

# Тема 22. Антропогенное химическое воздействие на окружающую среду



Барри Коммонер  
(1917 – 2012)

1. Всё связано со всем.
2. Всё должно куда-то деваться.
3. Природа знает лучше.
4. Ничто не дается даром.

*Экологические законы Б.Коммонера*

# Наиболее опасные виды химического загрязнения окружающей среды

## **Загрязнение и изменение воздуха**

- Рост содержания углекислоты
- Кислотные дожди (сернистый газ)
- Смог (угарный газ, окислы азота)
- Пылевое загрязнение.

## **Загрязнение воды**

- Эвтрофикация (биогенные элементы)
- Нефтяное загрязнение
- Тяжелые металлы
- Хлор-органические соединения (пестициды и др.)

## **Загрязнение почвы**

- Тяжелые металлы
- Нефтепродукты
- Солевое загрязнение
- Стойкие органические загрязнения (ПАУ и др.)
- Радионуклиды

# Примеры эндемических заболеваний антропогенной природы.

Болезнь Минамата – загрязнение воды залива, рыбы и моллюсков ртутью из стоков химической фабрики. (Япония, 1950-е годы). (Также аналогичные экологические катастрофы: Япония, префектура Ниигата, 1965 г.; Канада, провинция Онтарио, 1970 г.).

Болезнь итай-итай – загрязнение сельскохозяйственных угодий и выращиваемой продукции (риса) сточными водами горно-рудных предприятий, содержащими Cd. (Япония, префектура Тояма, 1950-е годы; префектура Ниигата, 1965 г.).

Отравление мышьяком в Юго-Восточной Азии (Бангладеш, Таиланд, Китай, Тайвань, также – Аргентина, Чили, Мексика) – из-за повышенных содержаний As в грунтовых водах латеритных почв. Затронуто более 60 млн. человек.

Болезнь Юшо – отравление полихлорированными бифенилами (ПХБ) (Япония, о.Кюсю, 1968 г.). В пищу попал рис, загрязненный трансформаторным маслом, содержавшим ПХБ. Воздействию подверглось 1800 человек. Болезнь Ю-Ченг (Тайвань, 1978) аналогичной природы. Число пострадавших более 2 тыс. человек. [Эти болезни не являются эндемическими, фактически – это массовое бытовое отравление.]

# Проблема нормирования антропогенных загрязнений

В Российской Федерации разработана и законодательно закреплена система нормативных документов, определяющих Предельно допустимые концентрации (ПДК) и уровни воздействий (ПДВ, ОДУ) для воздуха, воды и почвы.

Эти документы являются основой для работы санитарно-эпидемиологической службы и других надзорных ведомств, и для проектирования новых объектов различного назначения.

# Проблема нормирования антропогенных загрязнений

Действующий в настоящее время сводный документ: Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы (СанПиН) 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

Содержит разделы: по атмосферному воздуху, производственной среде, воде, почве, физическим факторам (освещенности, шуму, микроклимату и др.) в бытовых и рабочих помещениях, на транспорте, и др.

# Проблема нормирования антропогенных загрязнений

Нерешенные задачи в части экологической геохимии:

- Зависимость ПДК от состава среды
- Нормативы для донных отложений водоемов

Общая проблема – подход к нормированию (антропоцентрический или биосферный)

# Свинцовое загрязнение окружающей среды



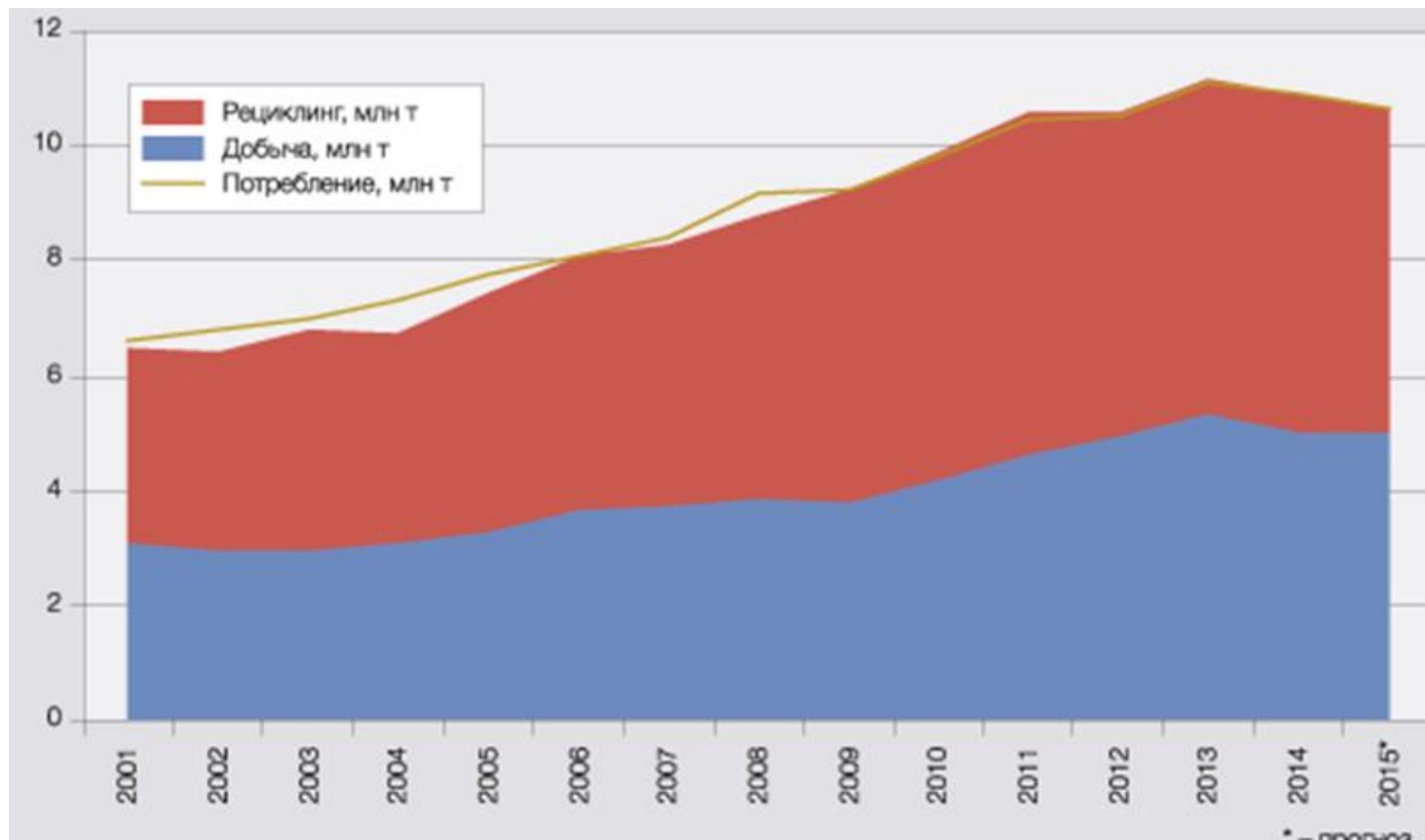
# Биогеохимический цикл свинца (По Р.Р.Бруксу)



# Биогеохимический цикл свинца (По Р.Р.Бруксу)



# Добыча и использование свинца в мире (млн. т)



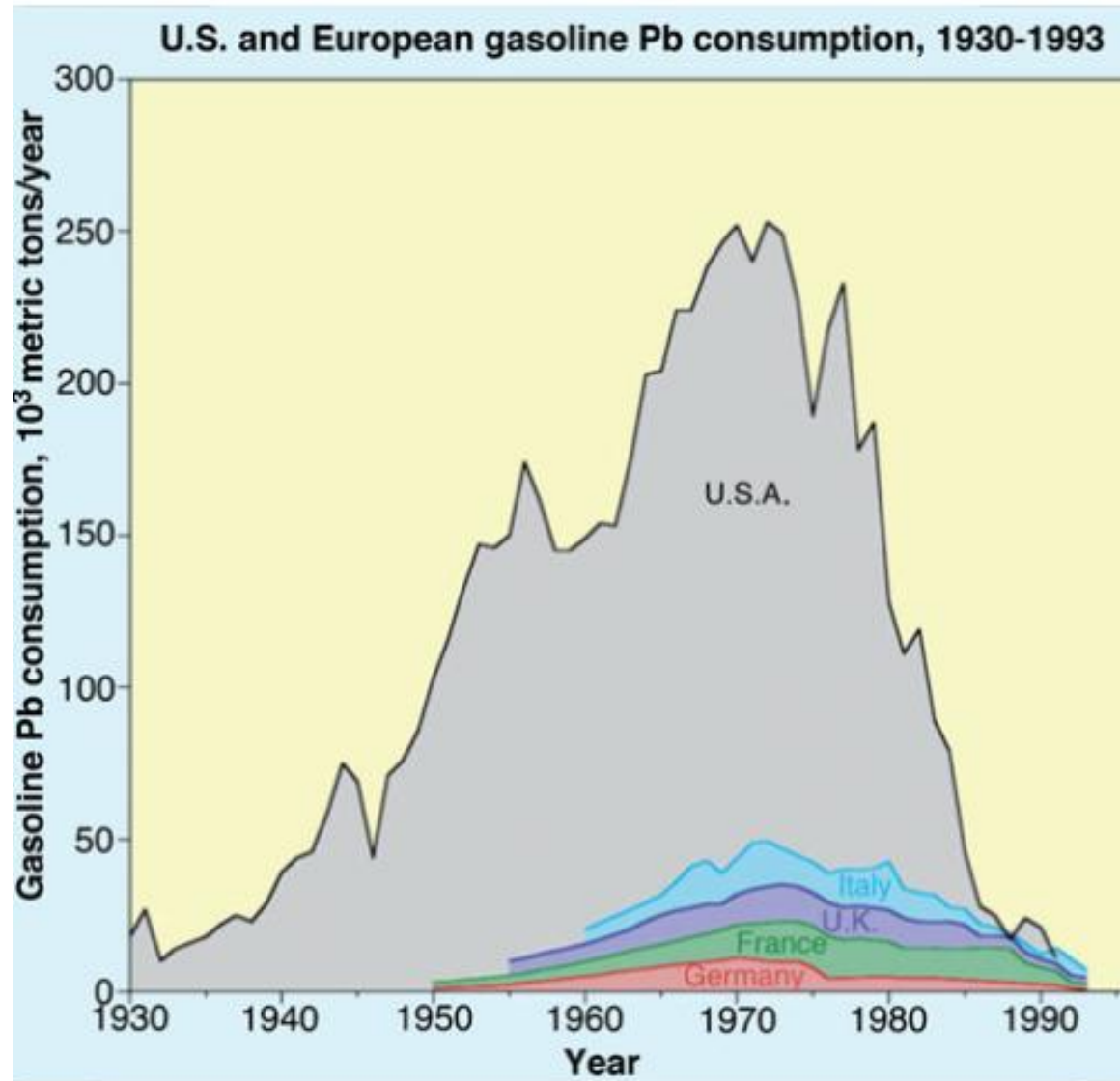
# Доля вторичного свинца в общем производстве (%)

| Страна         | %    |
|----------------|------|
| Китай          | 22,7 |
| США            | 89,1 |
| Германия       | 58,8 |
| Япония         | 61,1 |
| Великобритания | 74,5 |
| среднемировая  | 48,8 |

# Структура потребления свинца (%)

| Вид использования      | США, 1960 | Мировая, 2005 |
|------------------------|-----------|---------------|
| Аккумуляторные батареи | 35        | 72            |
| <b>Тетраэтилсвинец</b> | 16        | < 1           |
| <b>Пигменты</b>        | 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 %.

Динамика потребления этилированного бензина – по (Boyle et al., 2014)

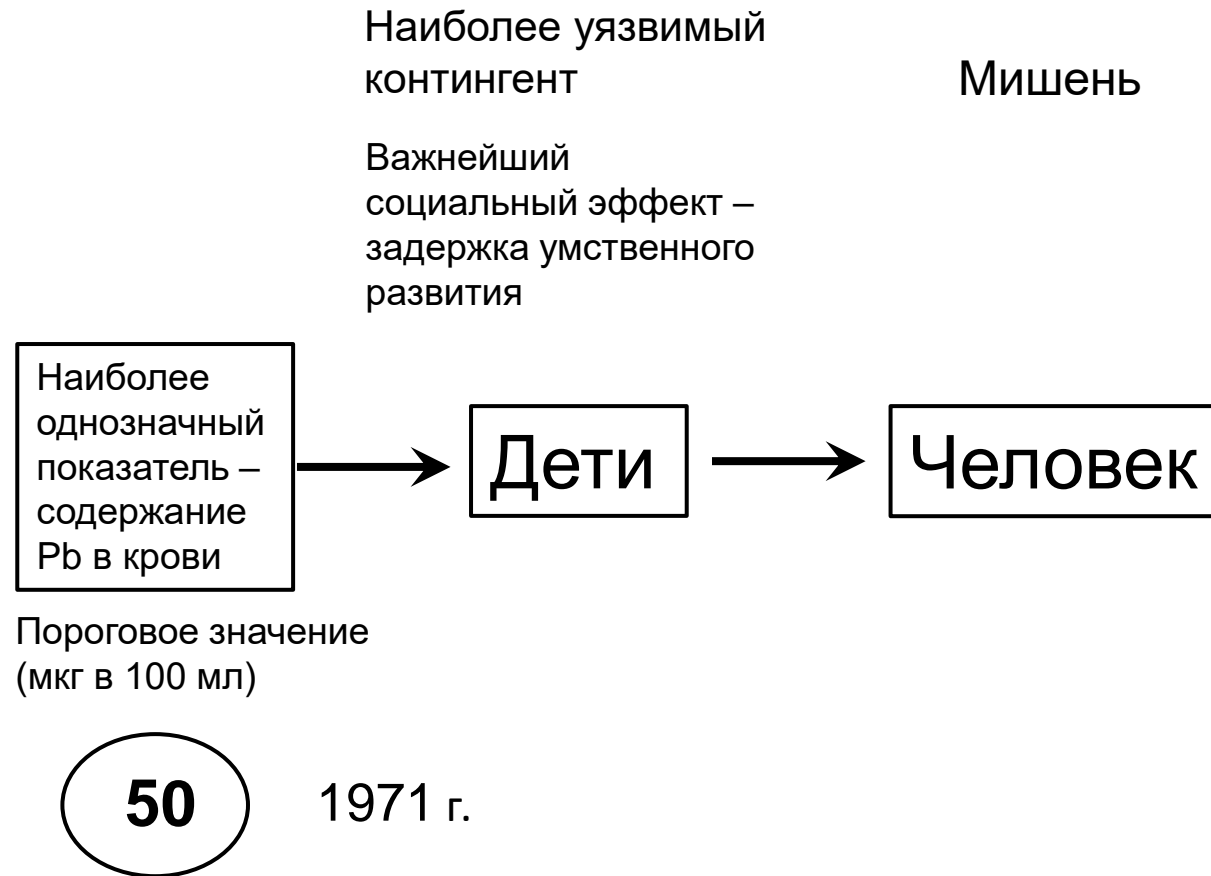
# Хронология использования и запрещения этилированного бензина (тетраэтилсвинца, ТЭС)

- 1921 – обнаружен антидетонационный эффект ТЭС (Т.Миджли, компания «General Motors»).
- 1923 – начато промышленное производство ТЭС.
- Конец 1940-х – стало широко известно о токсичных эффектах, вызываемых ТЭС.
- 1965 – начало общественной кампании за запрет ТЭС, как источника эмиссии Pb в окружающую среду (инициатор – геохимик К.К.Паттерсон)
- 1972 – US EPA ввело запрет на использование ТЭС в США.
- 1975 – запрет на использование ТЭС в Москве и 30 крупных городах СССР
- 2000 – этилированный бензин запрещен в Евросоюзе и Индии
- 2003 – этилированный бензин окончательно запрещен в Российской Федерации



C.C.Patterson (1922-1995)

# Проект US Environmental Protection Agency (EPA)



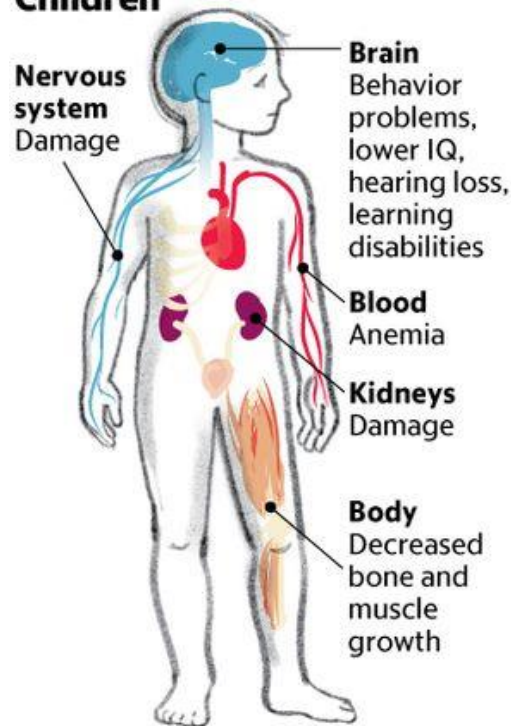


# Работы по предотвращению свинцового отравления населения в США

## Lead exposure

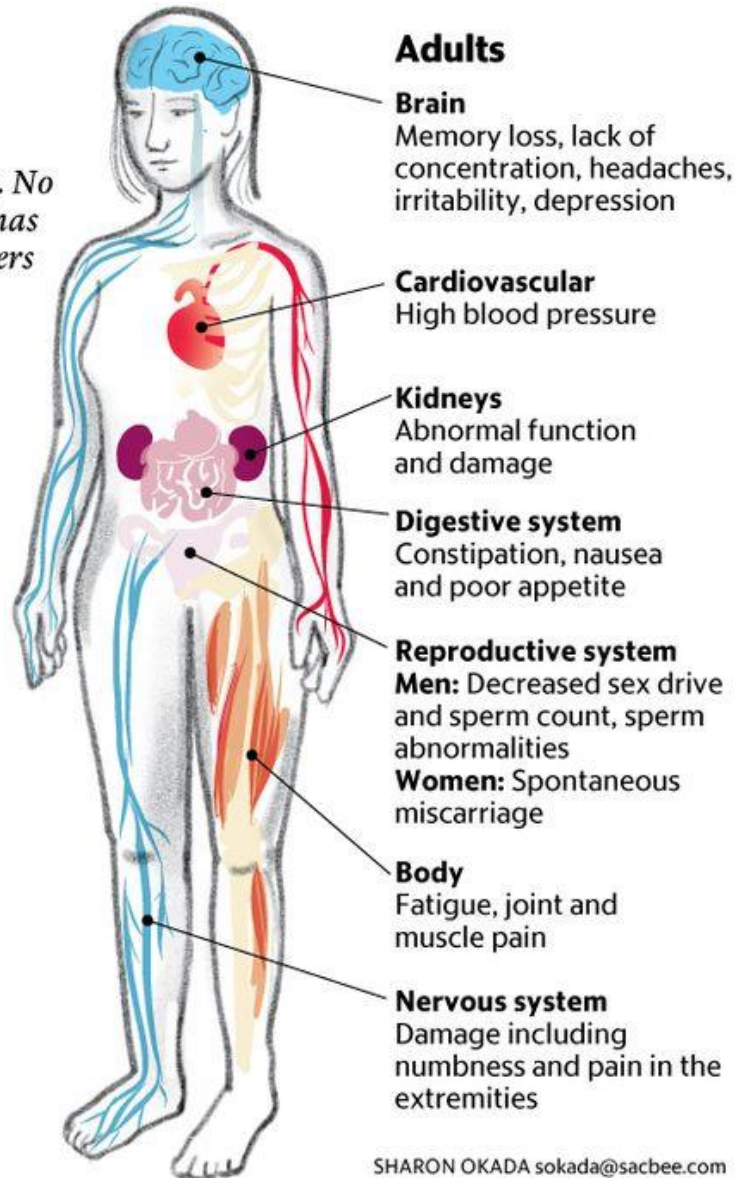
*Although often without obvious symptoms, lead exposure can affect nearly every part of the human body. No safe level of lead in the bloodstream has been determined by the federal Centers for Disease Control and Prevention.*

### Children



Sources: Centers for Disease Control and Prevention; National Institutes of Health

### Adults



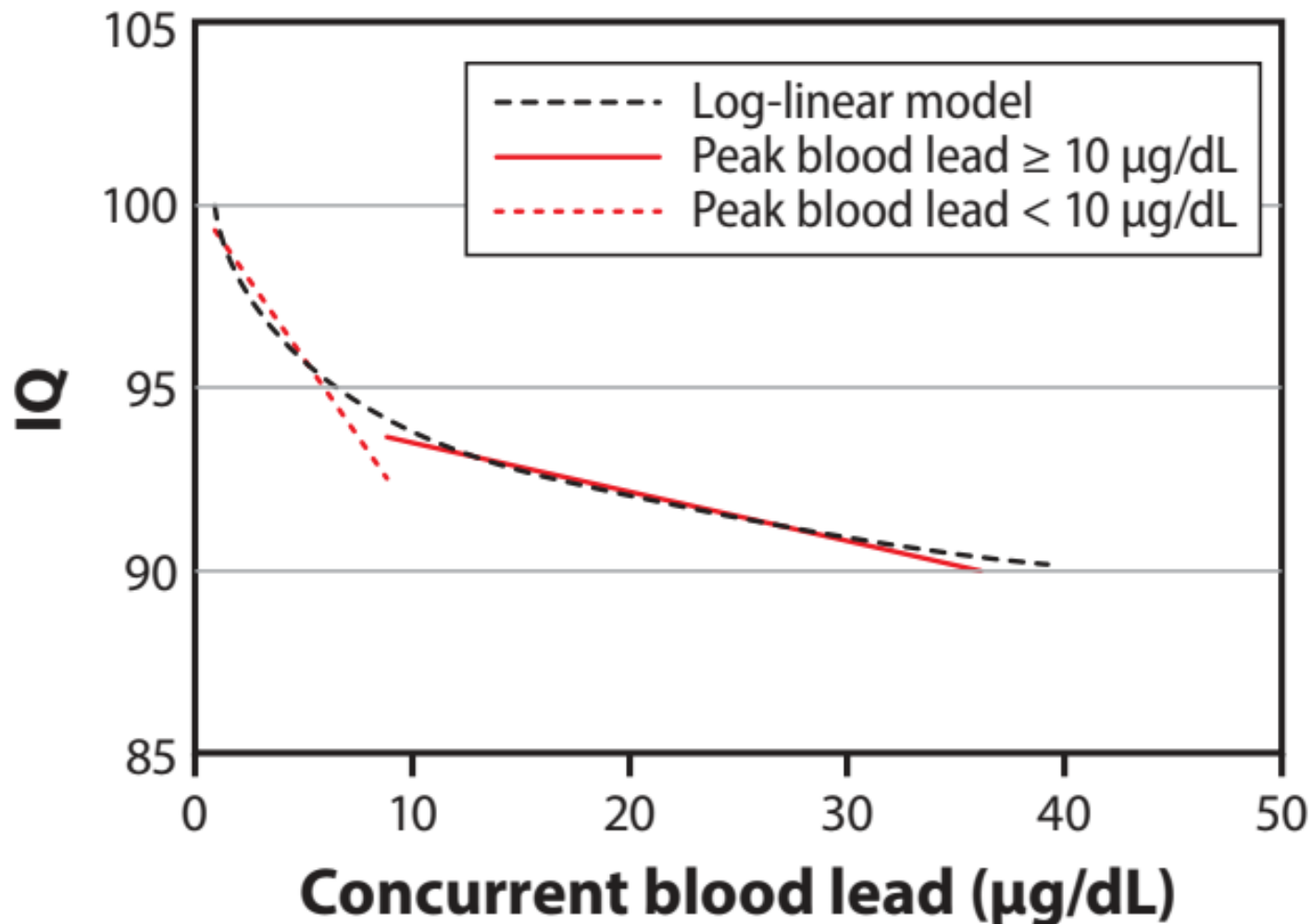
SHARON OKADA sokada@sacbee.com

Пример информирования населения о результатах исследований по последствиям свинцового загрязнения для здоровья населения.

# Воздействие свинца на состояние здоровья детей и взрослых (по данным Центра по контролю за заболеваниями США, 1993)

| Концентрация свинца (мкг в 100 мл крови) | Дети  | Взрослые  |
|--|---|---|
| 150                                      | Смертельный исход   | Отравление свинцом  |
| 50 – 100                                 | Энцефалопатия, нефропатия, анемия, колики                         | Энцефалопатия, анемия, снижение продолжительности жизни, уменьшение синтеза гемоглобина |
| 40                                       | Уменьшение синтеза гемоглобина                                    | Периферальная невропатия, бесплодие (мужское), нефропатия                               |
| 30                                       | Снижение метаболизма витамина D                                   | Повышение систолического давления у мужчин, снижение слуха                              |
| 20                                       | Повышение вектора нервной проводимости, эритроцита протопорфирина | Повышение эритроцита протопорфирина   |
| 10                                       | <b>Снижение показателя IQ</b> , слуха, темпов роста               | Гипертензия   |

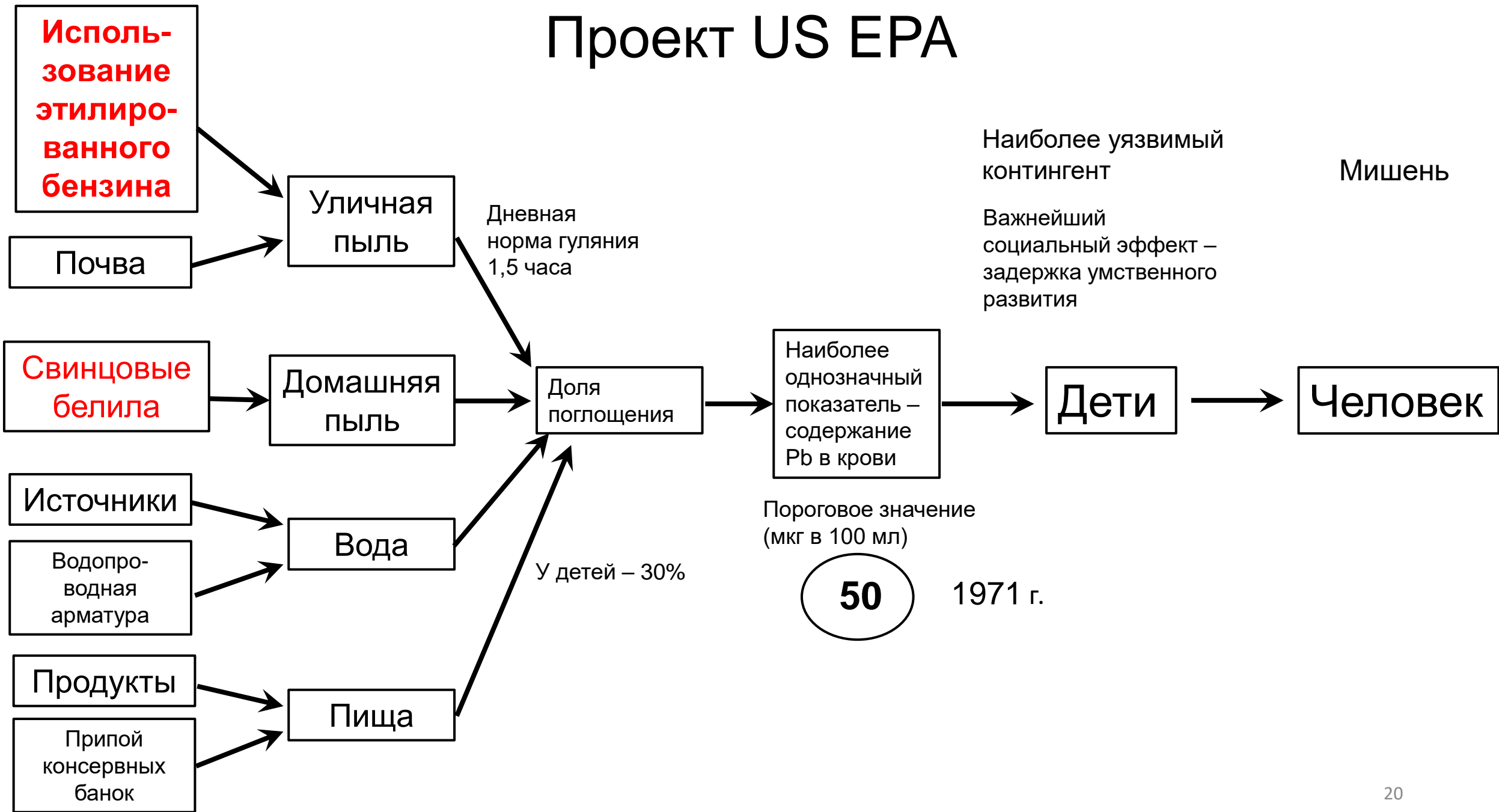
# Воздействие свинца на состояние здоровья детей



Действие возрастающей концентрации свинца в крови на персональные IQ.  
[Jaishankar et al., 2014; адаптировано по данным Taylor et al., 2012 ]

\* - dL – децилитр = 1/10 литра = 100 мл;  
мкг/дл (µg/dL) – принятая в медицине единица измерения для содержаний металлов в крови пациентов.

# Проект US EPA

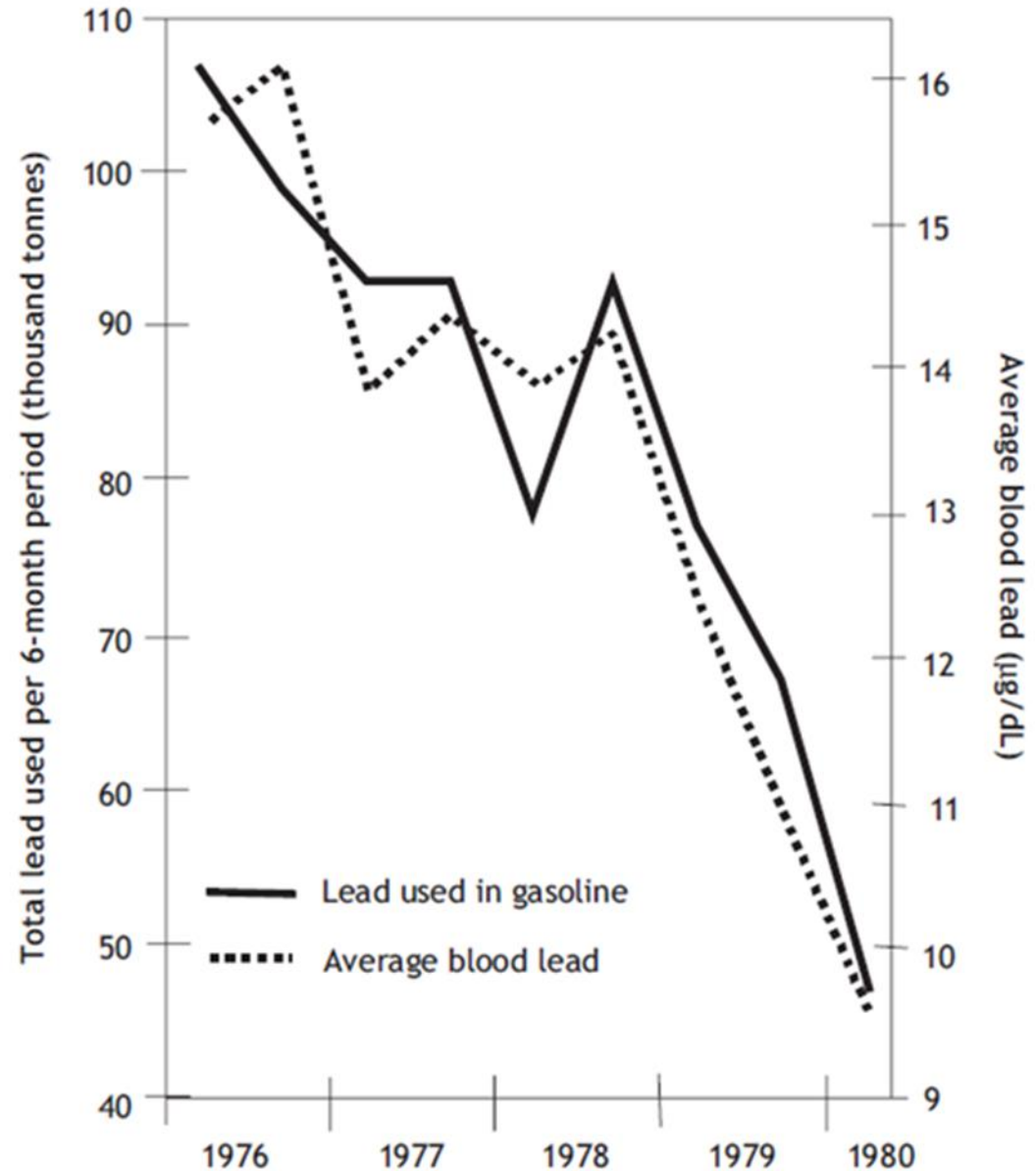


# Результаты ограничительных мер в США

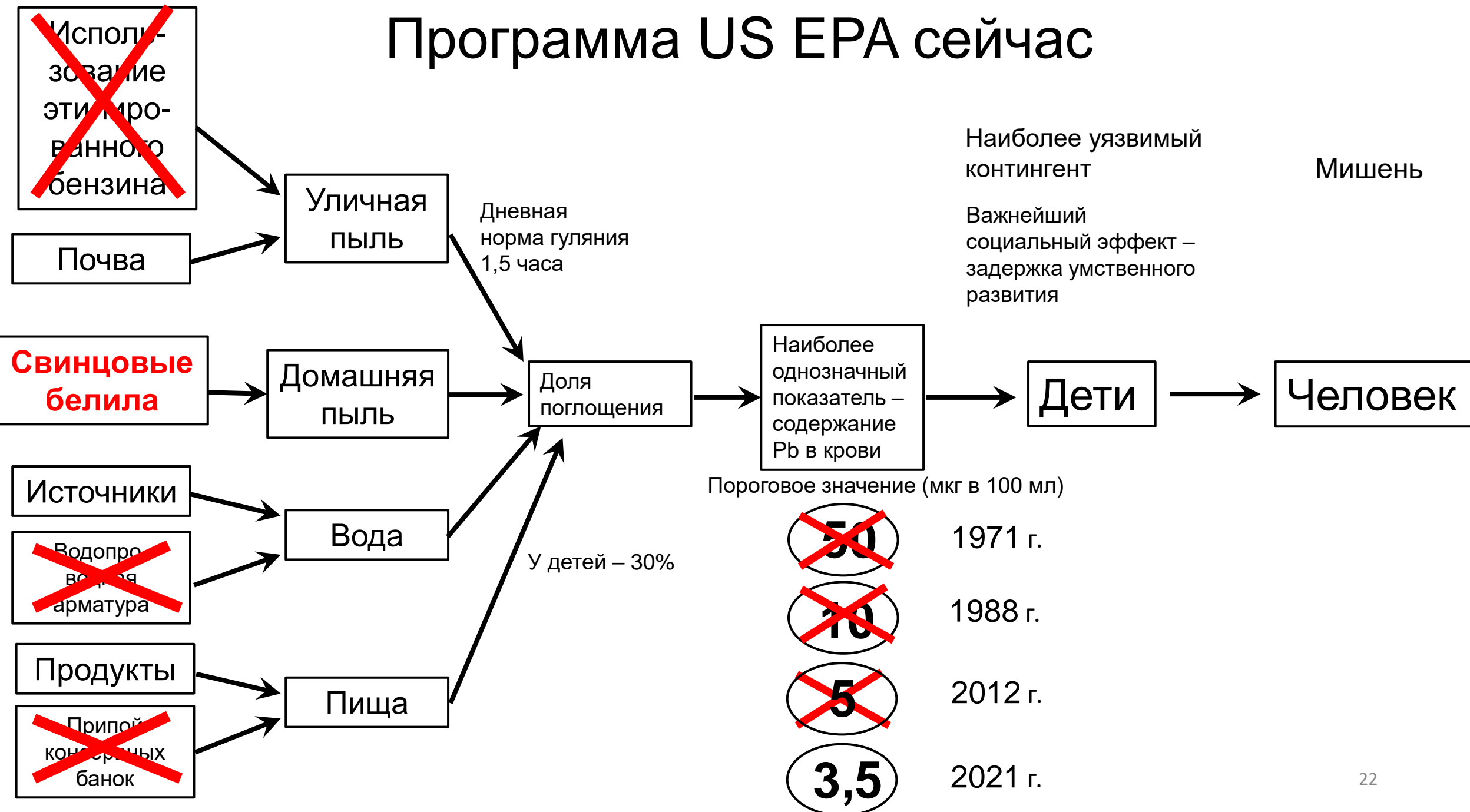
В 1972 – 1986 гг. под давлением Агентства по охране окружающей среды (EPA) в США произошло постепенное сокращение применения этилированного бензина.

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

[По Jägar, 2003]



# Программа US EPA сейчас



В СССР и Российской Федерации установлены нормативы (ПДК) содержания свинца в воде, пищевых продуктах и воздухе рабочих помещений.

Использование этилированного бензина в СССР было запрещено в 1956 г. в Москве и 30 крупных городах.

В Российской Федерации в 2003 г. использование этилированного бензина запрещено окончательно.

В XXI веке в городах Российской Федерации фиксируется ослабление и размывание свинцовых аномалий в почве.

# Ограничения и запрет применения свинцовых белил.

Впервые ограничения на использование свинцовых белил были введены во Франции (законы 1909 и 1926 гг.).

В 1921 г. Международная Организация Труда приняла Конвенцию 13 «Об использовании свинцовых белил в малярном деле», регламентирующую применение свинцовых красок и использование при этом труда женщин и подростков. Конвенция была ратифицирована многими странами, но не ратифицирована США, Великобританией и Канадой.

В СССР использование свинцовых белил было законодательно запрещено в 1934 г.

В Канаде в 1976 г. были введены законодательные ограничения на использование соединений свинца в красках для мебели, детских игрушек и внутренних поверхностей зданий, часто посещаемых детьми. В США аналогичные правила были установлены в 1977 г.

В 2010 г. в США введена сертификация зданий на содержание свинцовых красок.

В Евросоюзе использование свинцовых красок запрещено Директивой 2003 об ограничении опасных веществ.



# Выводы:

Практическая задача геоэкологии – научное обоснование управляющих решений.

Обоснование решений краткосрочных и среднесрочных хорошо работает только при антропоцентрическом подходе.

Долгосрочные мероприятия требуют биосферного подхода.

Биосферный или ноосферный подход?

