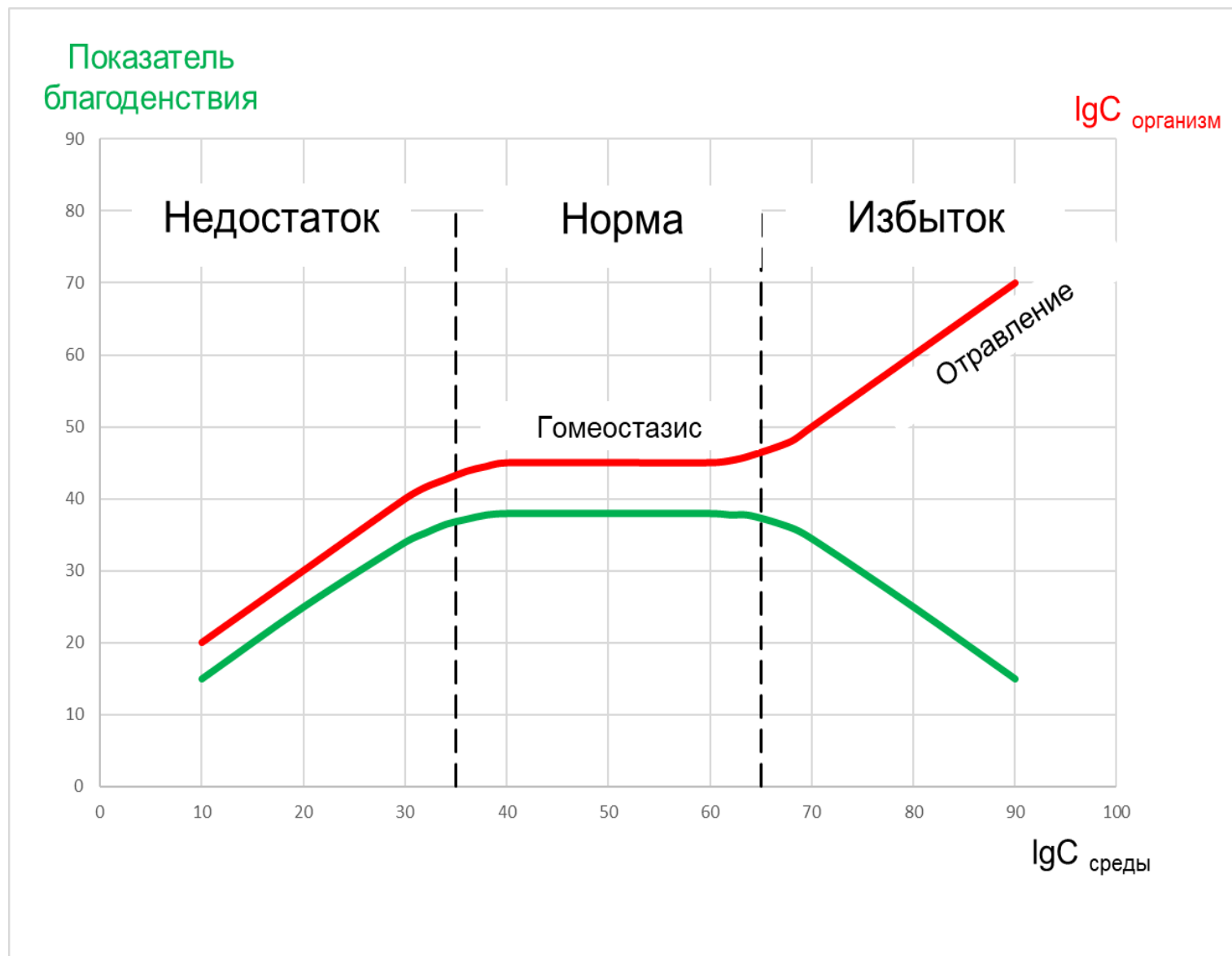


Тема 16. Геохимия биосферы

Ч. 2. Взаимоотношение организма и среды

Связь организма с составом среды



Токсичность

Главные реакции, связанные с токсичным действием избытка элементов:

1. Изменение проницаемости клеточных мембран - Ag, Au, Br, Cd, Cu, F, Hg, I, Pb, UO₂.
2. Реакции тиольных групп с катионами - Ag, Hg, Pb.
3. Конкуренция с жизненно важными метаболитами - As, Sb, Se, Te, W, F.
4. Большое сродство к фосфатным группам и активным центрам в АДФ и АТФ - Al, Be, Sc, Y, Zr, РЗЭ, TMe.
5. Замещение жизненно важных ионов (главным образом макрокатионов) - Cs, Li, Rb, Se, Sr.
6. Захват в молекулах позиций, занимаемых жизненно важными функциональными группами (фосфат и нитрат) - арсенат, фторид, борат, бромат, селенат, теллулат, вольфрамат.

Метаболические нарушения в организмах вызываются не только недостатком микрокомпонентов питания, но и их избытком.

Растения в целом более устойчивы к повышенным, нежели к пониженным концентрациям элементов.

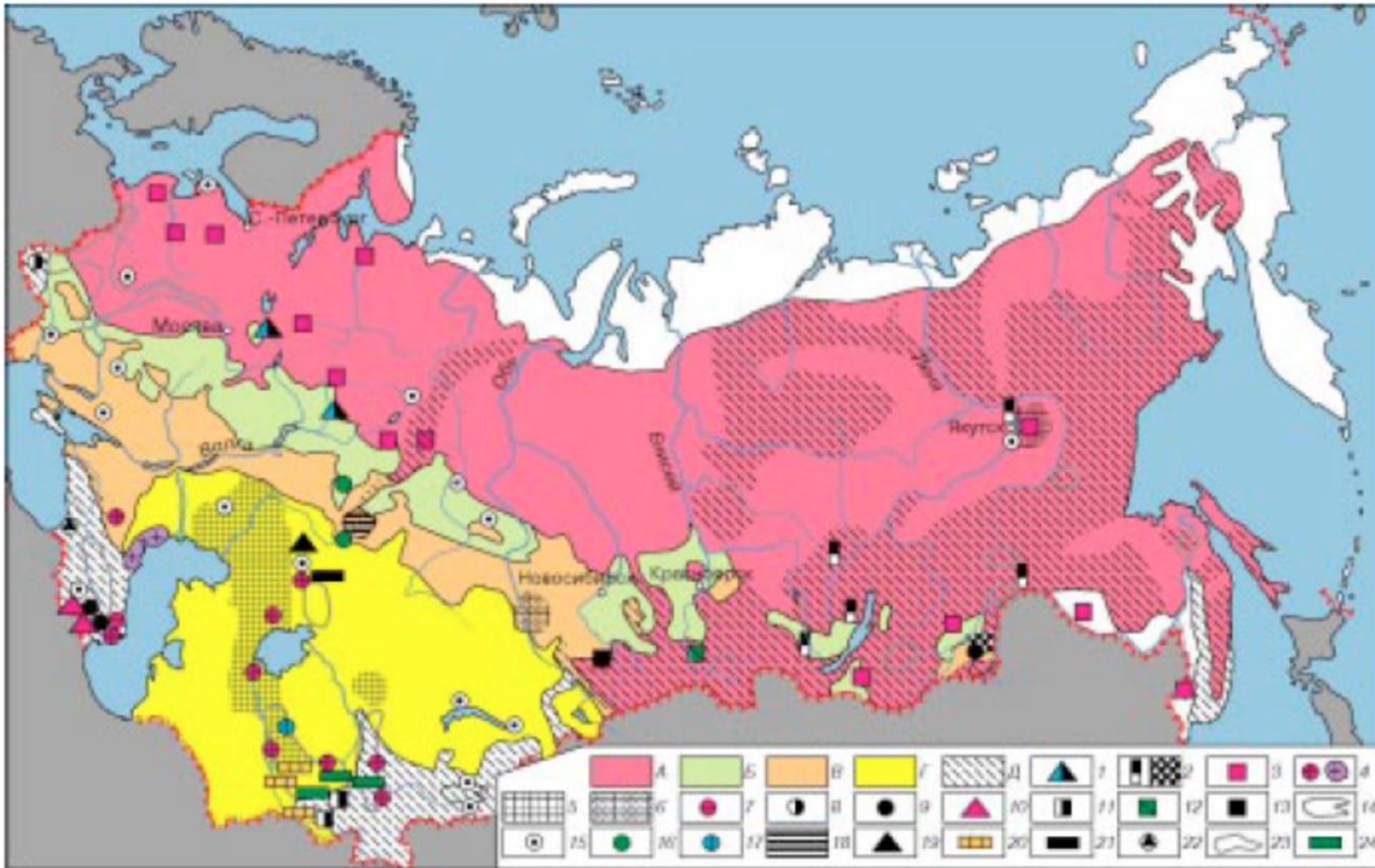
Биогеохимические провинции

Биогеохимические провинции – это области на поверхности Земли, в которых в ответ на геохимические факторы (недостаток или избыток определенных химических элементов во внешней среде) у живых организмов возникают соответствующие биологические реакции.

Практическое значение выделения биогеохимических провинций – в них могут проявляться специфические **эндемические** заболевания растений и животных (в т.ч. – человека), вызванные избытком или недостатком определенных микроэлементов в среде обитания.

Концепция биогеохимических провинция разработана В.И.Вернадским и его учениками А.П.Виноградовым и В.В.Ковальским. Районирование территории СССР по принципу биогеохимических провинций имело большое значение для развития сельского хозяйства и здравоохранения страны.

Схематическая карта биогеохимических зон и провинций (по В.В.Ковальскому).



А – таежно-лесная зона, провинции: 1 – бедные I и Co; 2 – бедные Ca, обогащенные Sr; 3 – с недостатком Se; Б – лесостепная зона; В – степная черноземная зона; Г – сухостепная, полупустынная и пустынная зоны, провинции: 4 – с недостатком Cu, избытком Mo и сульфатов; 5 – с избытком В; 6 – с недостатком Cu, Co, избытком Mo и В; Д – горные зоны.

Азональные биогеохимические провинции:
 7 – богатые Co; 8 – богатые I и Mn;
 9 – богатые Pb; 10 – обогащенные Mo; 11 – с избытком Sr и Ca;
 12 – обогащенные Se;
 13 – с неблагоприятным соотношением Cu, Mo и Pb;
 14 – обогащенные U;
 15 – с избытком F; 16 – обогащенные Cu;
 17 – с нарушенным обменом Cu;
 18 – богатые Ni, Mg, Sr, бедные Co, Mn;
 19 – богатые Ni; 20 – обогащенные Li;
 21 – обогащенные Cr; 22 – обогащенные Mn; 23 – с недостатком F;
 24 – с избытком Zn.

Эндемические заболевания растений, животных и человека – проявления природных биогеохимических провинций.

Центральная нечерноземная зона – недостаток в подзолистых почвах многих переходных металлов (Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Mo) – развитие разнообразных заболеваний растений и животных (хлороза, анемии, анокальтоза и др.), снижение урожайности.

Предуралье – недостаток I в воде и почве – эндемический зоб (гипертрофия щитовидной железы) у человека.

Малый Кавказ – избыток Mo – эндемическая подагра человека.

Болезнь Кешана (некроз миокарда) – распространена в районах с нехваткой Se в почве (Сев. Китай, Монголия, США и др.).

Заболевания, связанные с дефицитом или избытком микроэлементов объединяются в медицине названием **микроэлементозы**.

Причины возникновения биогеохимических провинций

Климат → преобладающий почвообразующий процесс.

Пример: подзолы Центральной нечерноземной зоны (альтернатива – Черноземная зона, оптимальный баланс микроэлементов, высокая урожайность)

Подпочвенный субстрат.

Примеры: Предуралье, недостаток I, эндемический зоб; Малый Кавказ, избыток Mo, эндемическая подагра.

Антропогенное региональное загрязнение.

Пример: Япония, болезнь Минамата – следствие загрязнения Hg.

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.]

Практическое значение выделения биогеохимических провинций

Если известен негативно действующий природный геохимический фактор, вызывающий эндемические заболевания, его можно попытаться компенсировать соответствующими агротехническими или медико-санитарными (в случае заболеваний человека) мероприятиями.

Примеры:

- внесение микроудобрений с Co, Mn, Cu, Mo и другими микроэлементами в Центральной нечерноземной зоне;
- использование йодированной поваренной соли.

Проблема легко решается, если заболевание связано с недостатком микроэлемента. В случае избытка простых решений нет.

Антропогенное химическое воздействие на окружающую среду

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, ПХБ и др.)
- Радионуклиды

Проблемы нормирования антропогенных воздействий

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.

Свинцовое загрязнение окружающей среды

Биогеохимический цикл свинца (По Р.Р.Бруксу)



Биогеохимический цикл свинца (По Р.Р.Бруксу)



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

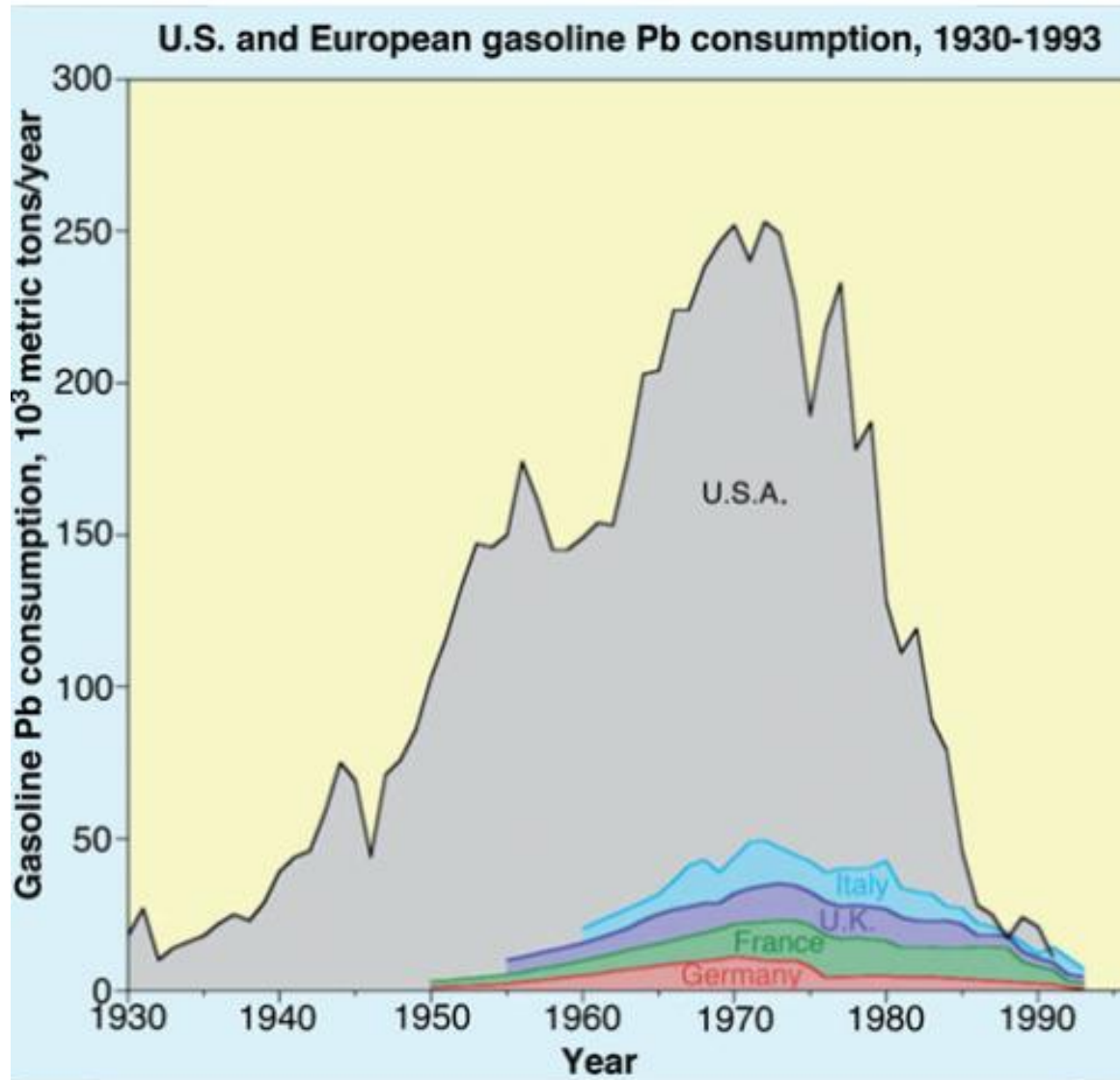
Хронология использования этилированного бензина (тетраэтилсвинца, ТЭС)

- 1921 – обнаружен антидетонационный эффект ТЭС (Т.Миджли, компания «General Motors»).
- 1923 – начато промышленное производство ТЭС.
- Конец 1940-х – стало широко известно о вредных эффектах, вызываемых ТЭС.
- 1965 – начало общественной кампании за запрет ТЭС (инициатор – геохимик К.К.Паттерсон)
- 1972 – US EPA ввело ограничения на использование ТЭС в США.
- 1975 – запрет на использование ТЭС в Москве и 30 крупных городах СССР
- 2000 – этилированный бензин запрещен в Евросоюзе
- 2003 – этилированный бензин окончательно запрещен в Российской Федерации
- 2011 – ООН объявила о глобальном прекращении использования ТЭС (его, возможно, еще используют в Ираке, Йемене и Мьянме).



C.C.Patterson (1922-1995)

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

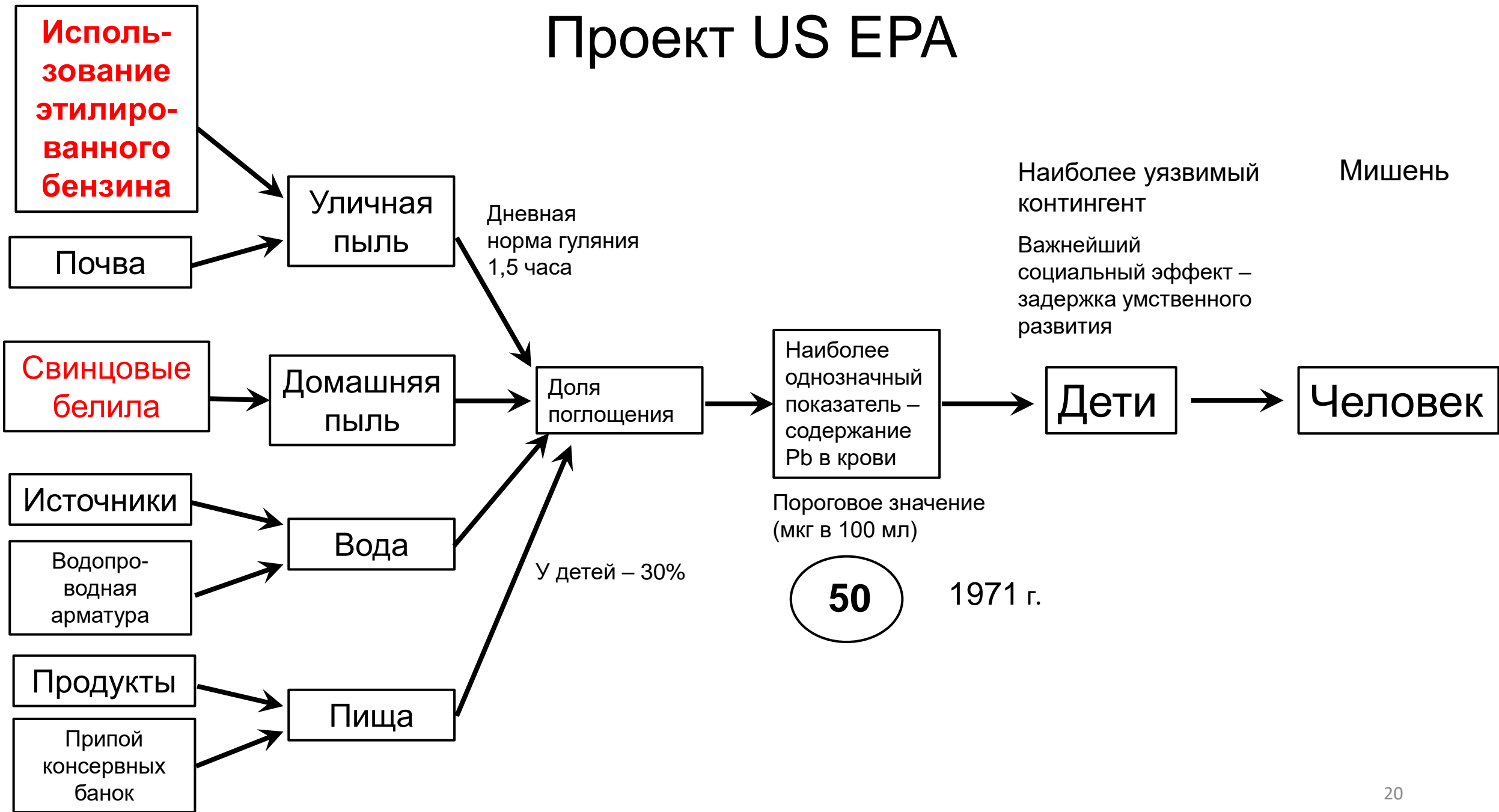


В 1972 г. мировая добыча Pb составила 3,8 млн. т.
На долю этилированного бензина пришлось около 10 %.

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	Снижение показателя IQ , слуха, темпов роста	Гипертензия

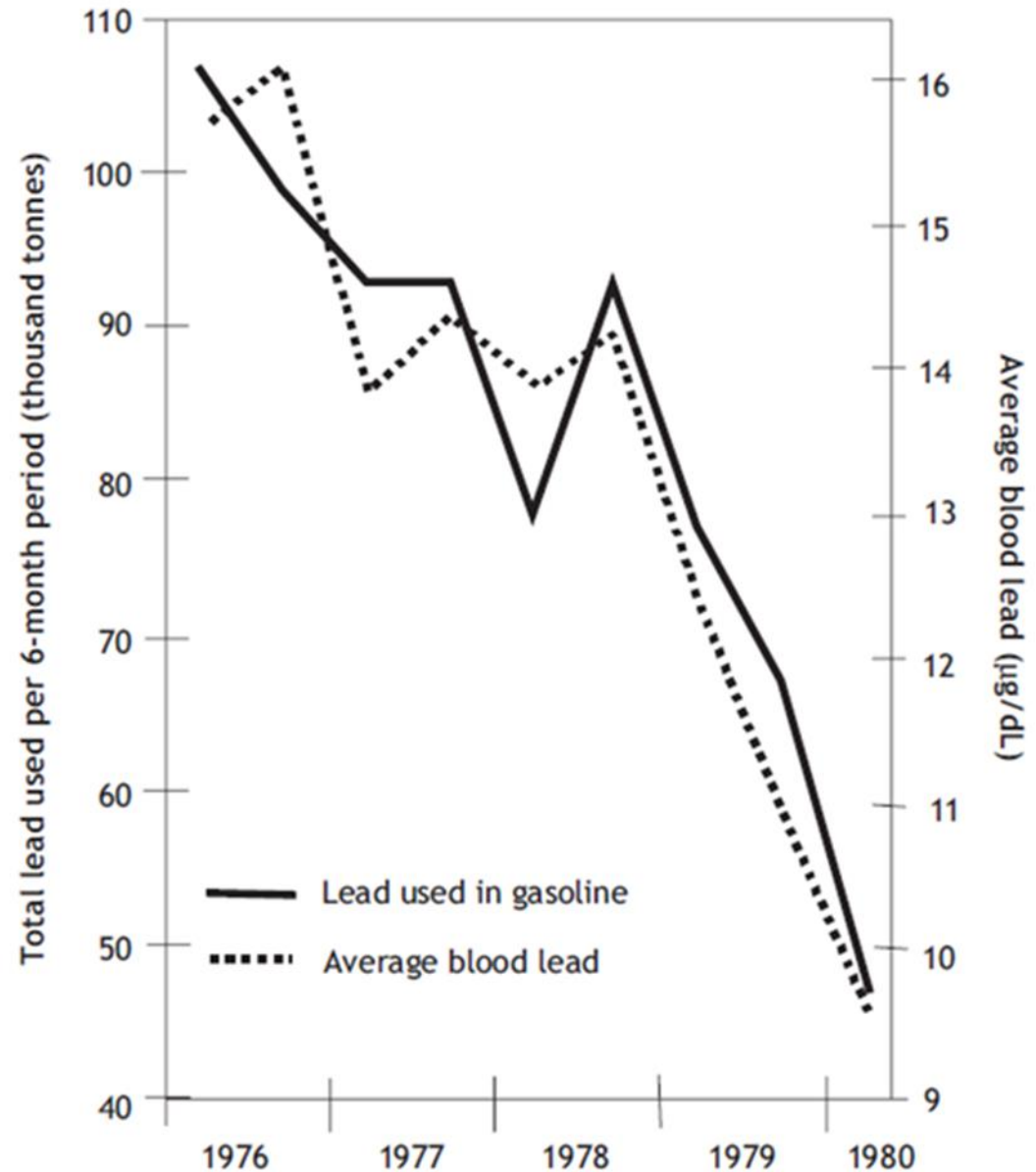
Проект US EPA



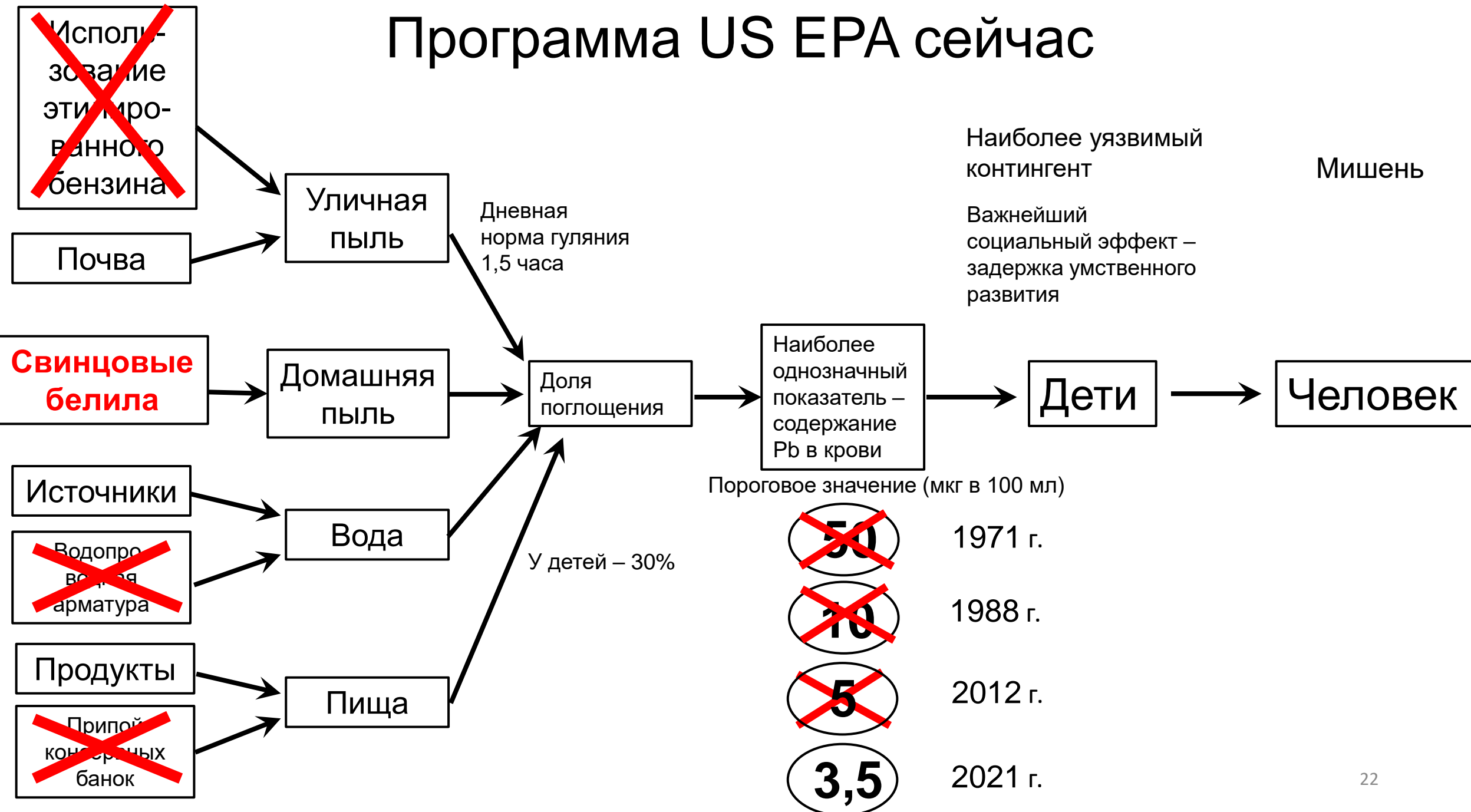
Результаты ограничительных мер в США

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.



Программа US EPA сейчас



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

Использование ТЭС в СССР было запрещено в 1975 г. в Москве и 30 крупных городах.

В Российской Федерации в 2003 г. использование этилированного бензин 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 СССР использование свинцовых белил было законодательно запрещено в 1934 г.

В Канаде в 1976 г. были введены 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 Евросоюзе использование свинцовых красок запрещено Директивой 2003 об ограничении опасных веществ.

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

