

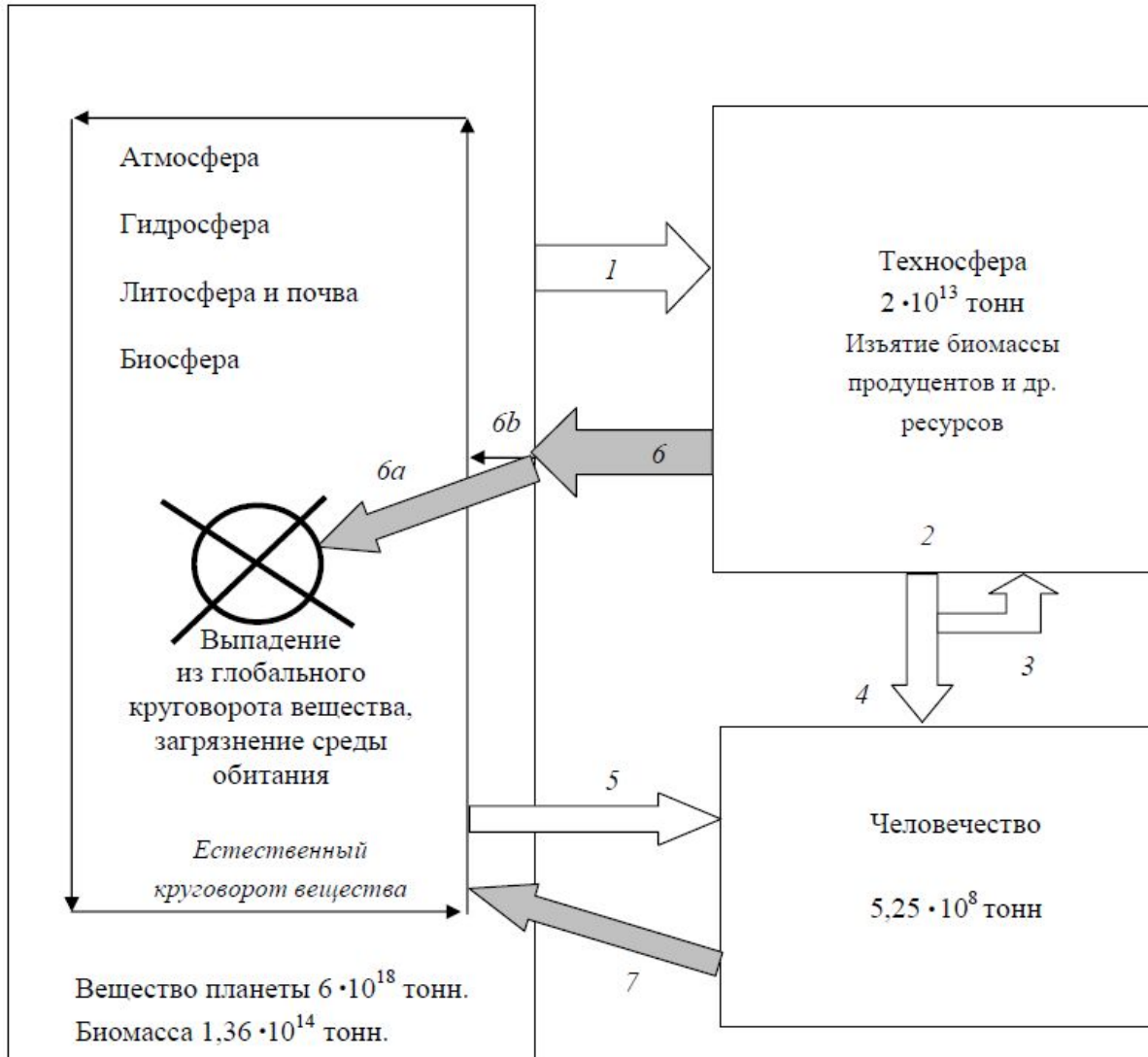
## 1.2. Взаимодействие техносферы и биосферы.

### Кризис

Взаимодействие техносферы и биосферы на глобальном уровне заключается в том, что:

- Техносфера **изымает** из биосферы природные ресурсы (биомассу, минеральное сырье, руды, нефть, газ, уголь, пресную воду, кислород воздуха для сжигания топлива, азот воздуха для синтеза удобрений и т.д.);
- Техносфера **занимает** территорию, необходимую биосфере для осуществления биотической регуляции параметров среды;
- Техносфера **выбрасывает** в биосферу отходы (в широком смысле этого слова: производит выбросы газов и пыли в атмосферу, сброс маслонефтепродуктов, растворенных и взвешенных веществ в водные объекты, размещает на почве твердые отходы).

# Материальные потоки биосферы и техносферы



1. Потребление вещества техносферой:  $5,273 \cdot 10^{12}$  тонн в год.  $5,0 \cdot 10^{12}$  тонн - пресная вода, остальное: минеральное сырье, ископаемое топливо, биомасса, газы из атмосферы.
2. Производство продукции:  $9,4 \cdot 10^9$  тонн в год. Это: строительные материалы, металлы и металлоизделия, химическая продукция, продукты питания и прочее.
3. Расширение техносферы:  $7,8 \cdot 10^9$  тонн.
4. Потребление человечества:  $1,6 \cdot 10^9$  тонн в год
5. Физиологическое потребление:  $4,8 \cdot 10^9$  тонн воды и кислорода.
6. Промышленные отходы:  $5,142 \cdot 10^{12}$  тонн в год из них сточные воды  $5 \cdot 10^{12}$  тонн в год.  
6a – накапливаются,  
6b – возвращаются в круговорот вещества
7. Физиологические отходы:  $6,4 \cdot 10^9$  тонн в год

- потоки потребления

- потоки отходов

# Проблемы воздействия техносферы на биосферу

- **Проблема №1.** Изъятие из биосферы для нужд техносферы большого количества биомассы (древесина, пищевые растения, промысловые животные, водные организмы и т. п.) приводит к вымиранию биологических видов.

## **В.И. Вернадский в начале XX открыл закон константности биомассы.**

Биомасса биосферы на протяжении последних 300 млн. лет подряд оставалась примерно постоянной, равной  $10^{20} - 10^{21}$  грамм, то есть  $10^{14} - 10^{15}$  тонн, из них биомасса растений-продуцентов составляла  $2,4 \cdot 10^{12}$  тонн.

Годовая чистая первичная фотосинтетическая продукция биомассы составляет  $2,32 \cdot 10^{11}$  тонн/год, то есть, ежегодно обновляется примерно 10% биомассы продуцентов на планете.

Первичная фотосинтетическая продукция биомассы является базовым пищевым ресурсом для **всех** живых организмов на планете.

В настоящее время человечество использует примерно 40 % первичной продукции биомассы, поэтому биологические виды, лишенные

Исчезновение биологических видов расшатывает биоценозы экосистем, в результате чего экосистемы деградируют и разрушаются.

*Для сохранения стабильности видового разнообразия биосферы, человечеству допустимо изымать не более 1% ежегодного прироста биомассы продуцентов*



*иначе человечество ждёт участь динозавров*

В своё время динозавры сосредоточили в себе большую часть биомассы биосферы.

Поэтому не могли эволюционировать другие биологические виды.

И только полное вымирание динозавров 20 млн. лет назад позволило развиваться другим биологическим видам.

В том числе – млекопитающим, что обеспечило появление на Земле приматов и **человека**

## *Мезозойская эра*

*Первое млекопитающее*



Примерно 200 млн. лет назад



# Проблемы воздействия техносферы на биосферу

- **Проблема №2.** Изъятие из биосферы территорий, которые занимают экологические системы.

**В.Г. Горшков в конце XX разработал теорию биотической регуляции среды.**

Г  
С  
В



ч, профессор, доктор физ.-мат. наук.

итут ядерной физики им. Б. П. Константинова РАН.

у «**Физические и биологические основы устойчивости жизни**». Ему о незаменимости биосферы для поддержания климатических и в среды на планете. Для обеспечения жизнедеятельности человека, природную среду на как можно большей территории планеты.

ть территории, которую можно изъять из биосферы для техносферы, по оценке Горшкова составляет **30% - 40%**.

Сейчас техносфера занимает 60% поверхности суши, (исключая скальные, ледовые и песчаные поверхности).

В результате происходит изменение климата и химического состава воздуха, воды и почвы.

# Проблемы воздействия техносферы на биосферу

- **Проблема №3.** Загрязнение биосферы отходами.

Подавляющая часть промышленных отходов не имеет естественных организмов-редуцентов и не может опять включиться в круговорот вещества. Небольшая часть вещества возвращается в круговорот вследствие трансформации под действием физико-химических факторов окружающей среды (окисление, восстановление, фотолиз, гидролиз).

Главную проблему представляют практически неуничтожимые в природной среде соединения:



металлы и их оксиды, разветвленные полимеры – пластики и полиэтилен,



стекло и прочие силикаты, полихлорированные  
пластики

В результате выброса отходов, в биосфере создаются зоны







Yangtze River: Polluted river & farmlands ; 长江流域: 被污染的河流和农田



Coal mining industry, Wuhai, Inner Mongolia ; 内蒙古乌河煤工业区



Образуются зоны техногенных геохимических аномалий, в которых нарушен естественный состав природных



Вследствие этого гибнут живые организмы и разрушаются экосистемы как на суше, так и в Мировом

# Масштабы воздействия техносферы на биосферу

Биосфера является саморегулирующейся средой и поэтому имеет способность самовосстанавливаться.

Долгое время деятельность человечества не выходила за допустимые пределы воздействия на биосферу:



Расцвет Римской империи, Крестовые походы, Сражения 1 и 2 Мировых войн

разворачивались на фоне стабильных параметров окружающей среды





Только во второй половине XX века, с началом использования атомной энергии человечество приобрело достаточную силу, чтобы превысить допустимые рамки воздействия на окружающую среду.



# Воздействие современной техносферы на биосферу **абсолютно негативно**

В 50-е годы XX века человечество  
превысило **допустимые рамки**  
воздействия на биосферу.

\*\*\*

Результат – **экологический кризис**,  
проявляющийся в изменении параметров  
окружающей среды.

## Современный экологический кризис

Под «экологическим кризисом» понимается **неустойчивое** состояние биосферы Земли.

Негативное воздействие техносферы в настоящее время привело к нарушению планетарного материального и энергетического баланса.

Техносфера вносит заметный вклад в планетарные потоки вещества и энергии, тем самым нарушая сложившиеся в прошлом равновесия.

Нарушение балансов приводит биосферу в неустойчивое состояние – вследствие деятельности техносферы биосфера теряет устойчивость, ей становится всё труднее поддерживать привычные нам условия жизни на Земле, в первую очередь климатические и химические.

## **Экологические проблемы**

Неустойчивое состояние биосферы характеризуется быстрыми (протекающими в течение жизни одного поколения людей, т.е. за 30-50 лет)

**негативными процессами** в окружающей среде.

Эти процессы заключаются в изменении видового состава биосферы, химического состава природных сред (воздушной, водной, почвенной) и изменениях глобального климата.

Такие изменения обычно называют **экологическими проблемами.**

Экологические проблемы стали возникать достаточно давно и в настоящее время известны

## Лондонский смог 1952 г.

**смог** - сокращение от англ. **smoke** – дым и **fog** – туман.

По смыслу, **смог** – это туман, образовавшийся из дымов промышленного загрязнения.



Сильнейший смог неожиданно разразился 5 декабря 1952 г. в Лондоне (Великобритания). Он привел к увеличению смертности в городе.

Воздействие смога Лондонского типа на людей обусловлено обострением хронических легочных заболеваний и астмы, вызванного вдыханием атмосферного аэрозоля, состоящего из капелек водного раствора серной кислоты.



## «ЗИМНИЙ» СМОГ

**Диоксид серы** – загрязнитель атмосферы, поступающий преимущественно в результате человеческой деятельности – сжигания органического топлива. Загрязнение атмосферного воздуха диоксидом серы приводит к образованию серной кислоты. Существует несколько механизмов трансформации диоксида серы в серную кислоту.

**Механизм 1.** (круглосуточный).

Образование радикала сернистой кислоты:  $\text{SO}_2 + \text{OH} = \text{HSO}_3$ .

Образование серной кислоты:  $\text{HSO}_3 + \text{OH} = \text{H}_2\text{SO}_4$ .

Первый механизм имеет место в сырую, пасмурную погоду, особенно ночью, при полном безветрии.

**Механизм 2.** (фотохимический). Протекает в несколько стадий.

Поглощение кванта Солнечного излучения:

I.  $\text{SO}_2 + h\nu = \text{SO}_2^*$  (молекула диоксида серы в электронно-возбужденном состоянии);

II.  $\text{SO}_2^* + 2\text{O}_2 = \text{SO}_3 + \text{O}_3$  (окисление кислородом воздуха до триоксида серы);

III.  $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$  (растворение триоксида серы в каплях атмосферной влаги, образование серной кислоты).

Фотохимическим фактором этой цепной реакции является Солнечное излучение с длиной волны  $\lambda \leq 370$  нм, достигающее тропосферы.

Днем обе реакции в атмосфере идут одновременно. Серная кислота растворяется в капельках воды, конденсирующихся в атмосфере. Подобное явление характерно для зимнего времени, когда сжигание топлива наиболее велико и происходит выброс большого количества дыма, состоящего из мельчайших частичек сконденсировавшихся продуктов сгорания, которые являются дополнительными центрами конденсации капель атмосферной влаги.

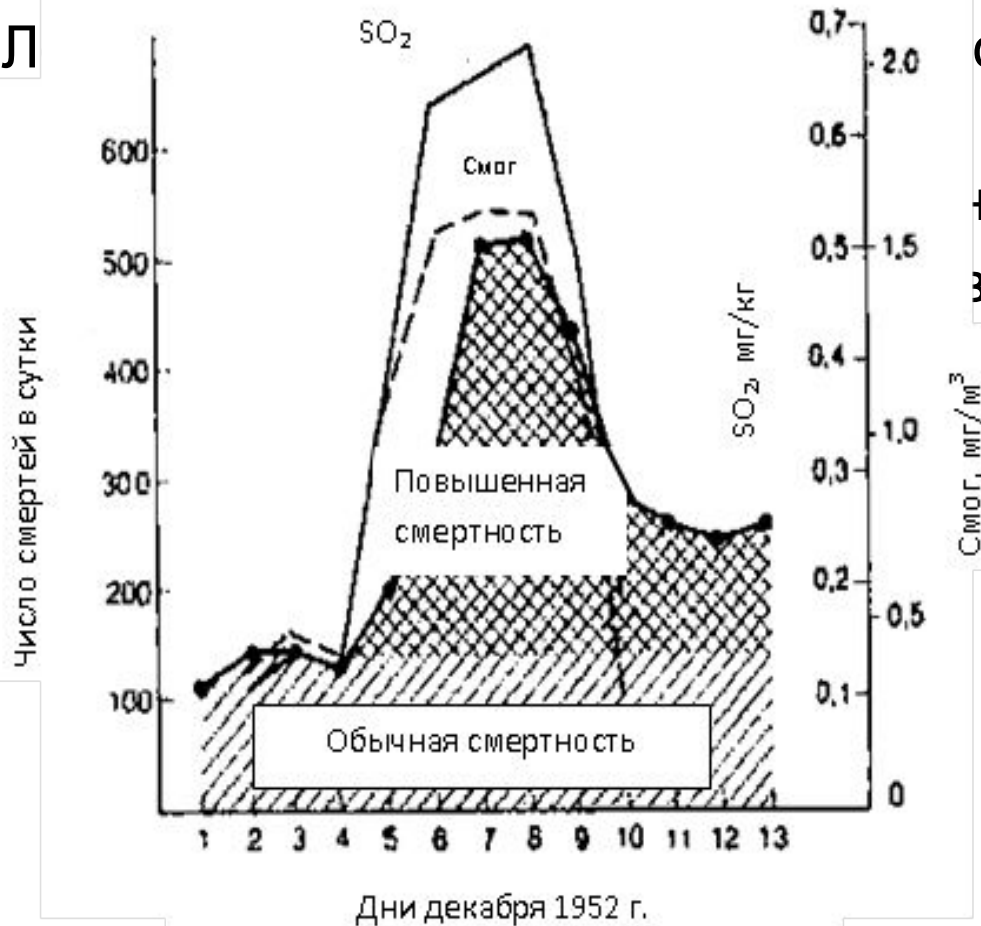
Причина смога: выброс большого количества диоксида серы при сжигании топлива (в основном – каменного угля) для отопления жилья при установившемся безветрии и образовании тумана.

Наблюдается прямая зависимость между уровнем смертности серы и концентрацией

в Лондоне

(

ней  
в Лондоне увеличилась до  
100 смертей в сутки.

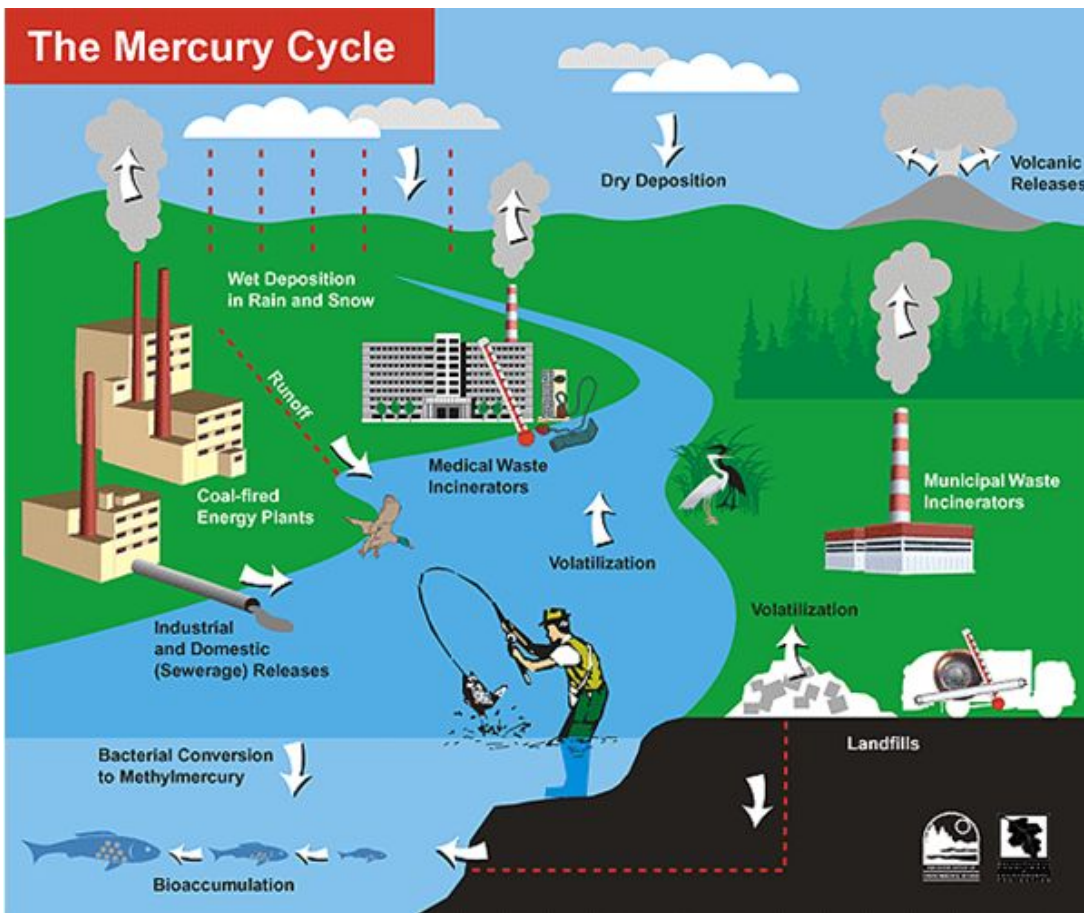


## Болезнь Минамата, Япония, 1956 г.



В апреле 1956 г. люди, жившие в районе залива Минамата (Япония), начали болеть. Главными симптомами были: сужение поля зрения, расстройство координации движений, нарушения высшей нервной деятельности. В районе Минамата заболели 121 человек, 46 из них умерло прежде, чем была вскрыта причина заболевания.

Симптомы заболевания указывали на отравление ртутью или ее соединениями. Необычной особенностью эпидемии было то, что от такой же болезни страдали и домашние животные. Поэтому работники службы здравоохранения выдвинули предположение, что «болезнь Минамата» вызвана загрязнением окружающей среды. Механизм возникновения заболевания оказался достаточно сложным.

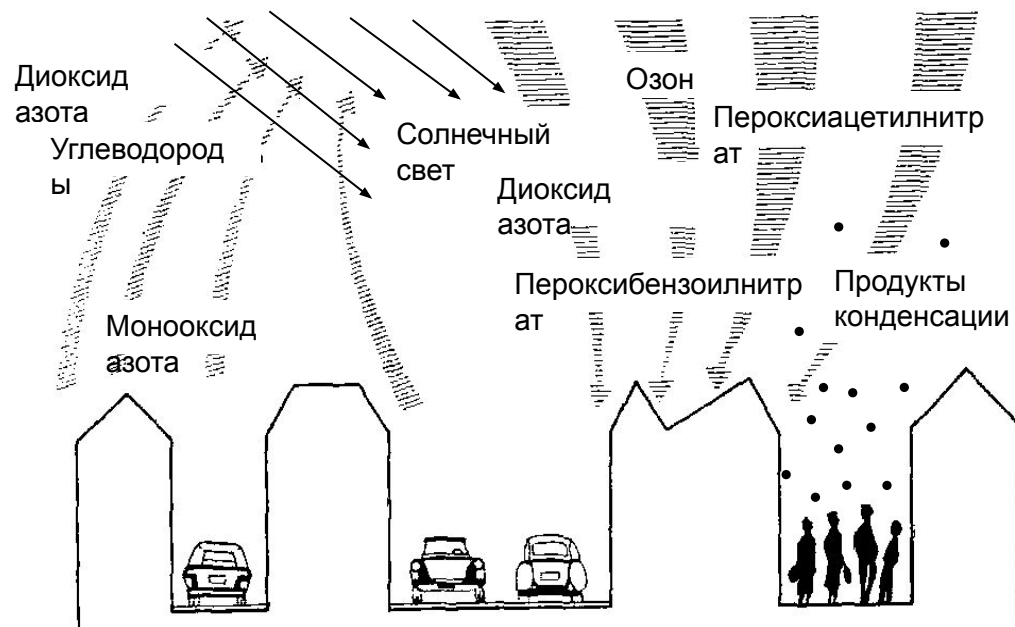
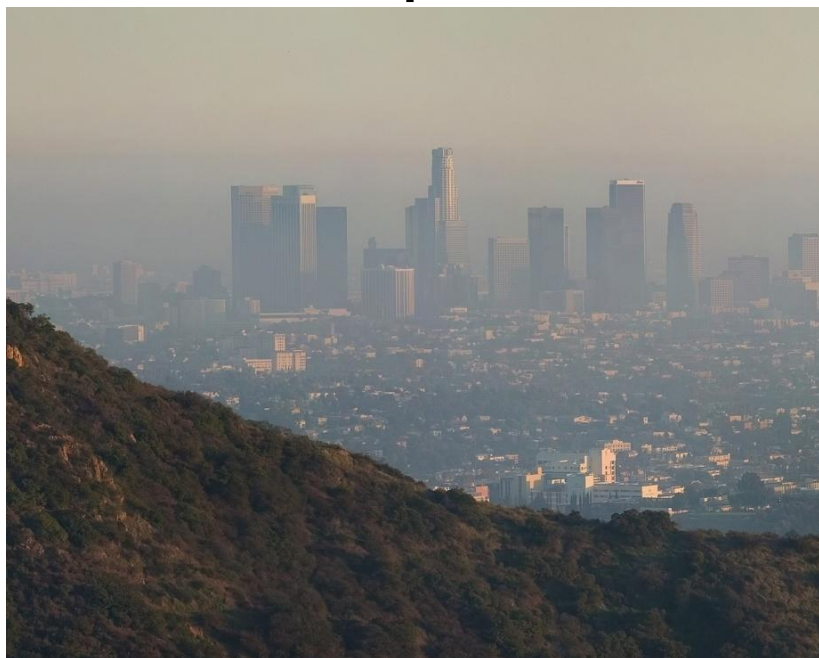


пластмасс, сбрасывавший сточные воды, содержащие ртуть, в реку, впадающую в залив Минамата. Однако измерения концентраций ртути в водах залива не выявили превышения установленных в то время предельно-допустимых концентраций. Изучение водных организмов, выловленных в заливе, позволило установить факт биоконцентрирования ртути в водных организмах.

Избирательное накопление соединений ртути в рыбе и моллюсках привело к увеличению содержания в них ртути во много раз превышающему концентрацию в водах залива. Более детальные исследования показали, что вся ртуть, содержащаяся в организме рыб залива Минамата находилась в форме крайне токсичной метилртути:  $(\text{CH}_3)_2\text{Hg}$ . Механизм образования:  $\text{Hg}^{2+} + \text{CH}_3^- = \text{CH}_3\text{Hg}^+ + \text{CH}_3^- = (\text{CH}_3)_2\text{Hg}$ . Источником метил-радикалов является метил-витамин  $\text{B}_{12}$ , входящий в состав рыбьего жира и участвующий в обмене веществ организма рыб. В результате был запрещён сброс ртутных соединений в рыбохозяйственные водоёмы.



# Летний или фотохимический смог, Лос-Анджелес, США, 60-е годы



Механизм образования Лос-Анджелесского смога был разгадан биохимиком А. Хааген-Смитом. Исходными веществами являются диоксид азота  $\text{NO}_2$  и углеводороды  $\text{C}_m\text{H}_n$ , выбрасываемые автомобилями. Фотохимическим фактором служит Солнечное излучение с  $\lambda \leq 430$  нм, которое вызывает фотодиссоциацию диоксида азота с образованием атомарного кислорода, который взаимодействуя с молекулами обычного кислорода образует озон. Взаимодействие  $\text{O}_3$  с  $\text{C}_m\text{H}_n$  и оксидами азота образует гамму веществ с общим названием пероксинитраты, в т.ч. пероксиацетилнитрат (ПАН) –  $\text{CH}_3\text{COONO}_2$  и пероксибензоилнитрат (ПБН) –  $(\text{C}_6\text{H}_5\text{COONO}_2)$ . Пероксинитраты конденсируются в мельчайшие частички. Лос-Анджелесский смог вызывает раздражение слизистых оболочек слизистых оболочек глаз (наибольшим слезоточивым действием обладает ПБН) и верхних дыхательных путей, что приводит к нарушениям дыхания, а при наличии хронических заболеваний

## Пыльные бури, Казахстан (СССР), 1962



В 1954 году пленум ЦК КПСС принял постановление

«О дальнейшем увеличении производства зерна в стране и об освоении целинных и залежных земель».

Общая площадь новых освоенных земель составила 43 миллиона га.

В результате нарушения экологического равновесия и уничтожения экосистем, наступила эрозия почв. В 1962—1963 гг. настоящей бедой стали пыльные бури. Освоение целины вступило в стадию кризиса, эффективность её возделывания упала на 65 %. Бывшие степи превратились в солончаки.

В настоящее время экологические проблемы проявляются повсеместно:



изменения климата  
(тающие льды Гренландии)



загрязнение воздуха, воды и почвы  
(смог в Китае, Азия)





исчезновение лесов  
(леса реки Амазонки, Южная Америка)





опустынивание земель  
(берега Арала, Узбекистан)



)  
кислотные осадки  
(окрестности г. Уилинг, США. **pH = 1,5**)





В 1964 году исследователи обнаружили хлорорганический пестицид ДДТ в организме антарктических пингвинов Адели.

В 2004 г., спустя четыре десятилетия, содержание ДДТ в организме птиц, живущих в районе Антарктического полуострова, не изменилось)

распространение устойчивых загрязнителей

(пингвины Адели, Антарктида)



вымирание биологических видов  
(Намибия, Африка)

Глобальный экологический кризис проявляется  
в виде разнообразных **экологических**  
**проблем:**

вымирание биологических видов,  
опустынивание земель, загрязнение воды,  
воздуха и почвы.

Эти проблемы являются следствием потери  
устойчивости биосферы, но могут носить  
региональный и даже частный характер.

\*\*\*

Но ни одну из экологических проблем  
невозможно устранить изолированно от  
решения главной причины мирового  
экологического кризиса –