 4. Карта падения температуры воздуха у подстилающей поверхности через месяц после ядерного конфликта мощностью 10 тысяч мегатонн.

Моделирование процесса “ядерная зима” (по Н.Н. Моисееву, 1988)

Соотношение изотопов кислорода в океанических осадках (кривые иллюстрируют две серии изотопных данных, полученных в разных местах отбора осадков)
(по Т.Я.Дубнищевой, 1997)







Вариации во времени геомагнитного дипольного момента

а – от настоящего времени до примерно 2,7 млрд. лет назад. Штриховой линией показано среднее значение для докембрия (650-3 000 млн. лет) и для последних 5 млн. лет; PDM – для палеодипольного момента,

б – от настоящего времени до примерно 10 тыс. лет до н.э.. Цифрами показаны номера используемых образцов

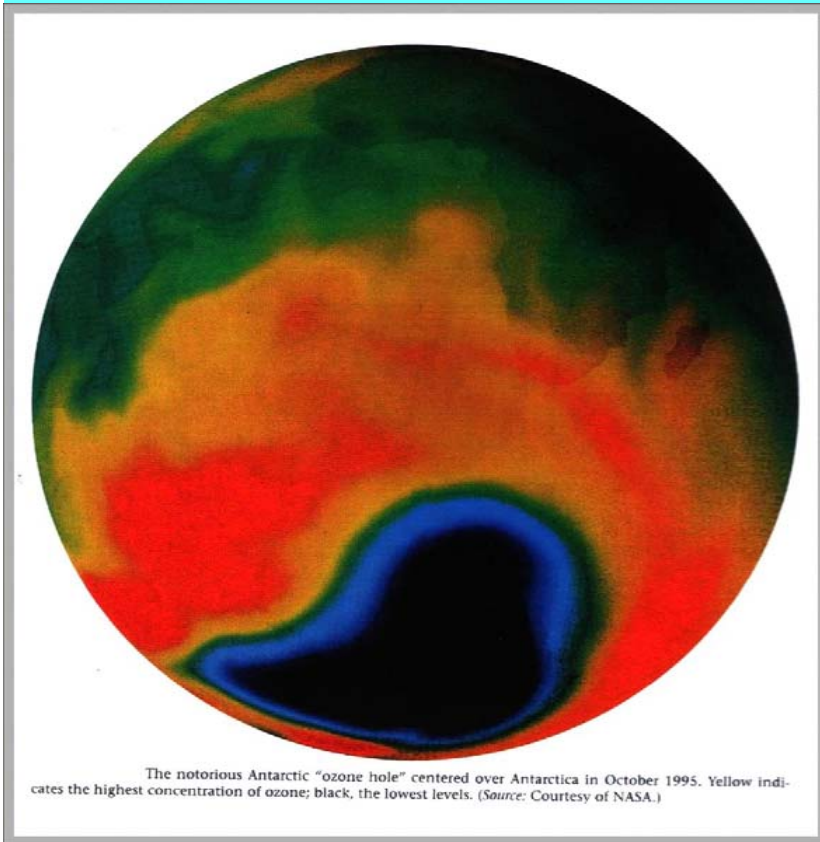
(М.Озима, 1990)

Уменьшение концентрации озона в озоновом слое атмосферы

Данная глобальная проблема
обозначилась в 1974 году.

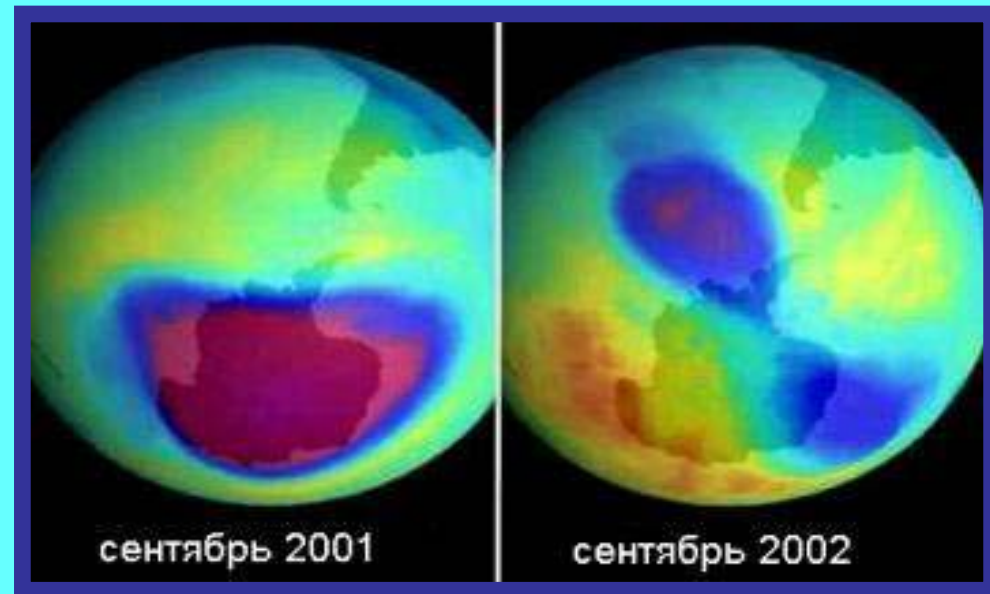
Была отмечена и главная причина её
появления – свободные атомы
хлора, (брома) как продукт
разрушения
хлорфторуглеродов
(ХФУ), производство которых
началось в 1928 году.

Нам сверху видно всё ?



Знаменитая озоновая дыра над Антарктикой, 1995

ОЗОНОВАЯ ДЫРА НАД АНТАРКТИКОЙ УМЕНЬШИЛАСЬ В РАЗМЕРАХ И РАЗДВОИЛАСЬ



Озоновая дыра в конце сентября 2001 г. и в конце сентября 2002 г. (низкой концентрации озона соответствуют сиреневый и синий цвета)

Взаимосвязь концентраций озона и хлора по данным одновременного измерения с самолёта (по Д. Медоузу и др.,2007)

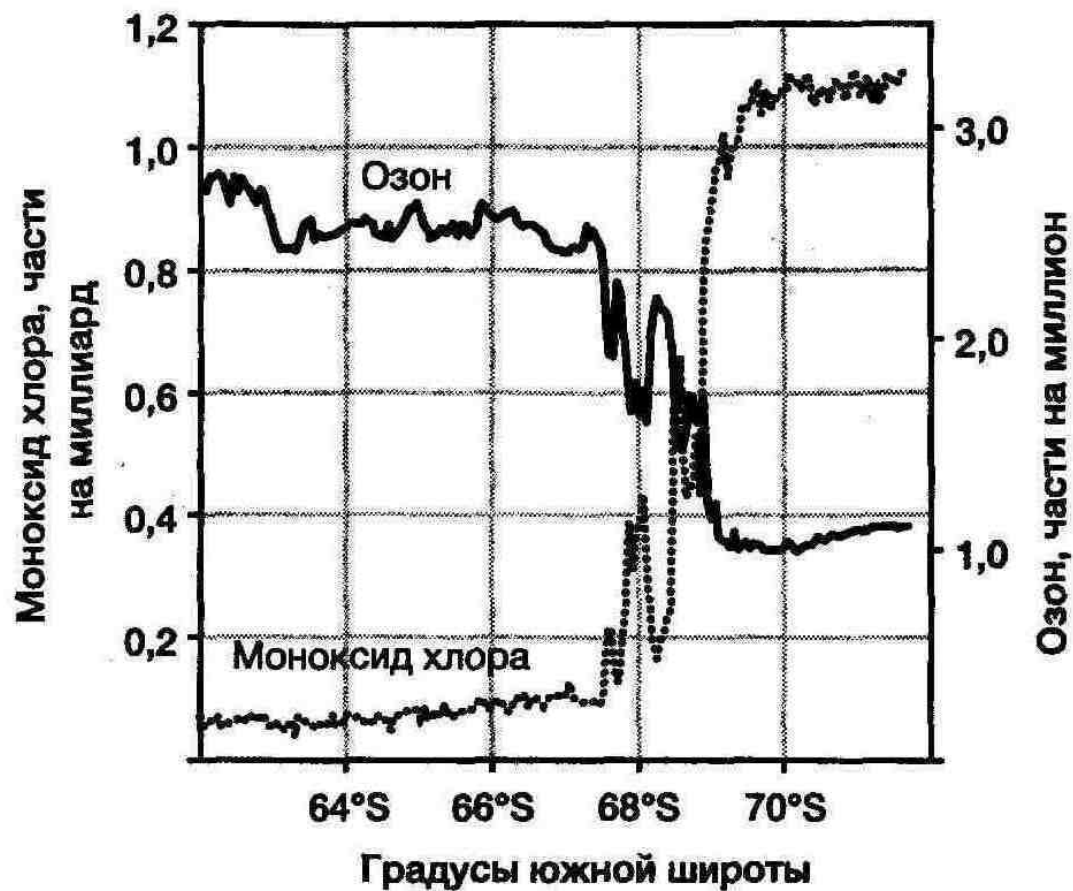


Рис. 5.5. Рост концентрации активного хлора и уменьшение концентрации озона в Антарктиде

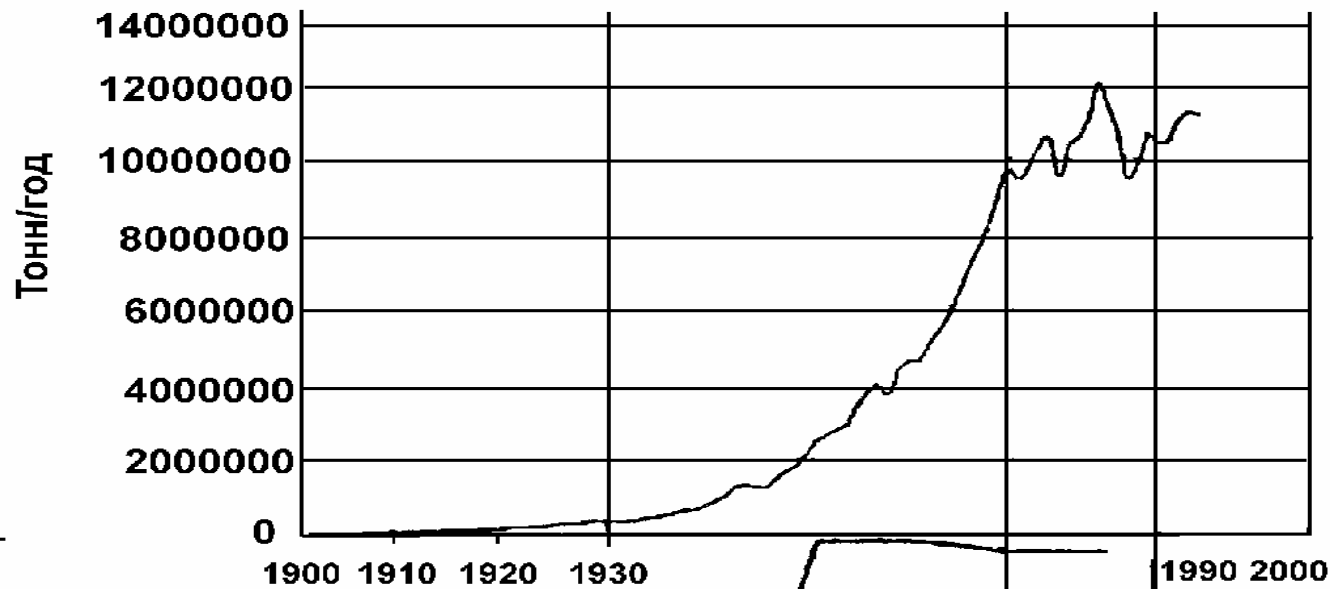
Диаграмма, показывающая динамику изменения размера озоновой дыры (по данным Центра предсказания климата Национальной службы погоды США).

красная кривая — данные 2005 года,
зеленая — 2003-го,
синяя — 2004-го

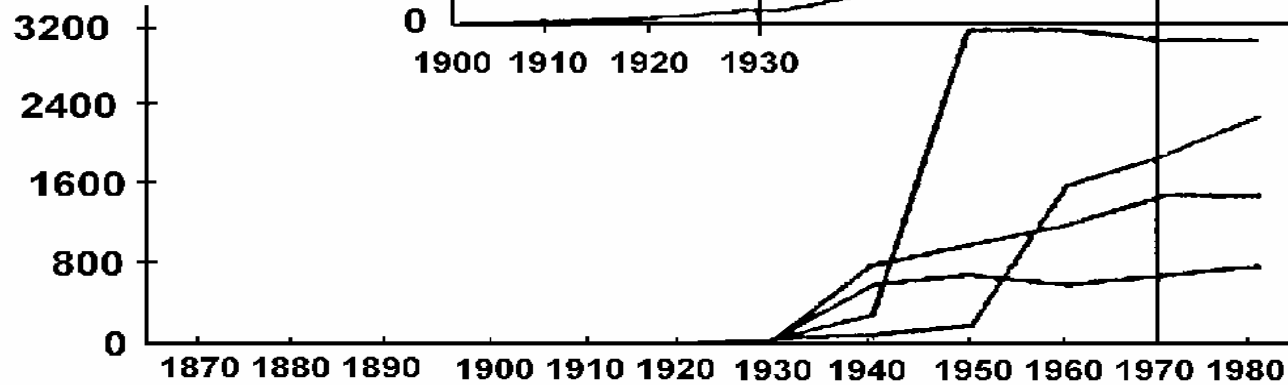
(изображение с сайта www.wmo.ch)



Производство хлора в США



Сумма всех диоксинов
и фуранов в год (нг/кг)

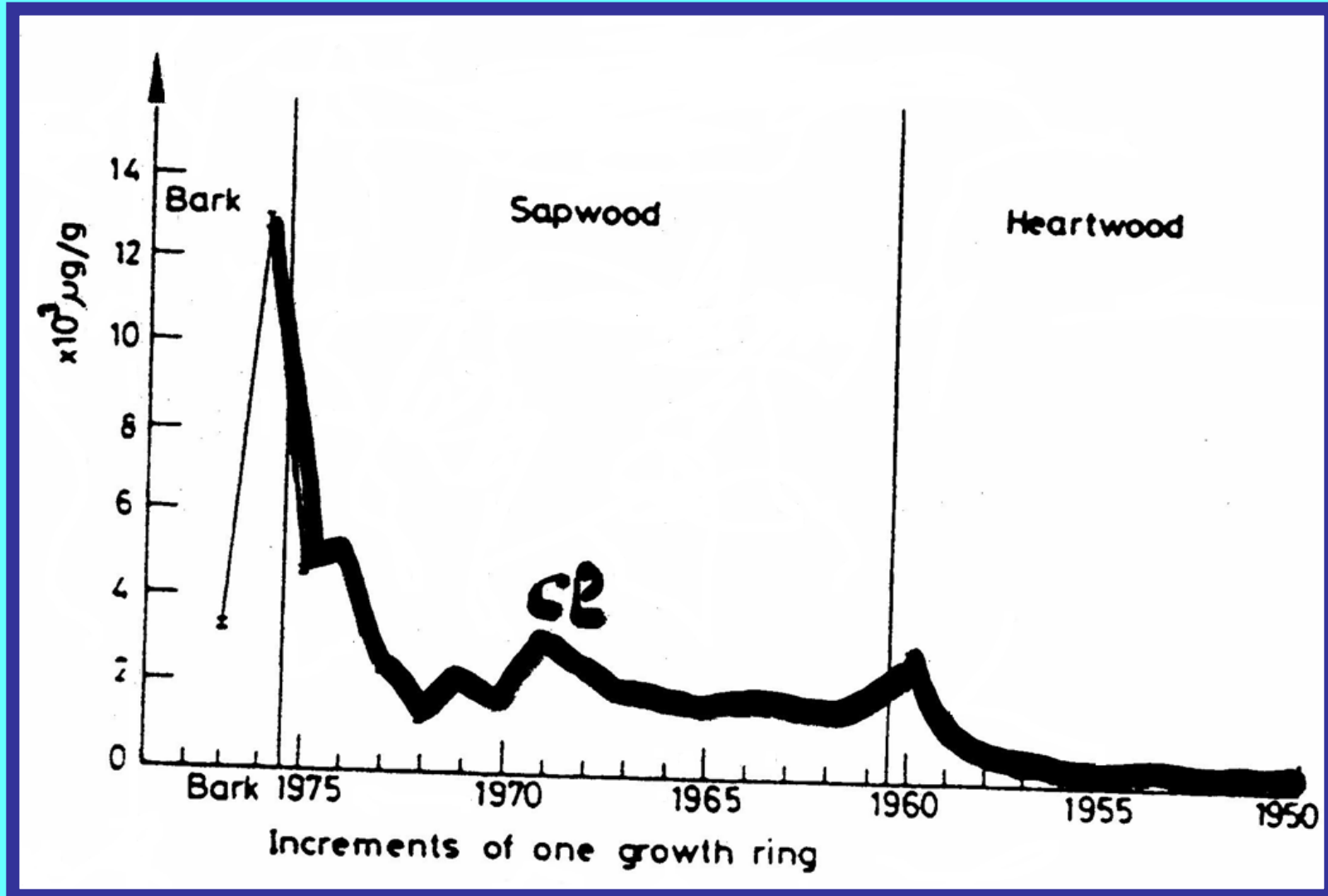


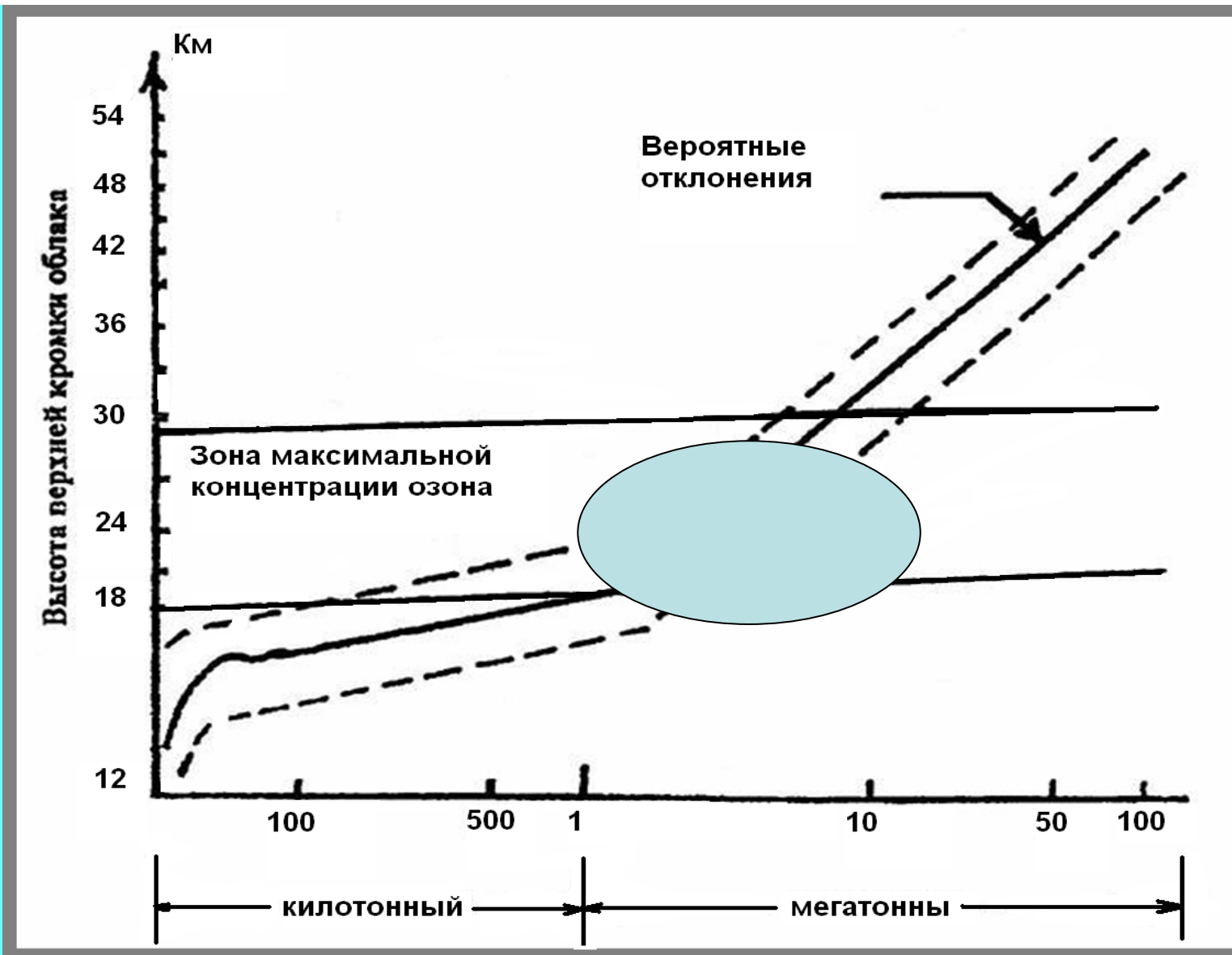
Загрязнение Великих Американских озер

Коммонер, 1996

The radial variation of Cl across the in Reading Cedar

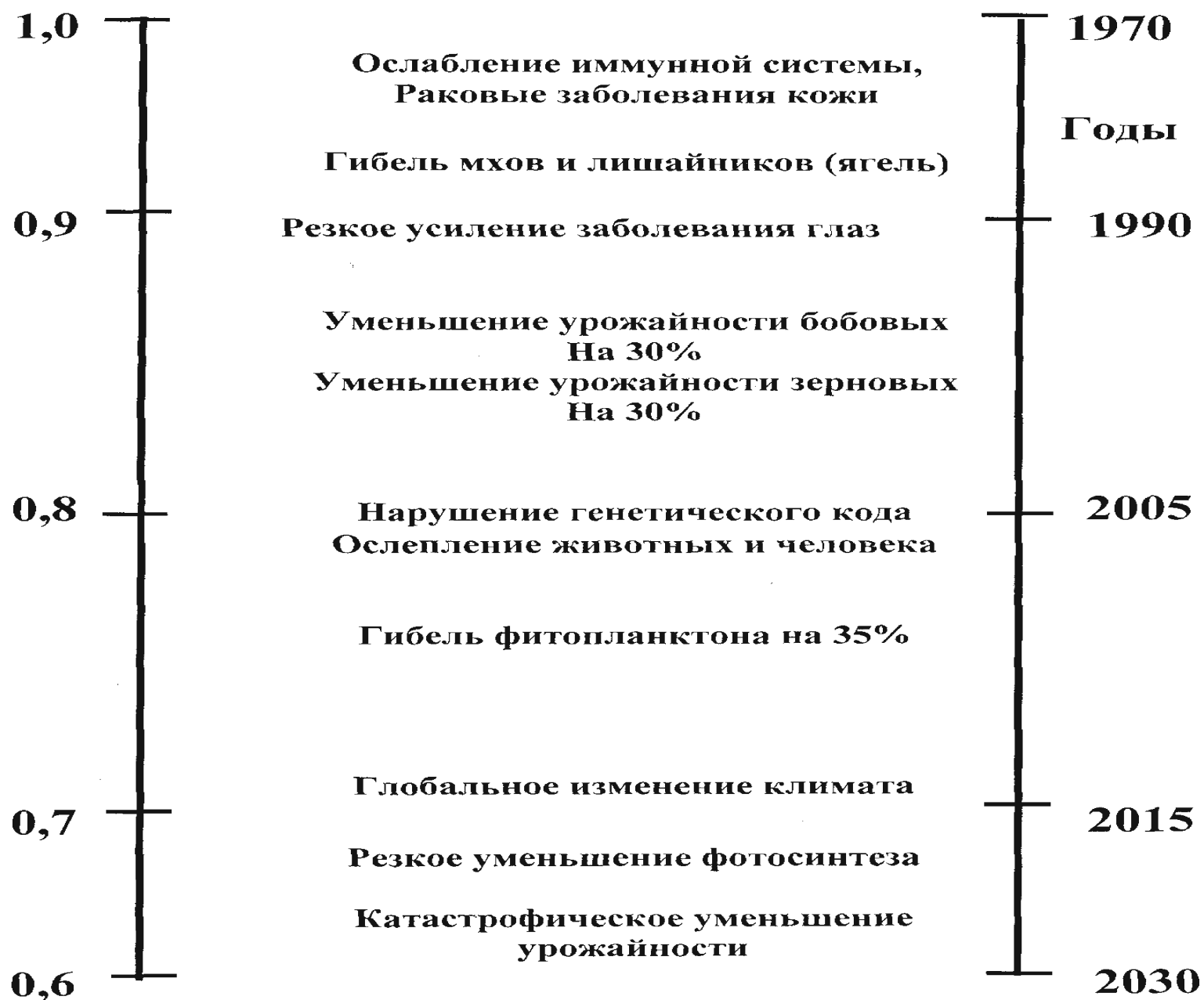
(по R.E. Tout a.e., 1977)





Характер распространения верхней кромки радиоактивного облака при атмосферных взрывах ядерных зарядов разной мощности

Влияние концентрации озона в озоновом слое на природные процессы и ее изменение для Европы



Проблема сохранения биоразнообразия и исчезновение видов

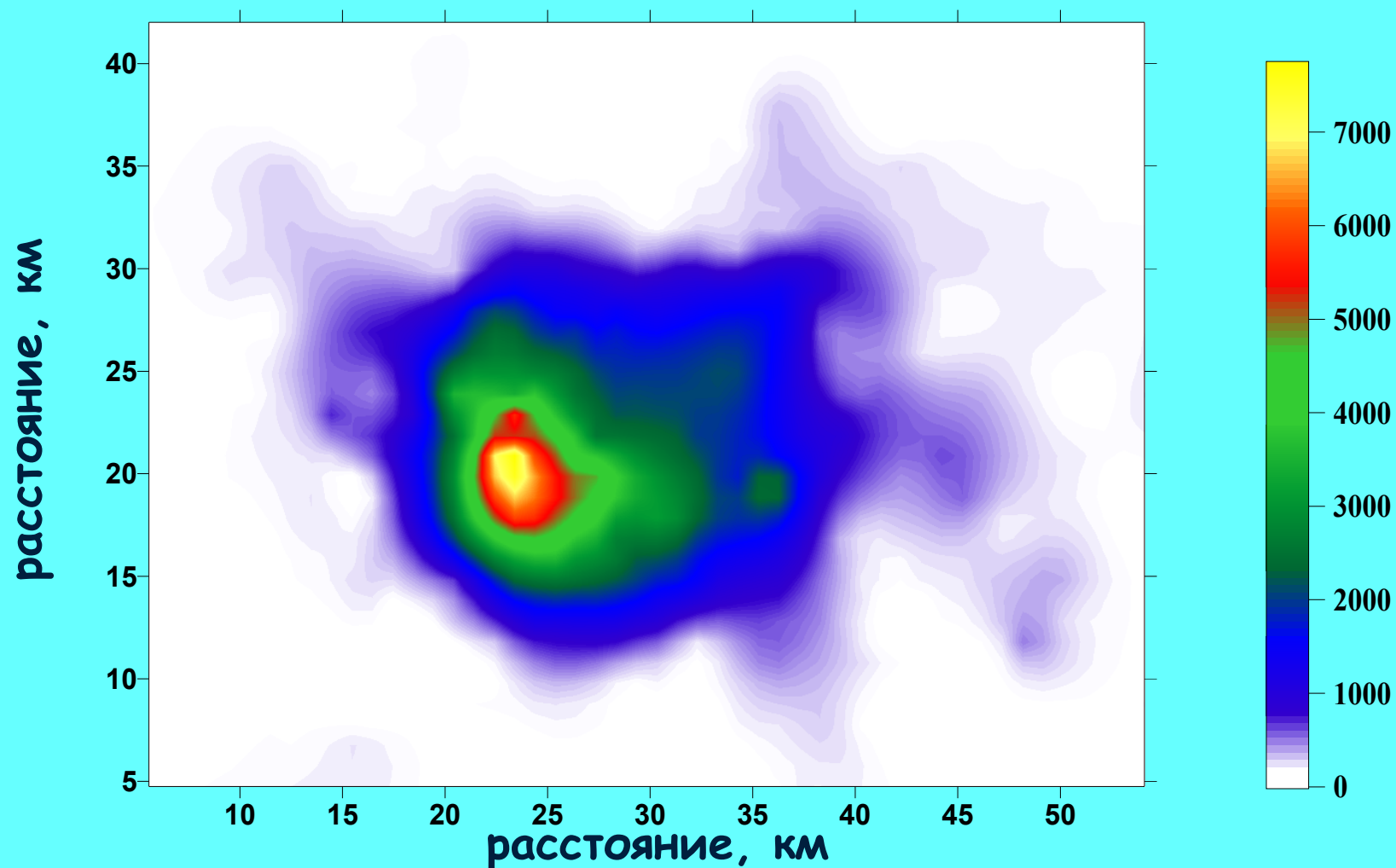
- Индекс живой планеты (Living Planet Index) , рассчитываемый комплексный показатель состояния мировой природной среды, показывает, что за период с 1970 по 2000 годы он уменьшился на 37% (Д.Медоуз и др.2007).
- На грани исчезновения: **24%** из **4700** видов млекопитающих; **12%** из **10 000** птиц и т.д. Оцениваемая скорость исчезновения в **1000** раз больше естественной (Д.Медоуз и др.2007).
- Главными причинами являются неразумное хозяйствование (потребление, уничтожение мест обитания ит.д.), а также **загрязнение среды обитания химическими веществами органического и неорганического происхождения.**

•И попробуй тут сохранить
биоразнообразие

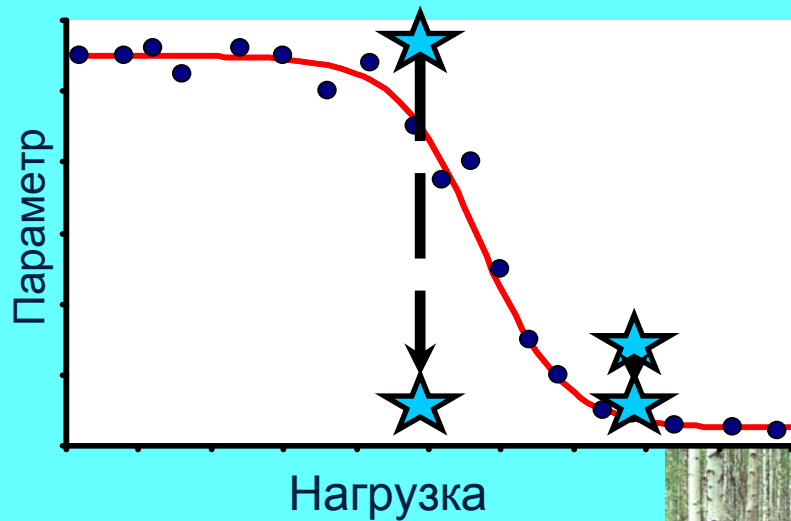


•Урал.Медеплавильный завод(Большаков
,Воробейчик,2007)

Концентрация меди в лесной подстилке, мкг/г (Большаков, Воробейчик, 2007)



Анализ зависимостей доза – эффект
 фоновое переходное импактное



Фоновая зона



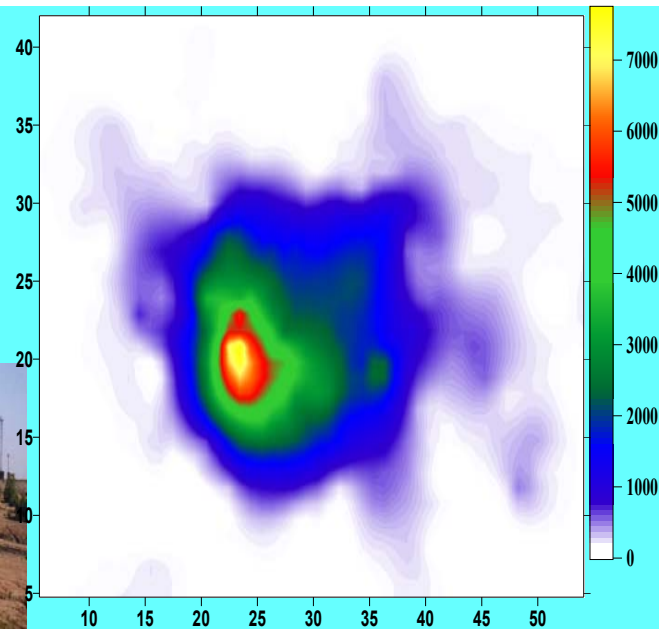
Буферная зона



Импактная зона



Техногенная пустыня



расстояние, км



Невидимые риски.
 Неизвестные для тех, кто им подвержен,
 с отсроченным эффектом, новые риски,
 риски, неизвестные науке

- сахарин • микроволновые печи • нитриты •
- аспирин • фторирование воды • поливинил-хлориды •
- вакцины • хлорирование воды • рентген-диагностика •
- валиум • оральные контрацептивы • свинец (авто) • свинцовые краски •
- антибиотики • внутриматочные спирали •

- ДНК-технологии
- электромагнитные поля
- радиоактивные отходы
- азотные удобрения • аварии на ядерных реакторах
- пестициды • урановые рудники •
- асбест • ядерное оружие (осадки) •
- ртуть • аварии спутников •
- сжигание угля •

Контролируемые риски:
 неглобальные катастрофы,
 с несмертельными последствиями,
 низкий риск
 для последующих поколений,
 легко сокращаемый риск

Неконтролируемые риски:
 глобальные катастрофы,
 последствия смертельные,
 с высоким риском
 для последующих поколений,
 нелегко сокращаемые

- роликовые доски • курение
- трактора • снегоходы
- машинки для стрижки газонов • лифты • горные лыжи
- домашние бассейны • ленточные пилы •
- мотоциклы • велосипеды • пиротехника
- аварии, связанные с алкоголем • трамплины

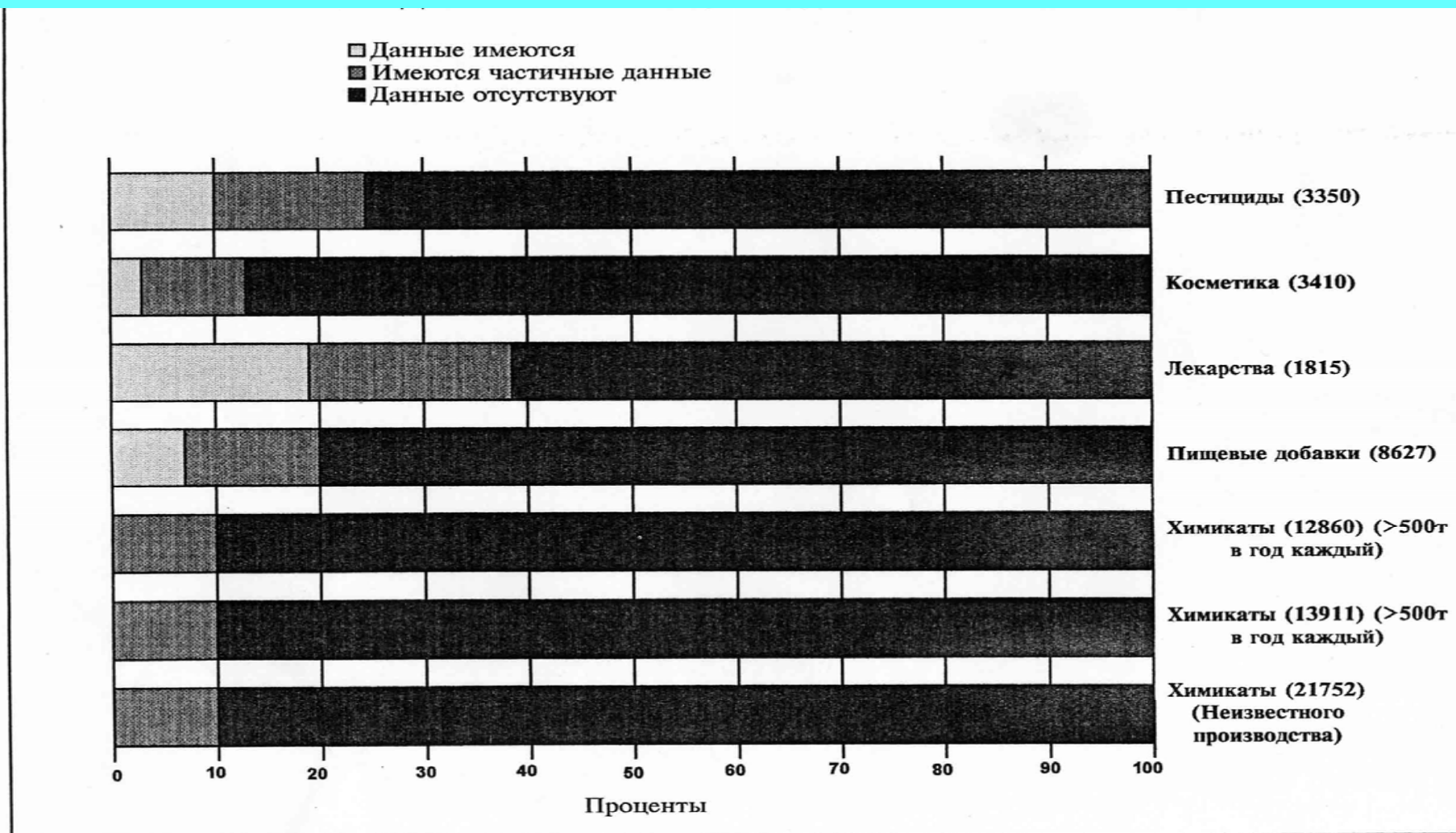
- СО (авто) • большие плотины
- хранение и транспортировка жидкого природного газа
- пожары в небоскребах
- подводное строительство
- спортивные парашюты
- ядерное оружие (война)
- железнодорожные столкновения

- несчастные случаи с нервными газами
- динамит
- аварии в шахтах
- автоаварии
- высотное строительство
- автогонки
- гражданская авиация
- личное оружие
- коммерческая авиация

Видимые риски.
 Известные для тех, кто им подвержен,
 с немедленным эффектом.
 Риски, известные науке

«Пространство» риска имеет оси, примерно соответствующие «ужасности» риска и степени его понимания. Риск в верхнем правом квадранте требует наибольшей необходимости государственного регулирования.

Доля химических веществ с данными о токсичности



Изменение природы человеком

(по Реймерсу, 1990)

1	2	3	4
<p>РАСТЕНИЯ Сведено лесов мира (изменение лесистости) Под угрозой исчезновения</p>	<p>С 75 до 26-27 % (25-30)х10³ видов</p>	<p>Около 70 10-15</p>	<p>Вырубается 20 га/мин, в среднем 18 расчетных лесосек</p>
<p>ЖИВОТНЫЕ Истреблено Добывается рыбы и морепродуктов</p>	<p>226-400 видов Около 80х10⁶ т</p>	<p>0,02-0,04 70 от прироста</p>	<p>Под угрозой уничтожения 1200 видов (вероятно, значительно больше) – см. Вымирание. -</p>
<p>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</p>	<p>Более чем в 100 раз - - -</p>	<p>90 7-25 20 30</p>	<p>Число нуждается в уточнении Данные разных авторов не совпадают - Вероятно, величина несколько завышена</p>

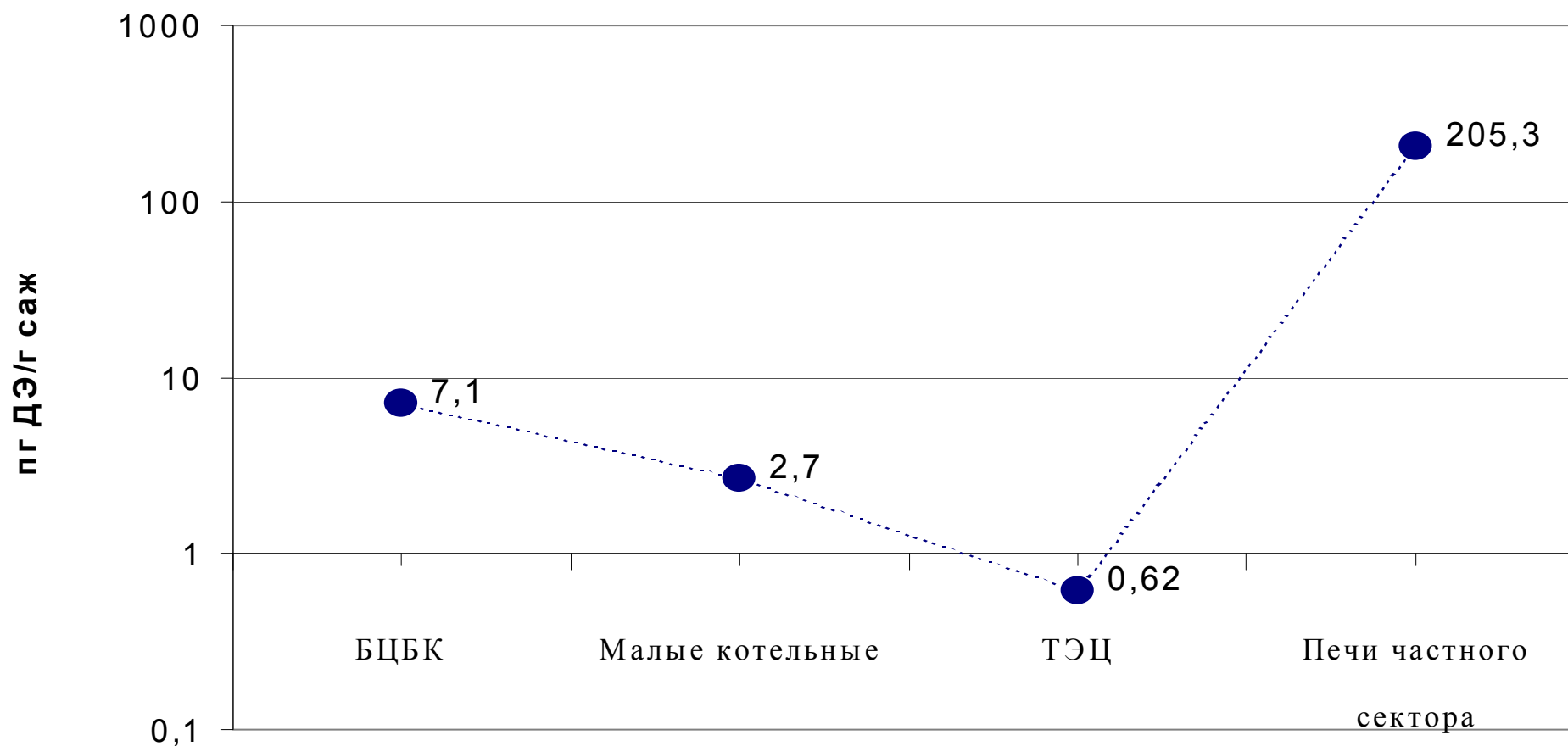
Списки стойких органических загрязнителей (СОЗов).

Страны Западной Европы и Америки ¹	Байкальский регион ²
1. Полихлорированные дибензопарадиоксины (ПХДД)	1. Полихлорированные дибензопарадиоксины (ПХДД)
2. Полихлорированные дибензофураны (ПХДФ)	2. Полихлорированные дибензофураны (ПХДФ)
3. Полихлорированные бифенилы (ПХБ)	3. Полихлорированные бифенилы (ПХБ)
4. ДДТ, ДДЕ, ДДД	4. ДДТ, ДДЕ, ДДД
5. Гексахлорбензол (ГХБ)	5. Гексахлорбензол (ГХБ)
6. Альдрин	6. Гексахлорциклогексан (a,b,g – изомеры)
7. Дильдрин	(ГХЦГ)
8. Гептахлор	7. Токсафен
9. Мирекс	8. Хлордан.
10. Токсафен	
11. Хлордан	
12. Эндрин	

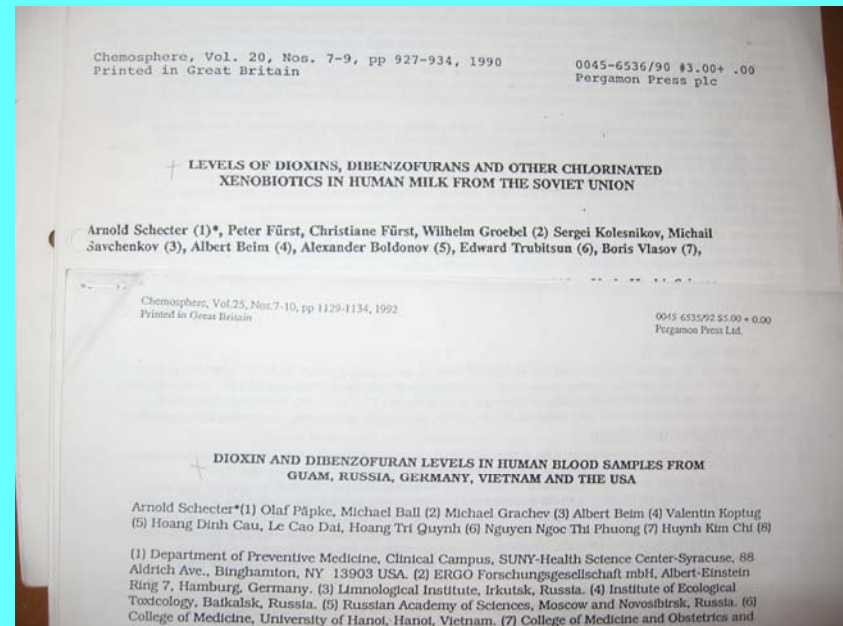
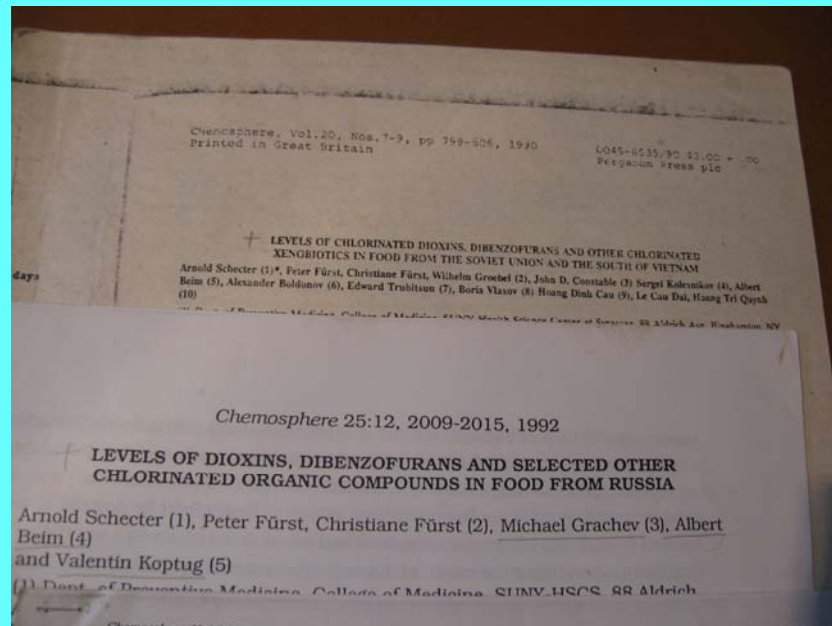
¹- Согласно Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях от 22-23 мая 2001 г.

²- СОЗы всегда встречающиеся в объектах живой природы Байкальского региона (по Мамонтову и др.,2007).

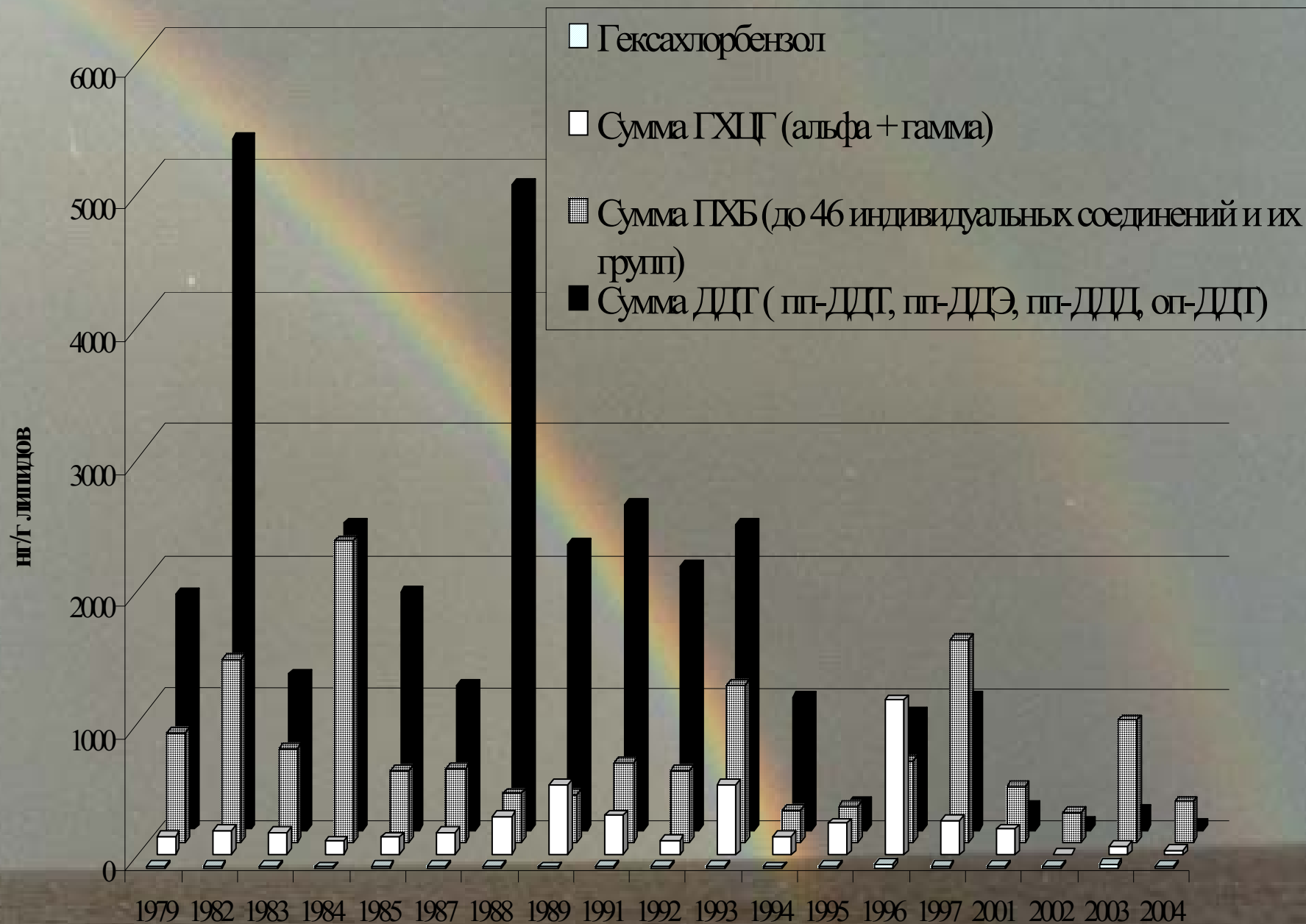
ПХДД/Ф в саже на малых котельных, ТЭЦ, в печах частного сектора и на БЦБК (по Мамонтову и др.2007)



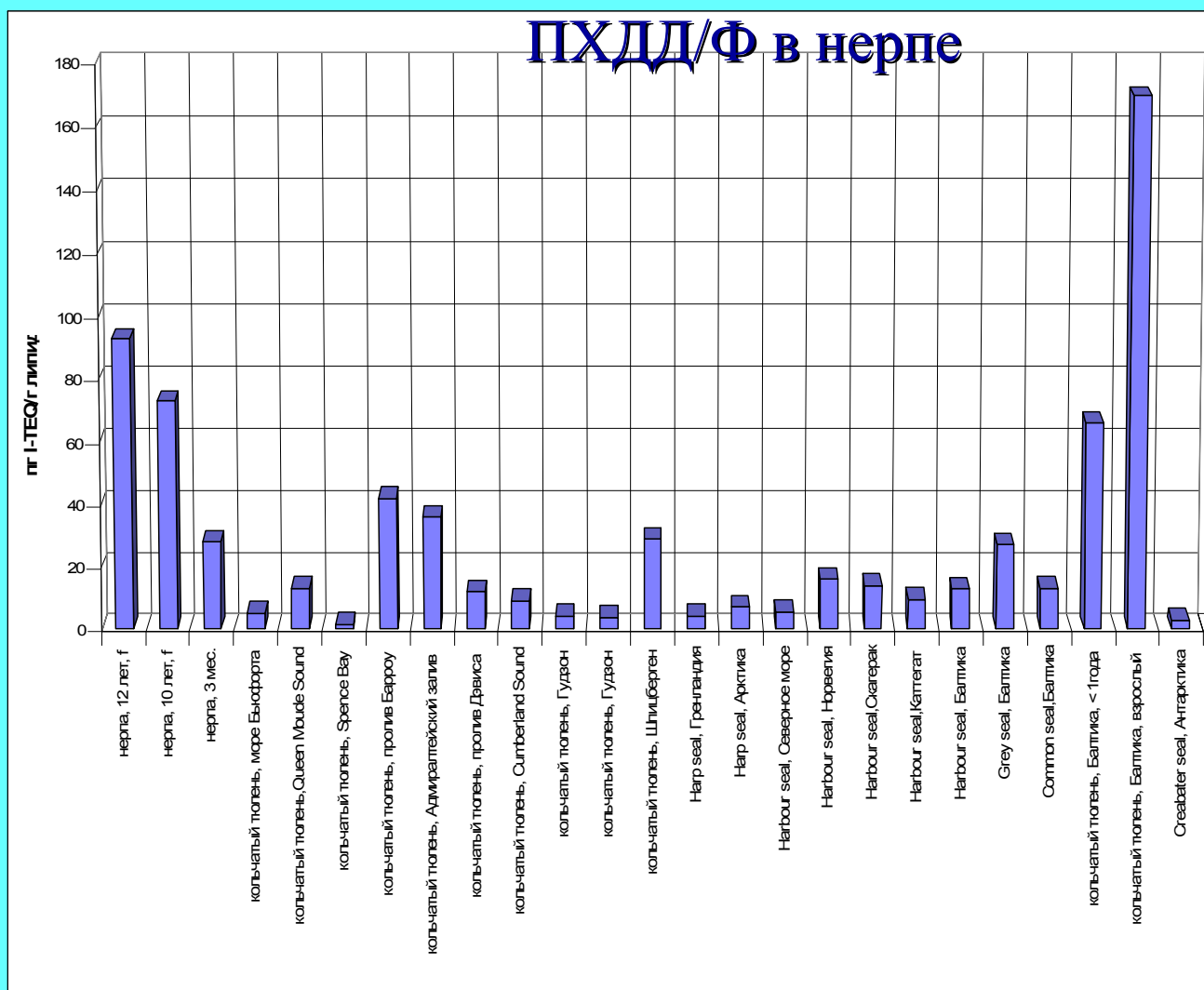
Диоксины и фураны впервые обнаружены в достаточно высокой концентрации в рыбе Байкала американским исследователем А. Schecter совместно с российскими учеными (В.А. Коптюгом, М.А. Грачевым, С.И. Колесниковым, М.Ф. Савченковым и др.) в 1988-89 гг.



Концентрации ряда СОЗов обнаруженных в зоопланктоне Южного Байкала с 1979 по 2004 годы



В настоящее время достаточно полно исследовано и найдено высокое содержание диоксинов и родственных соединений в биоте Байкала,



В экосистеме озера Байкал произошли изменения:

-нарушена цикличность развития весеннего диатомового фитопланктона - *Aulacoseira baicalensis* (Поповская, 1986; Кожова и др., 2000);

-понижилась численность зоопланктона - рачка *Epishura baicalensis* (Аафанасьева, Игнатов, 1992),

-понижились темпы роста и ухудшились физиологические характеристики байкальских рыб, так, средний вес омуля по сравнению с 1960-ми годами уменьшился в 2 раза (Настоящее и будущее Байкальского региона, 1996);

-В 1987 году отмечена массовая гибель нерпы в водной толще глубоководной части озера найдены в огромной массе нехарактерные для глубоководной части озера бентосные формы диатомовых водорослей *Achnanthes minutissima* (Кожова, Кобанова, 1994).

“В 90-е годы резко изменилась роль видов планктонных водорослей в круговороте вещества и энергии.)

Исследования цианобактерий (*Anabena*, *Gloeotricbia*), проведенные в Байкале летом 1992-1995 гг., дали основание сделать вывод о том, что Байкал потенциально эвтрофируется (Watanabe, Druker, 1999).

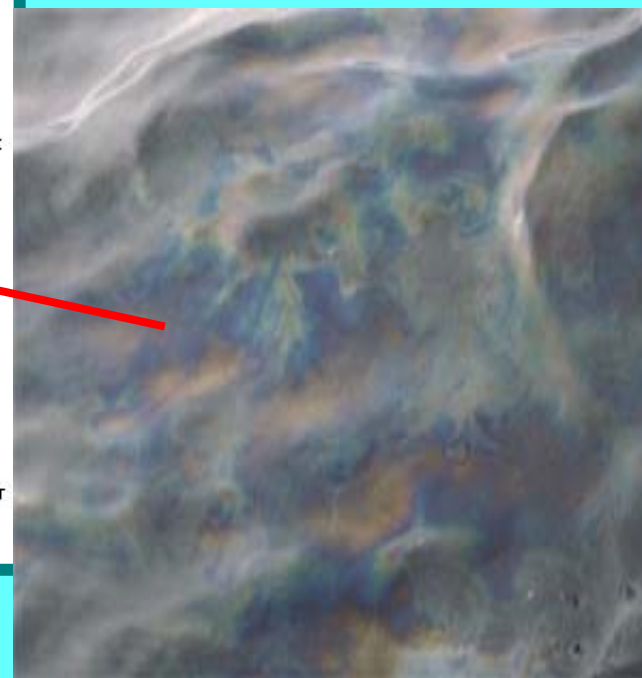
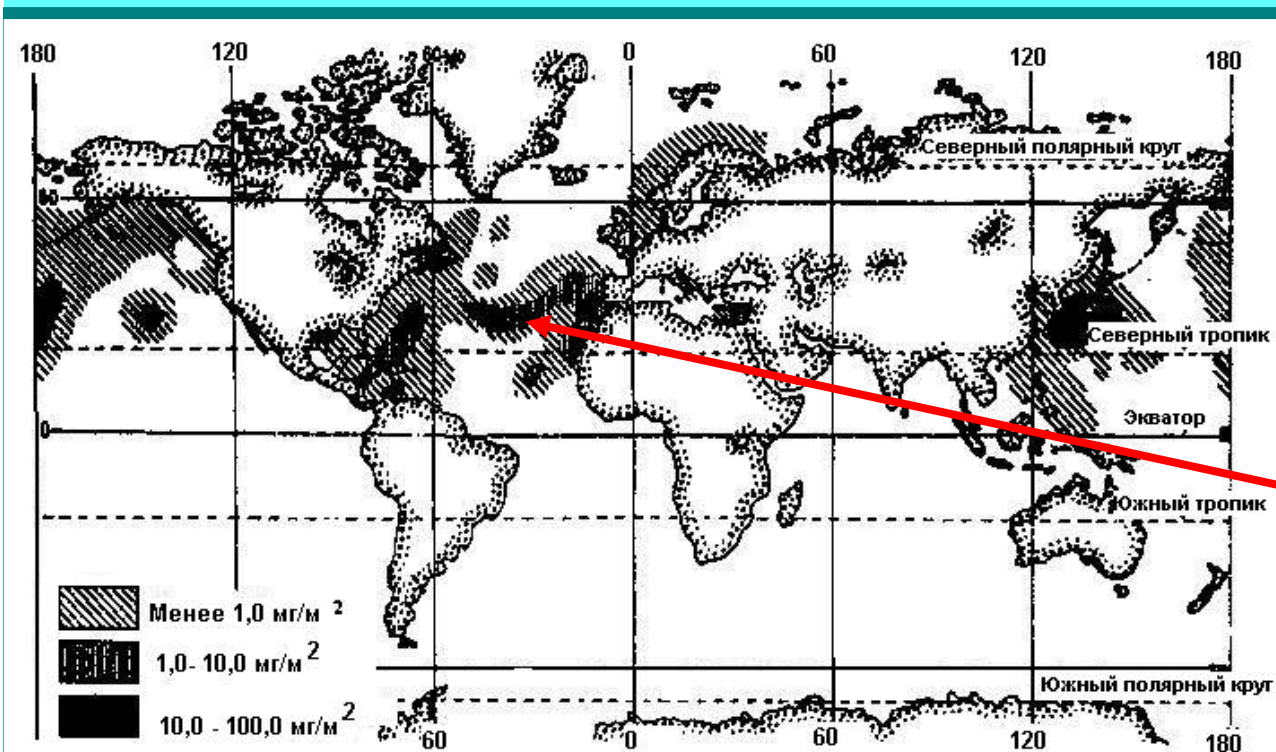
Для оценки влияния СОЗов на жителей Байкальского региона изучено содержание их в грудном молоке.

Концентрации ПХБ в грудном молоке женщин Байкальского региона изменяются от сравнимых с промышленно развитыми европейскими странами (Норвегия, Германия, Швеция и др.) до сравнимых только с уровнями в одном из самых загрязненных ПХБ городов мира (Серпухов) или с когортой населения, потребляющих морскую рыбу и тюленей в пищу [Fangstrom et al., 2004].

Высокие концентрации в грудном молоке – это результат особенностей питания и места производства продуктов питания и в некоторых случаях работы женщины до и во время беременности во вредных условиях. Взаимосвязь концентраций ПХБ в грудном молоке женщин с частотой потребления ими рыбы, а также высокие концентрации ПХБ в рыбе и нерпе позволяют говорить, что пресноводная рыба и жир нерпы являются значительным источником поступления ПХБ в организм жителей региона, особенно рыбаков и членов их семей.

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

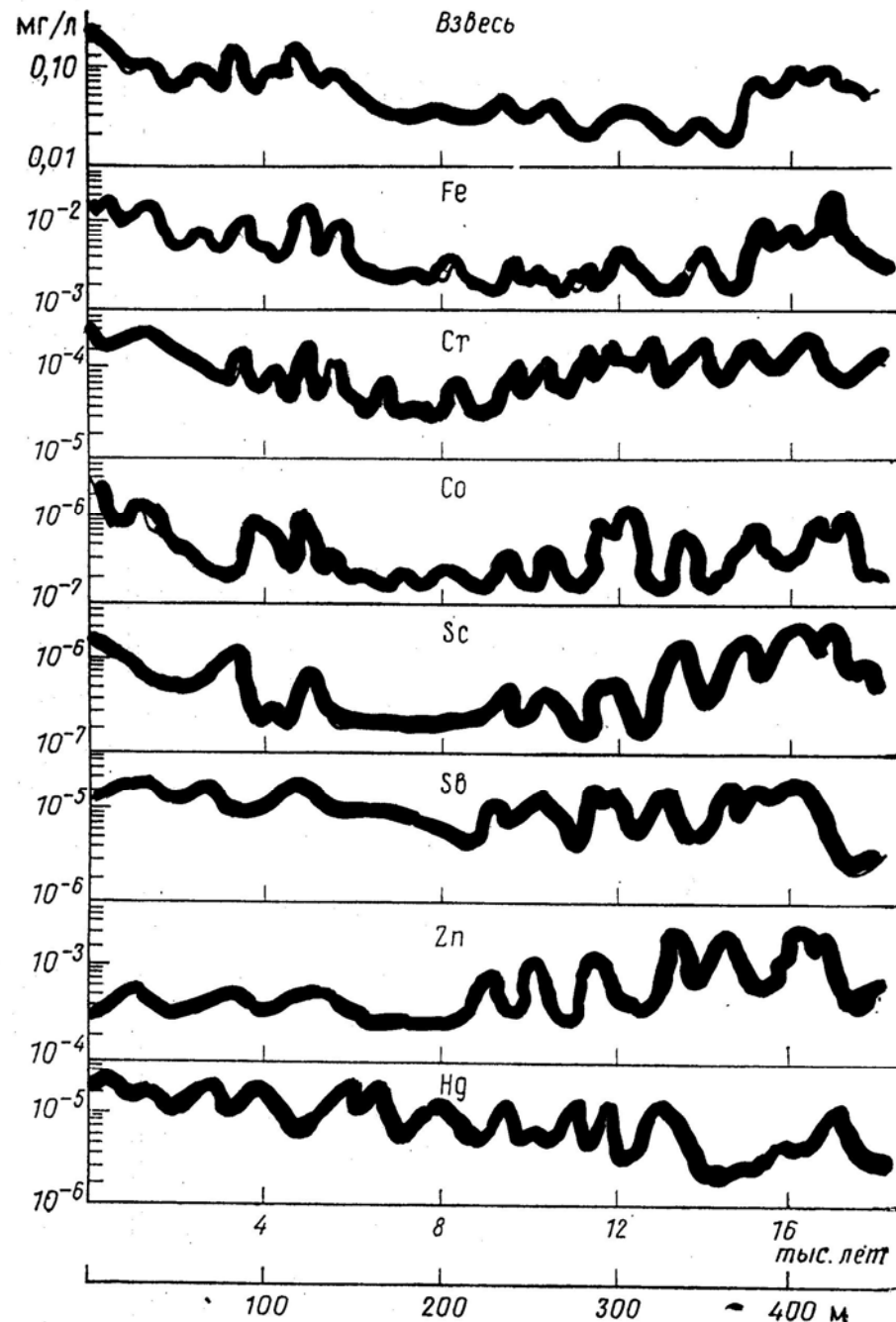
Загрязнение Океана
нефтью (спутниковая
съёмка)



Геохимическое изменение природной среды

- **Общая ретроспективная оценка по результатам анализ последовательно образующихся во времени (*стратифицированных*) природных образований (*ледники, торфяники, донные отложения, годовые кольца деревьев и др.*)**

- Последовательно образующиеся во времени (*стратифицированные*) природные образования (*ледники, торфяники, донные отложения, годовые кольца деревьев и др.*) широко используются в изучении динамики поступления различных химических компонентов (свинец, ртуть и др.), в том числе радиоактивных веществ (третий, плутоний и др.) в биосферу, а так же для палеоклиматических реконструкций. Их изучение *даёт общее представление об изменении элементного состава среды обитания человека.*
- Например :



**Изменение
содержания и
химического
состава
минеральной
составляющей
ледникового
покрова в
зависимости от
возраста
отложений**

**(по Миклишанскому и
др., 1980)**

PINATUBO

2 days 1991

10 billion tonnes magma

20 milj ton SO₂

600 000 ton Cu

800 000 ton Zn

1 000 ton Cd

300 000 ton Ni

550 000 ton Cr

10 000 ton As

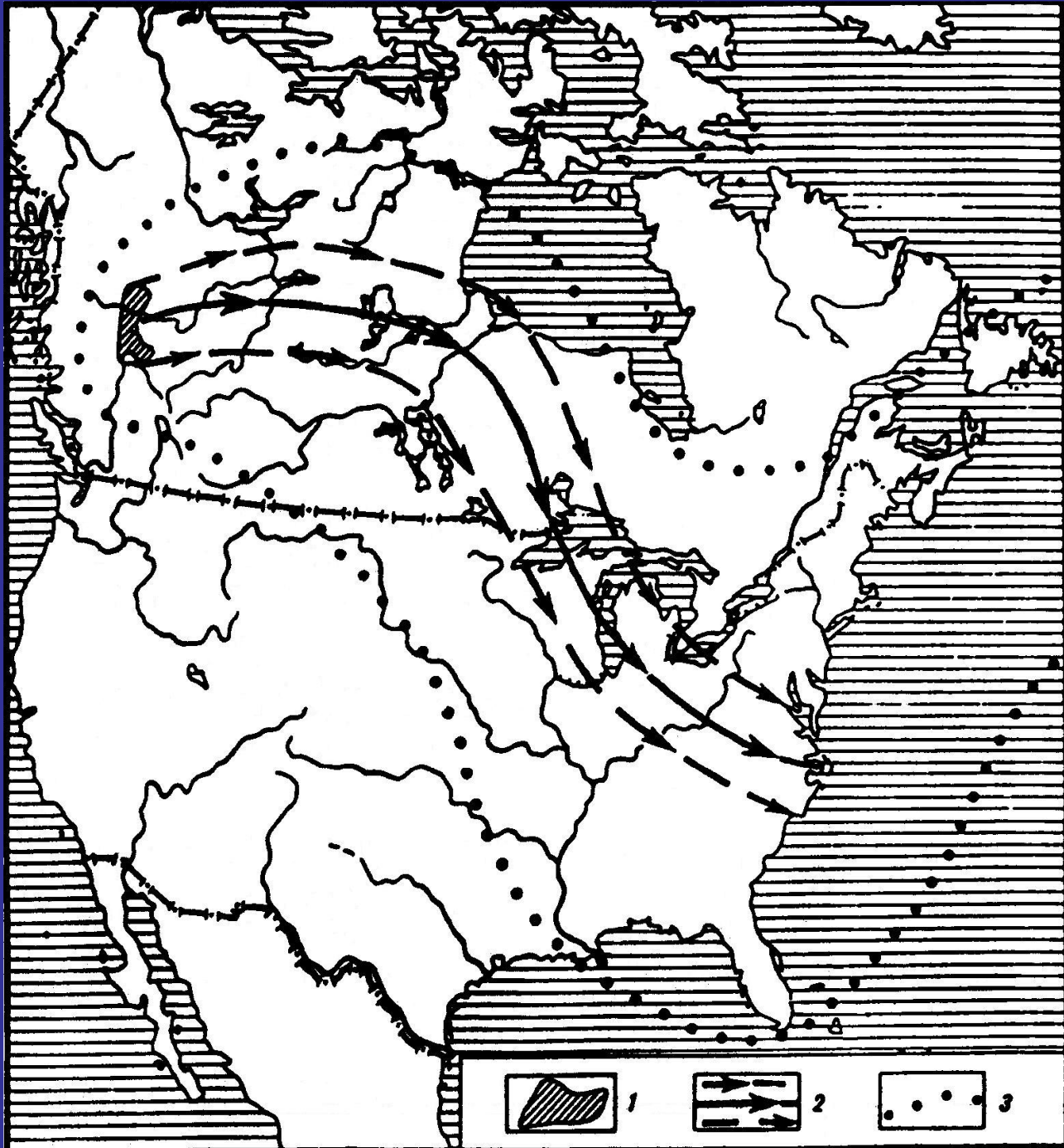
800 ton Hg

60 volcanoes per day

>3000 volc. At midocean ridges



© 1991 AP/WIDEWORLD PHOTOS. POST OFFICE BOX 181 VOLCANO HAWAII 96783 (808) 961-7474

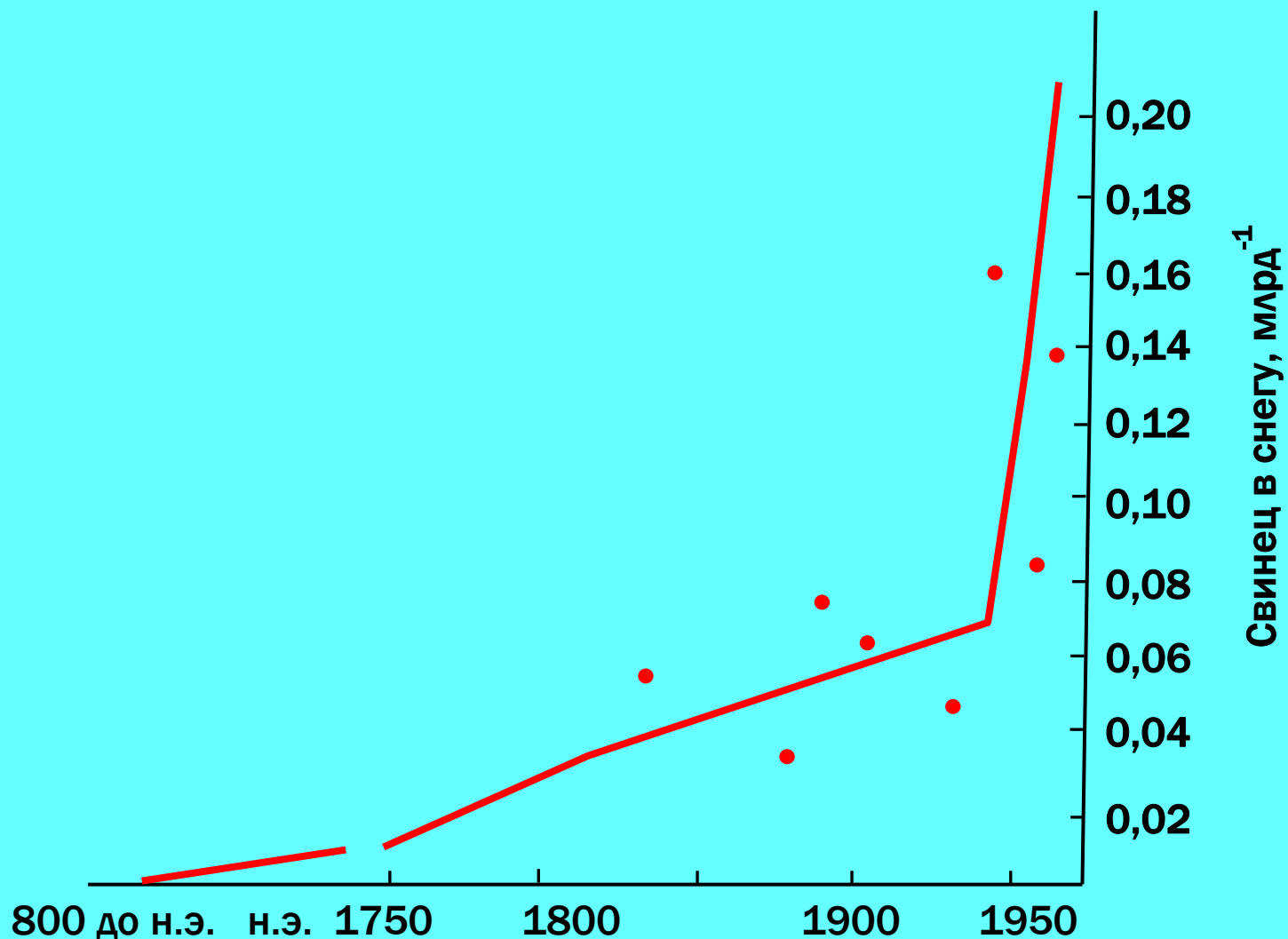


**Гигантский
шлейф дыма от
пожаров на юго-
западе Канады в
1950 г.**

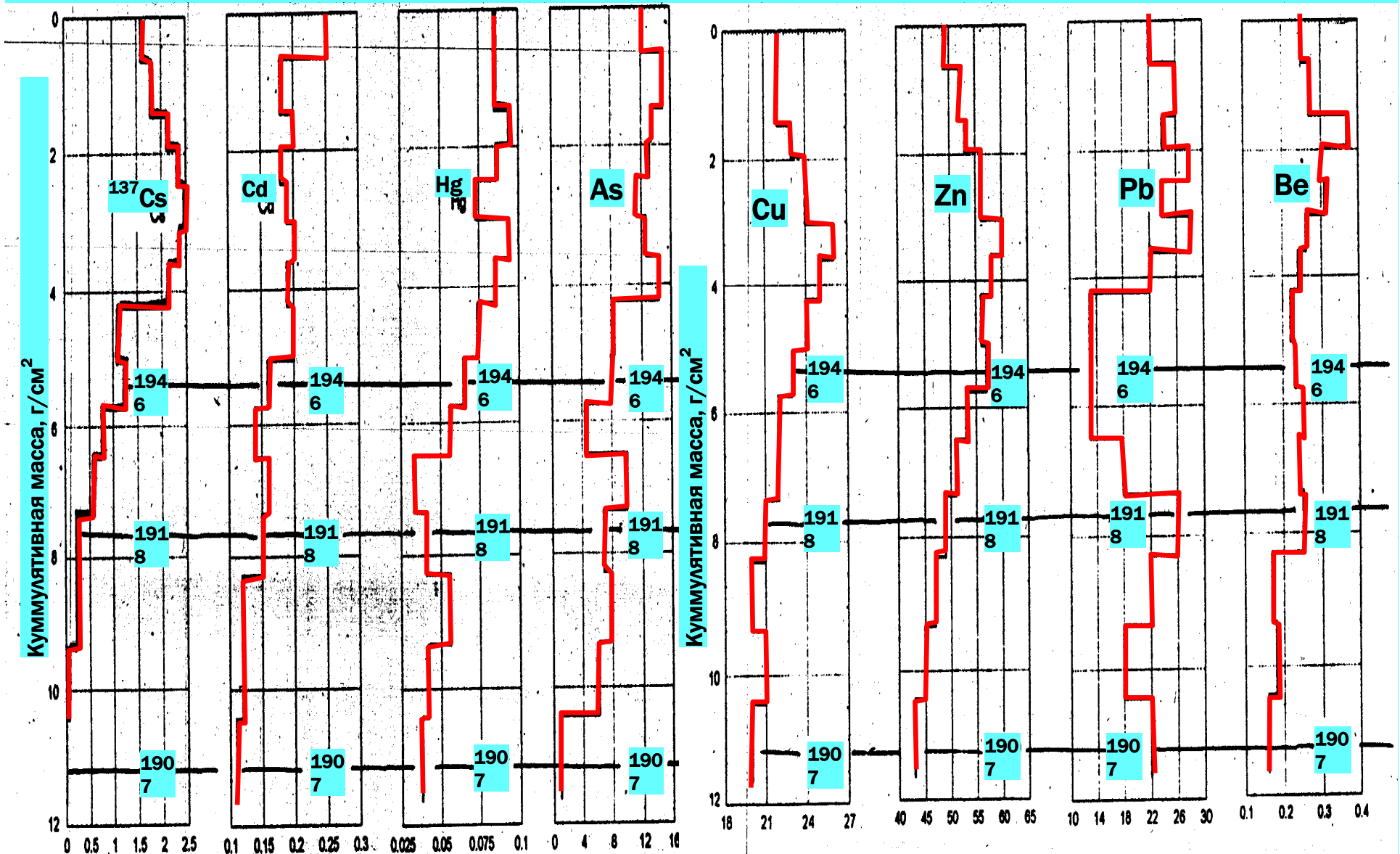
**1- область пожаров;
2- путь основной
массы дыма;
3- граница
дымового облака.**

Содержание свинца в ледниках Гренландии

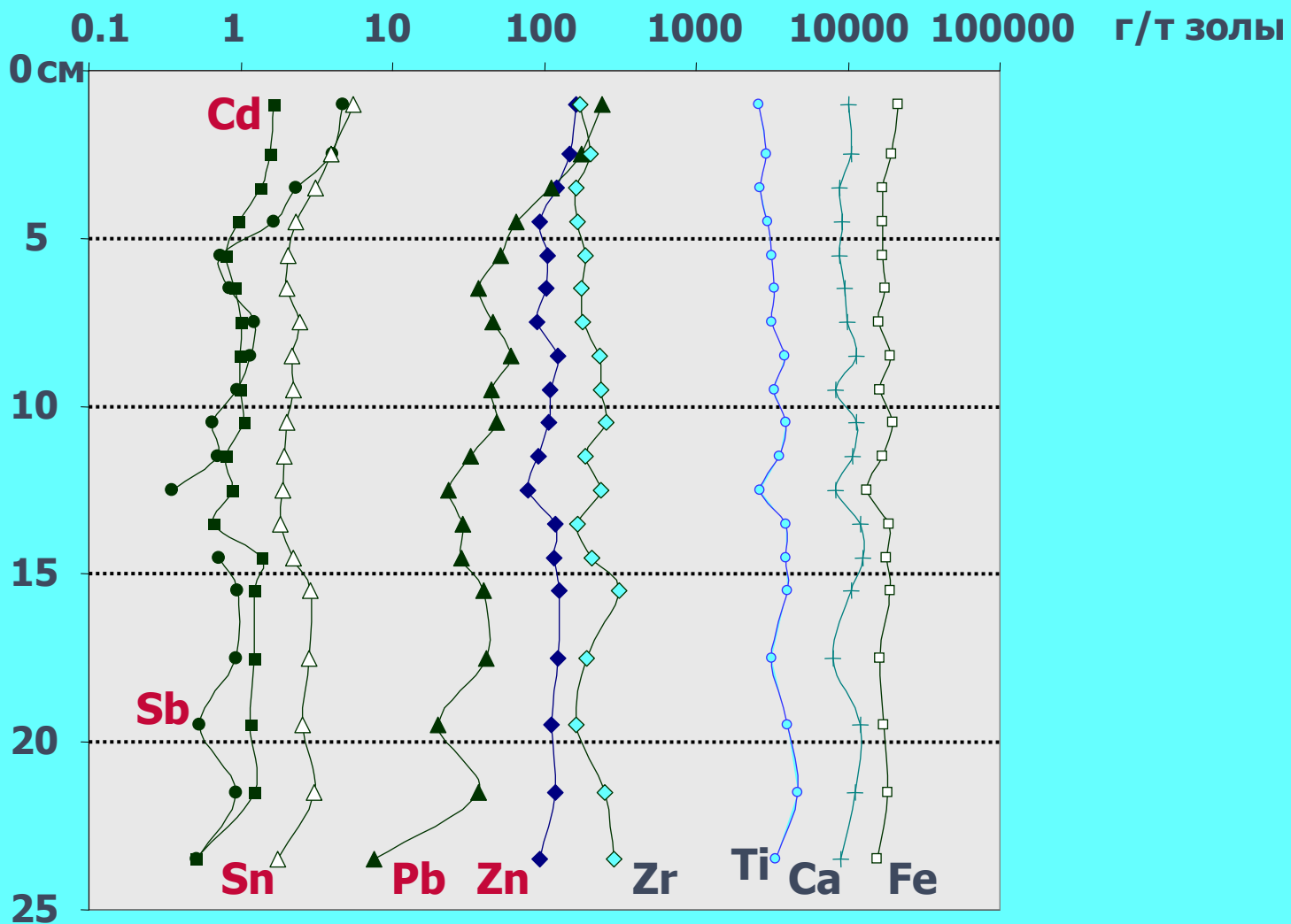
Возраст образцов льда соответствует их глубине
(по Б.Небелу, 1993 г.)



Накопление некоторых химических элементов в донных отложениях озёр Степного Алтая (по Гавшину В.М. и др., 1999)



Распределение концентраций некоторых элементов в золе разных горизонтов сапропеля озера Очки, зона Байкальского биосферного заповедника (по Леоновой Г.А.,2007)



Из недр ежегодно добывается больше, чем включается биологический круговорот: Cd- более чем в 160 раз, Sb- в 150, Hg-110, Pb- в 35, As, F - в 15, U- более чем в 6, Sn- в 5, Cu- в 4, Mo - в 3 раза. Добыча Ag, Cr, Ni, Zn примерно равна ежегодному потреблению растительностью.

Типоморфные элементы и минеральные образования в компонентах природной среды промышленных районов (по

Язикову Е.Г., 2006)

Районы	Типоморфные элементы и минералы в природных средах		
	Снег	Почва	Минералы и минеральное вещество
	НГДР	Br, Tb, Ba, Na, Si	
УДР	Ta, As, Au, Y, Zr, Yb, Sr, La, Sm, Th, Al, P, V, Собщ. , Скульпид. , Собщ. , Сорг.	Zr, As, Ta, Y, Au, Собщ. , Скульпид. , Собщ. , Сорг. Sc, Sb, Tb, Hf, Ce, Nb, Be	Угольная пыль, муллит
ГДР	U, Co, Fe Ca	Fe, Co, U, Rb, Sc, Cs, Ta, Ce, V, Li, Th	Гидроокислы железа
РММО	Fe, Mn, Cr, Ni, Hg Mo, W, Sb, Th	Fe, Cr, Mn, Ni, Hg, U, Al, K, Mg, Co, Se	Магнезиоферрит, металлические частицы
РРП	Pb, Cu, Mo, W, K, Mg, Na, Ca, Ba, Ni, Au, Hf, La	Cu, Mo, Pb, W, P, Cd, Sn, Y, Ga, Hg	Муллит, магнезиоферрит
РЯТЦ	Lu, F, Zn, U, Cs	Lu, Zn, F	Графит, оксиды урана, марматит
РНХП	Br, Sb, Ba, Tb	Br, Sb, Sr, V, гептан, бенз(а)пирен	нет данных
РРМП	Ta, Co, Sc, Sb, Ag, U Ce, Eu, Lu, Au	нет данных	нет данных
РМП	нет данных	Ca, As, Sb, Ba, Sm, Au, La, Lu, Cr, Li, Pb	Магнезиоферрит
ТЭК	Na, Ba, Sb, La, Sm, Yb, Lu, Ta, U	нет данных	Муллит, магнезиоферрит
СХР	Na, As, Ba	Na, As, Yb, Mn, Sr, Cr, Co, Ni, Sc, Mo	Гидроокислы железа

Наряду с извлечением малых и рассеянных элементов при добыче руд не меньшие, а для многих элементов **большие их количества освобождаются и рассеиваются в окружающей среде при сжигании угля.** Ежегодно при сжигании угля выделяется больше, чем включается в биологический круговорот, Hg в 87000 раз, As - в 125, U - в 60, Cd - в 40, Li, Y, Be, Zr - в 10, Sn, V - в 3-4 раза.