

Тема 2. Приоритетные экотоксиканты

Приоритетные загрязняющие вещества – вещества, имеющие следующие характеристики:

- широкое распространение вещества в окружающих человека микросредах и уровни воздействия, способные вызвать неблагоприятные изменения в состоянии здоровья населения;
- устойчивость к факторам окружающей среды, накопление в организме, включение в пищевые цепи или природные процессы циркуляции веществ;
- частота и тяжесть неблагоприятных эффектов, наблюдаемых в состоянии здоровья населения при воздействии токсического агента; при этом особенно важны необратимые или длительно протекающие изменения в организме, приводящие к генетическим дефектам, или другие нарушения развития у потомства;
- постоянный характер действия;
- трансформации в окружающей среде или организме человека, приводящее к образованию продуктов, имеющих большую, чем исходное вещество, токсичность для человека;
- большая величина популяции населения, подверженного действию химического вещества (вся популяция, профессиональные контингенты или подгруппы, имеющие повышенную чувствительность к воздействию данного токсиканта).

Перечень наиболее важных (приоритетных) веществ, загрязняющих биосферу:

- соединения тяжелых металлов,
- пестициды,
- полициклические ароматические углеводороды (ПАУ),
- хлорорганические соединения,
- нефтепродукты,
- фенолы,
- детергенты (СПАВ).

В «черный список» Агентства по охране окружающей среды США (EPA) и ответственных органов стран Европейского Союза, входит 180 соединений, объединенных в 13 групп:

- 1) хлорорганические пестициды;
- 2) фосфорорганические пестициды;
- 3) пестициды на основе феноксиуксусной кислоты;
- 4) азотсодержащие пестициды на основе;

- 5) летучие хлорорганические соединения;
- 6) «малолетучие» хлорорганические соединения;
- 7) хлорфенолы;
- 8) хлоранилины и хлорнитроароматические соединения;
- 9) полихлорированные и полибромированные бифенилы;

- 10) ароматические углеводороды;
- 11) полициклические ароматические углеводороды;

- 12) металлоорганические соединения;
- 13) другие соединения.

пестициды

**хлор-
органические**

ПАУ

Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях

Список А – запрещение производства и ликвидация

- альдрин (пестицид-инсектицид, токсичен для рыб, птиц и человека).
- дильдрин (пестицид, производное альдрина; период полувыведения из почвы 5 лет).
- эндрин (пестицид — инсектицид и дератизатор; высокотоксичен для рыб).
- хлордан (инсектицид против термитов, токсичен для рыб, птиц; потенциальный канцероген).
- мирекс (инсектицид против муравьев и термитов, потенциальный канцероген).
- токсафен (инсектицид против клещей, является потенциальным канцерогеном).
- гептахлор (инсектицид, токсичен для птиц; потенциальный канцероген)

В 2009 году дополнен 9 пестицидами, в т.ч. гексахлорциклогексаном, линданом и др.

Список В – ограничение использования – ДДТ – разрешен как средство борьбы с насекомыми – переносчиками опасных заболеваний (в т.ч. – малярии).

Список С – снижение непреднамеренного производства - диоксины, дибензофураны, дифенилы

Основные источники: сжигание отходов; целлюлозное производство с хлорными отбеливателями; некоторые технологии в металлургии; угольные, мазутные и нефтяные ТЭЦ; различные химические производства; пожары на полигонах ТБО; производство пластмасс, пластификаторов, пенистых материалов.

Экотоксиканты \neq ксенобиотики

Соединения тяжелых металлов

В перечень опасных тяжелых металлов, согласно решению Целевой группы по выбросам Европейской экономической комиссии ООН, включены **Pb, Cd, Hg, Ni, Co, Cr, Cu, Zn**, а также - металлоиды **As, Sb и Se**.

Особое место металлов среди приоритетных химических веществ, загрязняющих биосферу, обусловлено следующими причинами:

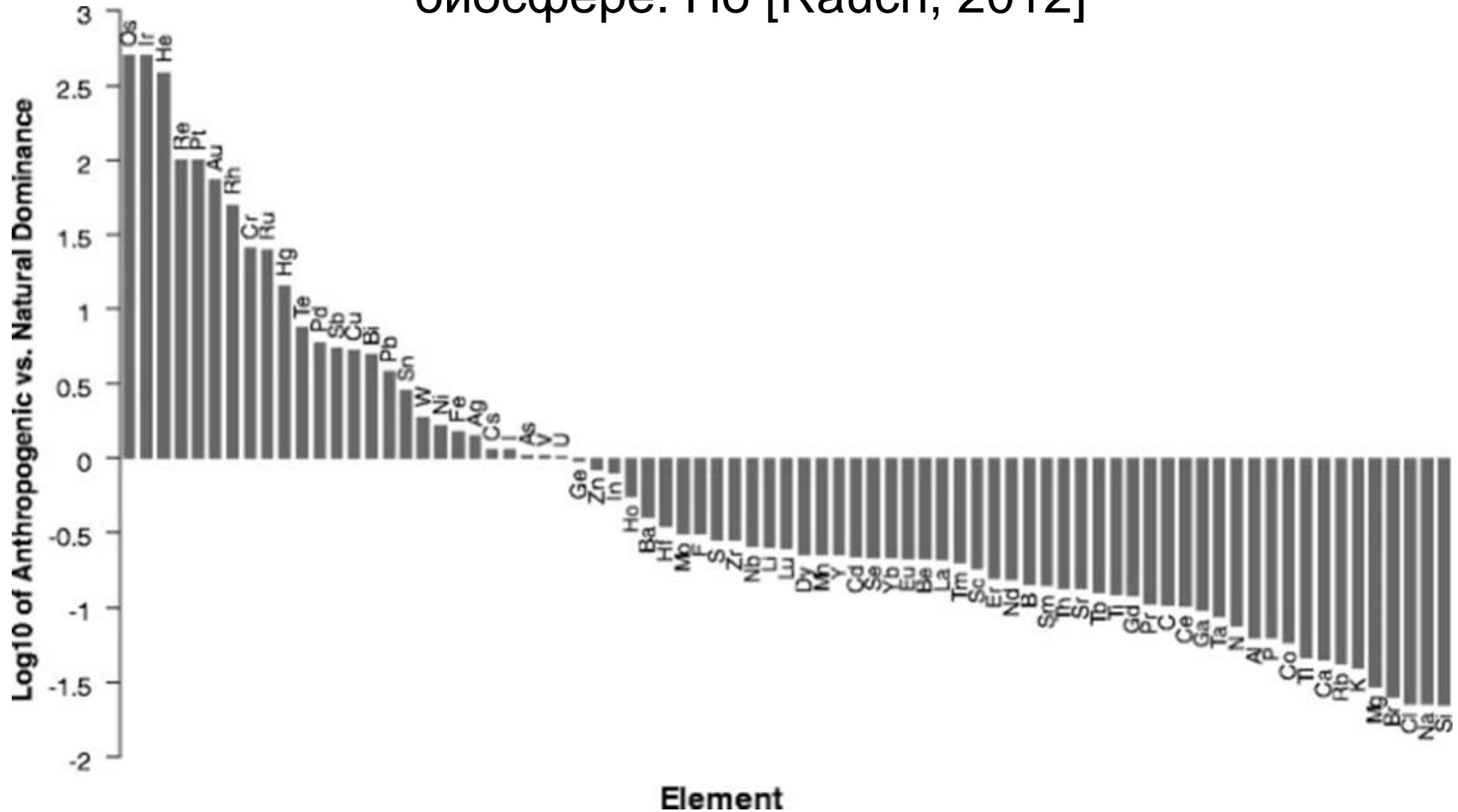
1. Скорость извлечения металлов из земной коры человеком выше, чем геологическая скорость их извлечения.
2. В отличие от органических загрязняющих веществ, подвергающихся процессам разложения, металлы способны лишь к перераспределению между отдельными компонентами географической оболочки.
3. Металлы сравнительно легко накапливаются в почвах, но трудно и медленно из нее удаляются. Период полуудаления из почвы: Zn — до 500 лет, Cd — до 110 лет, Cu — до 1500 лет, Pb — до 5900 лет.
4. Многие металлы хорошо аккумулируются органами и тканями человека, теплокровных животных и гидробионтов, проявляя свойства супер-экоотоксикантов.
5. Некоторые металлы, особенно тяжелые, высокотоксичны для различных биологических объектов.

Скорость извлечения металлов из земной коры (тыс.т/г)

По Батян и др., 2009

Элемент	«Геологическая скорость», V_g	Скорость извлечения человеком, V_h	V_h/V_g
Fe	25 000 000	320 000 000	12.8
Cu	380 000	4 500 000	11.8
Zn	370 000	3 900 000	10.5
Pb	180 000	2 300 000	12.7
Mn	440 000	1 600 000	3.6
Sn	1 500	170 000	113.0
Mo	13 000	57 000	4.4
Hg	3 000	7 000	2.3
Ag	5 000	7 000	1.4

Соотношение антропогенного и природного потоков веществ в биосфере. По [Rauch, 2012]



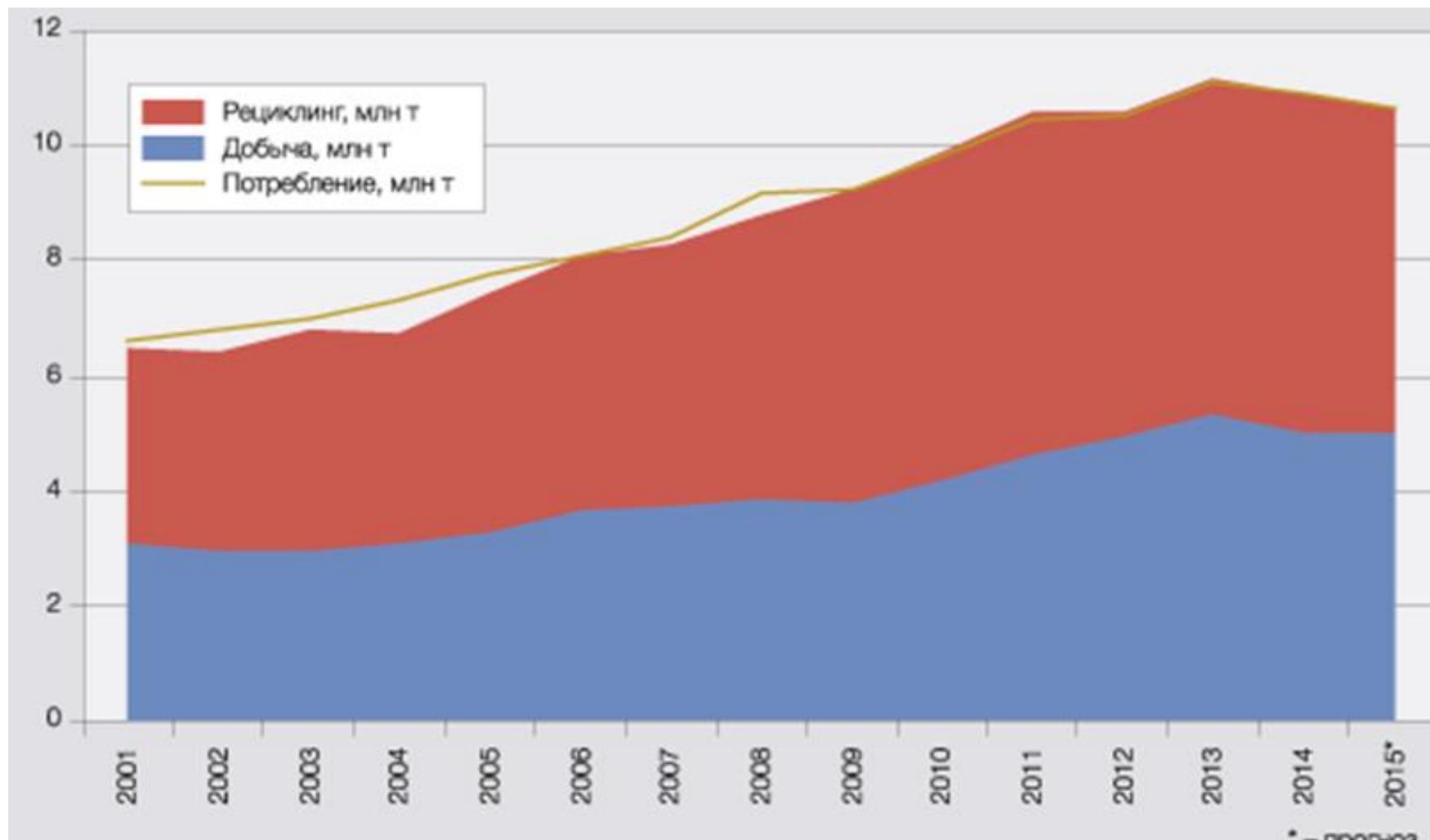
Эффективность горнорудных производств

- соотношение целевого вещества с общей массой перемещенного вещества (Douglas I., Lawson, 2002)

Полезное ископаемое, млн. т/год на 1995 г.	% эфф.
Железные руды	19.2
Никелевые руды	0.18
Медные руды	0.22
Цинковые руды	3.11
Бокситы	33.4
Золотые руды	0.0001

Извлечение \neq эмиссия

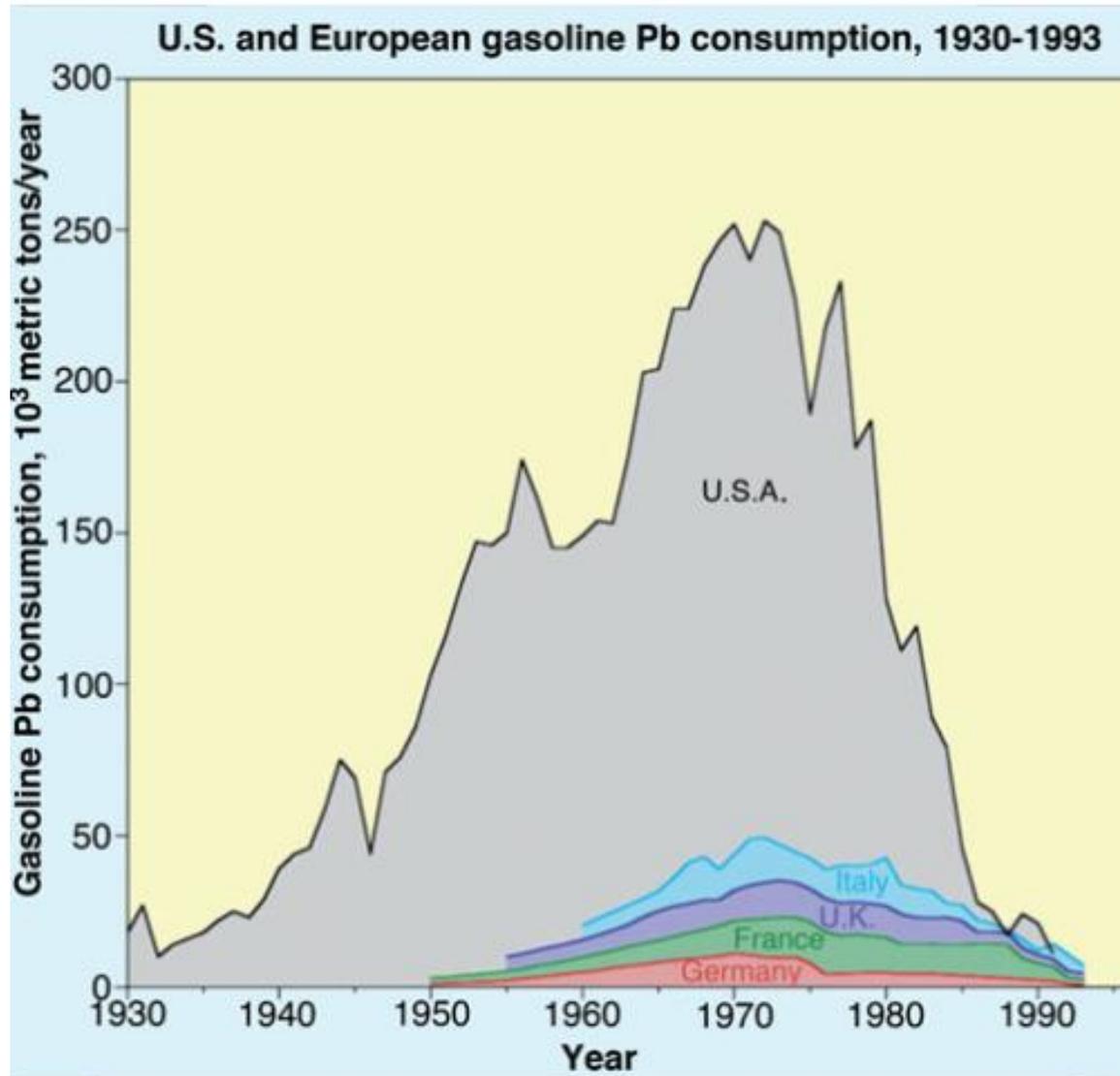
Добыча и использование свинца в мире (млн. т)



Структура потребления свинца (%)

Вид использования	США, 1960	Мировая, 2005
Аккумуляторные батареи	35	72
Тетраэтилсвинец	16	< 1
Пигменты	7	12
Оружие	4	6
Кабели	6	1
Другое	32	10

Использование Pb для производства этилированного бензина с США и Западной Европе (тыс. т в год)

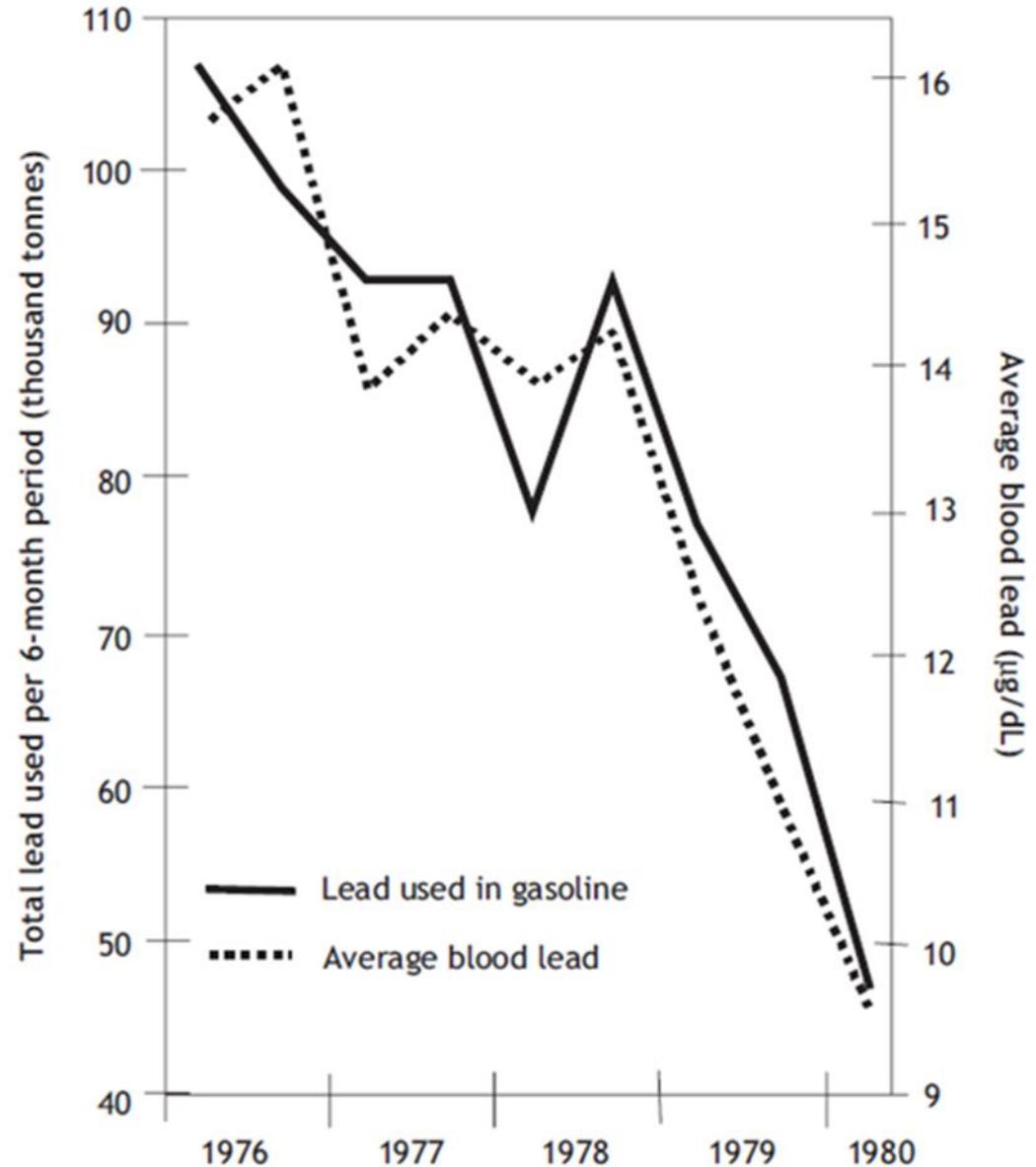


В 1972 г. мировая добыча Pb составила 3,8 млн. т.
На долю этилированного бензина пришлось около 10 %.

Результаты ограничительных мер в США

В 1972 – 1986 гг. под давлением Агентства по охране окружающей среды (EPA) в США произошло постепенное сокращение применения этилированного бензина.

Это привело к снижению популяционного среднего содержания Pb в крови детей.

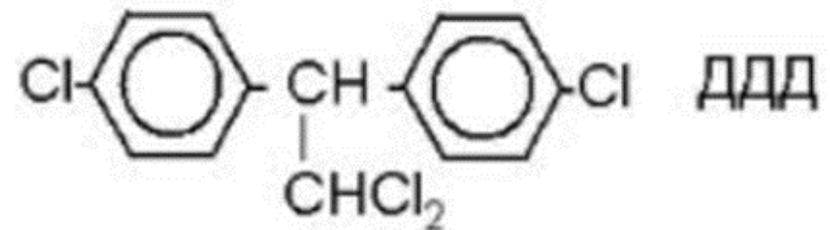
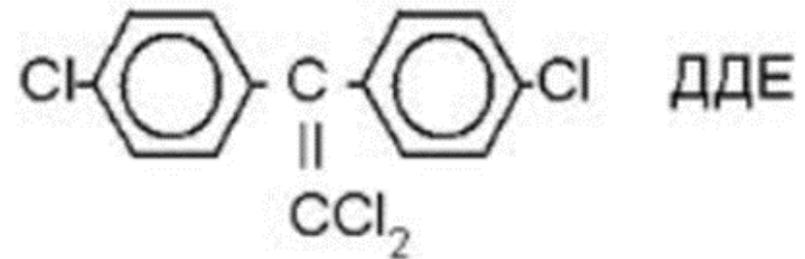
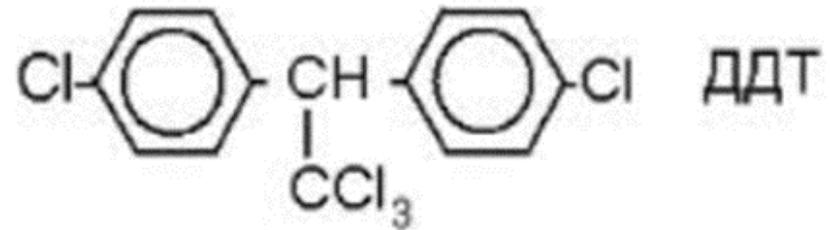


В перечень опасных тяжелых металлов, согласно решению Целевой группы по выбросам Европейской экономической комиссии ООН, включены **Pb, Cd, Hg, Ni, Co, Cr, Cu, Zn**, а также - металлоиды **As, Sb и Se**.

Реальное воздействие на биосферу?

Пример приоритетных хлорорганических экотоксикантов:

ДДТ и его метаболиты



История создания, применения и запрета ДДТ

ДДТ синтезирован в 1874 г. О.Цайдлером. Инсектицидные свойства ДДТ обнаружил П.Мюллер в 1939 г. (Нобелевская премия 1948 г.).

Массовое производство и применение начато в США в 1942-1943 гг. Очень простой в получении и эффективный инсектицид («дуст» – от англ. dust – пыль, поскольку из-за нерастворимости в воде форма применения ДДТ - опыление).

Применение ДДТ в сельском хозяйстве было ключевым фактором в развитии «Зелёной революции».

В мире за всё время было произведено более 10 млн. т ДДТ.

Известны многочисленные факты нарушения (превышения) технологии применения ДДТ в сельском хозяйстве и бытовых условиях.

Высокая растворимость в жирах и низкая растворимость в воде обуславливают задержку ДДТ в жировой ткани и накопление в трофических цепях.

История создания, применения и запрета ДДТ

Главной причиной спада популярности ДДТ явилась дискуссия о вреде ДДТ, начатая книгой Рэйчел Карсон «Безмолвная весна» (англ. «Silent Spring»), в которой Карсон утверждала, что применение ДДТ оказывает вредное влияние на функцию воспроизводства у птиц.

Последствиями общественной дискуссии были изменения законодательства США в обращении с пестицидами и создание EPA – Агентства по охране окружающей среды.

Впоследствии было обнаружено, что Р.Карсон в своей книге прибегала к подтасовке и фальсификации фактических данных.

Были высказаны обвинения, что запрет ДДТ обернулся значительным ростом смертности в развивающихся странах от малярии и других паразитических заболеваний.

В СССР исключен из списка разрешенных пестицидов в 1970 г., но и позже применялся для борьбы с малярией и клещевым энцефалитом.



RACHEL CARSON
(1907–1964)

Механизмы разрушения экотоксикантов:

- фотолиз (например, ПАУ)
- гидролиз (например, фосфорорганические соединениями)
- биотическая трансформация

Пути удаления экотоксикантов из сегментов биосферы:

- испарение (например, хлорорганический инсектицид линдан)
- сорбция и захоронение в донных осадках (например, ДДТ)
- биоаккумуляция (в гидробионтах)

