

Кислотные дожди -

актуальная экологическая проблема.

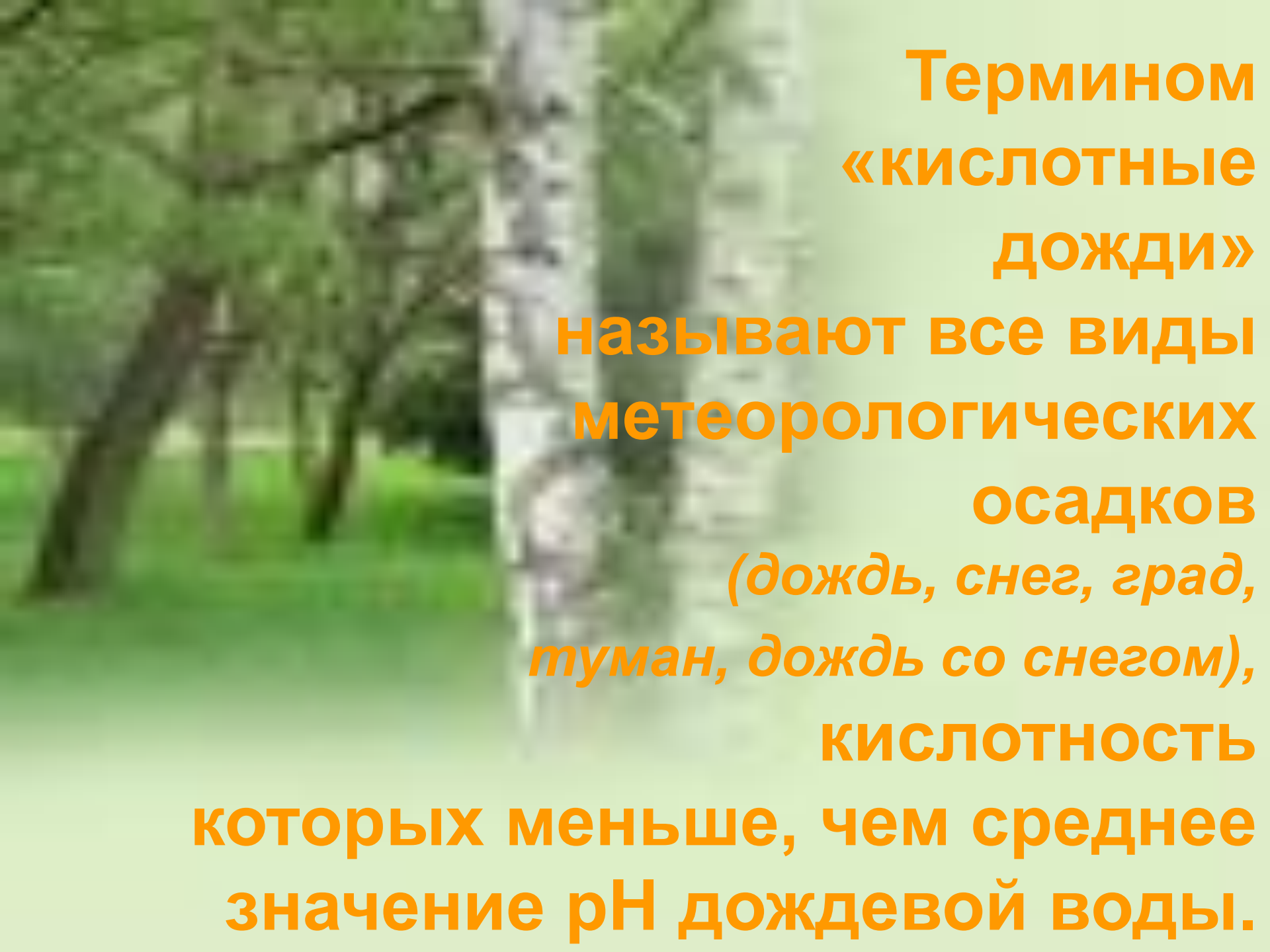
**Первое упоминание о кислотных дождях
относится к середине XIX в.**

**В 1872 году внимание английского
исследователя Ангуса Смита
привлек викторианский смог в Манчестере.**

**Однако глобальную опасность явления
осознали лишь в 60-х гг. XX в.**

**От кислотных дождей пострадали
Скандинавские страны, Канада, США,
Западная Европа и т.д.**

**Поэтому эта проблема была поднята
Швейцарией на Конференции ООН по
окружающей среде (Стокгольм, 1972).**



**Термином
«КИСЛОТНЫЕ
ДОЖДИ»**

**называют все виды
метеорологических
осадков**

*(дождь, снег, град,
туман, дождь со снегом),*

**КИСЛОТНОСТЬ
КОТОРЫХ меньше, чем среднее
значение рН дождевой воды.**



Чистая природная, в частности дождевая,
вода в отсутствие загрязнителей,
тем не менее,
имеет слабо кислую реакцию (pH=5,6)
поскольку в ней легко растворяется
углекислый газ с образованием слабой
угольной кислоты:



NO₂

SO₂

SO₂

NO

SO₂

NO

NO₂

NO₂

Главная причина кислотных дождей – присутствие в атмосфере диоксида серы и оксидов азота, которые в результате происходящих химических реакций превращаются соответственно в серную и азотную кислоты.

NO

SO₂

NO

Источники кислотообразующих выбросов



В атмосферу серу и азот поставляют естественные источники (круговороты в биосфере, вулканическая деятельность и т.д.).



Однако главную роль играют антропогенные факторы. Выбросы этих соединений от хозяйственной деятельности (ТЭЦ на ископаемом топливе, металлургические предприятия и др.) составляют 255 млн. тонн.



Только в Европе выбросы диоксида серы в отдельные годы достигают 20-40 млн. тонн.

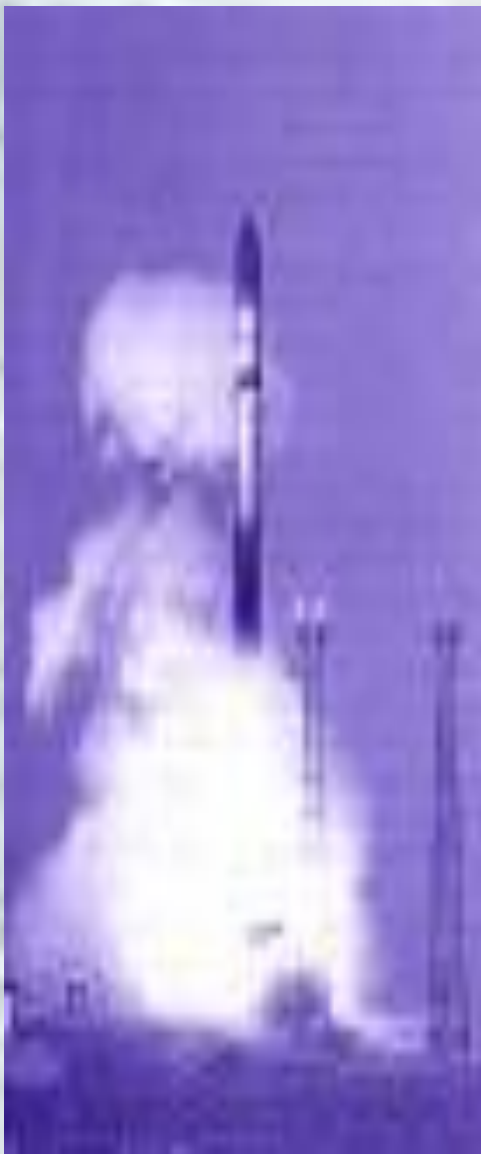


В России стационарные источники поставили в атмосферу более 7 млн. тонн кислотообразующих веществ.

В европейскую часть страны в результате трансграничного переноса поступило около 2 млн. тонн окисленных соединений серы и азота.



Источники кислотообразующих выбросов



Определенный вклад в формирование кислотных осадков вносят твердотопливные ракеты «Шаттл», «Протон» и «Энергия».

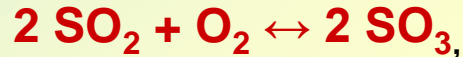
Из продуктов сгорания ракетного топлива формируются кислотные следы, состоящие из частиц хлористого водорода, оксида азота, оксида алюминия и т.д.

Так, при одном пуске ракетного комплекса «Шаттл» в атмосферу попадает 225 т хлористого водорода, около 88 т оксидов азота, 310 т оксида алюминия.

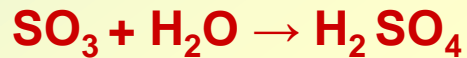
Образование кислотных дождей.

Диоксид серы, попавший в атмосферу, претерпевает ряд химических превращений, ведущих к образованию кислот. Частично диоксид серы в результате фотохимического окисления превращается в оксид серы(VI)

(серный ангидрид) SO_3 :

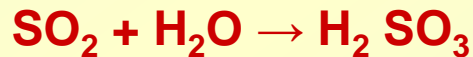


который реагирует с водяным паром атмосферы, образуя аэрозоли серной кислоты:



Основная часть выбрасываемого диоксида серы во влажном воздухе образует кислотный полигидрат $\text{SO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, который часто называют сернистой кислотой

H_2SO_3 :



Сернистая кислота во влажном воздухе постепенно окисляется до серной:



Аэрозоли серной и сернистой кислот конденсируются в водяном паре атмосферы и становятся причиной кислотных осадков. Они составляют около $2/3$ кислотных осадков. Остальное приходится на долю аэрозолей азотной и азотистой кислот, образующихся при взаимодействии диоксида азота с водяным паром атмосферы:

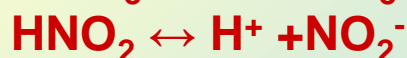
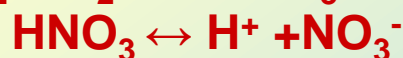
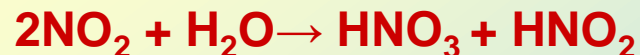
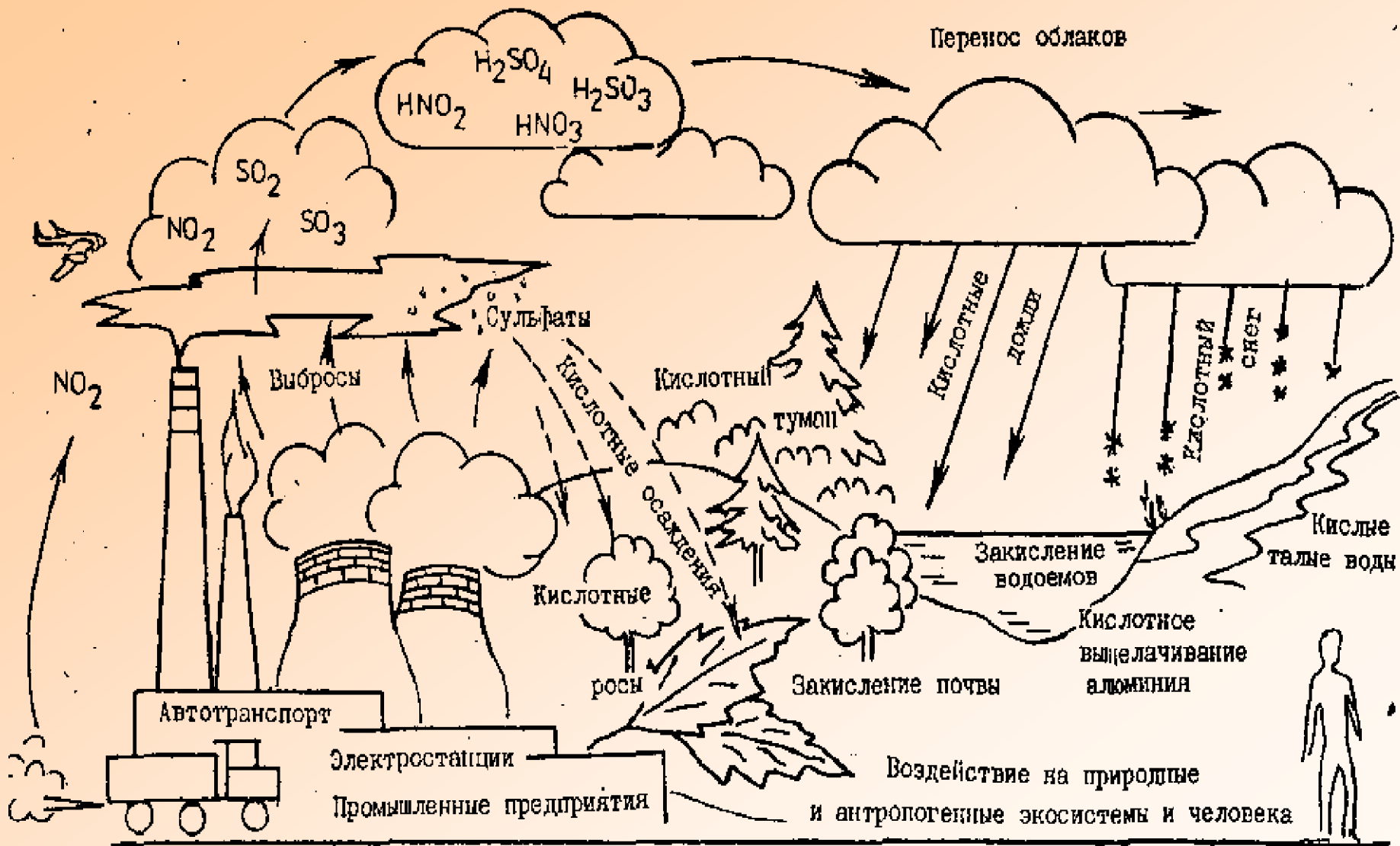
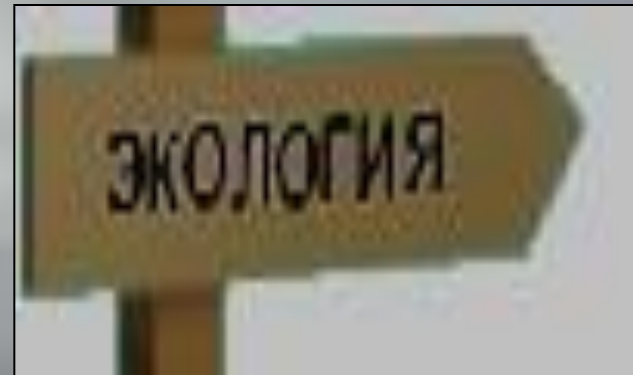


Схема образования кислотных осадков



КИСЛОТНЫЕ ДОЖДИ: ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

Экология нас учит:
если кислый дождь
из тучи,
то природная среда
вся в опасности
тогда.



Негативные эколого-биологические последствия кислотных дождей:

- Ухудшение видимости атмосферы
- Закисление пресноводных водоемов и сокращение запасов рыб
- Закисление почв и уменьшение их плодородия
- Повреждение и гибель лесных формаций
- Уничтожение некоторых видов животных
- Ускорение коррозии мостов, плотин, металлических конструкций
- Нанесение вреда здоровью людей
- Ускорение разрушения памятников мировой архитектуры

Закисление озер

От кислотных осадков пострадали пресноводные озера Канады, США, Швеции, Норвегии, Финляндии, России и др. стран.

Так, в Канаде закислены более 14000 озер, в восточной части США — около 9000, в Швеции — более 6500 водоемов, в Норвегии— 5000. В России от кислотных осадков особенно пострадали озера Карелии, Кольского полуострова. На Кольском полуострове сильно закислены 37 % обследованных озер, а в состоянии риска закисления находится около 30% водоемов.

Во многих озерных экосистемах увеличение кислотности вод (понижение величины pH), привело к деградации популяций рыб и других гидробионтов.



Защисление почв

Кислотные дожди отрицательно воздействуют на почвы:

- Уменьшают плодородие почв.

При величине рН менее 5,0 начинается прогрессивное уменьшение их плодородия, а при рН=3, они становятся практически бесплодными.

- Снижают скорость разложения органических веществ.

Большинство бактерий и грибов предпочитают нейтральную среду.

При рН =6,2 численность бактерий в 1 г почвы составляет $13,6 \times 10^6$ а при рН =4,8 — 4×10^6 .

- Вымывают из почвы многие питательные вещества. Это приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур (хлопчатника, томатов, винограда, цитрусовых и т.д.) в среднем на 20—30%

Россия, имеющая более 50 млн. гектаров закисленных почв, ежегодно теряет урожай сельскохозяйственных культур в объеме 16—18 млн. тонн в пересчете на зерно.



Воздействие на лесные формации



Из-за атмосферных осадков:

- снизился прирост растений и ухудшилось естественное лесовозобновление;
- понизилась устойчивость растений к засухе, морозу, засолению;
- нарушились процессы транспирации, дыхания и фотосинтеза.



Увеличение площади поврежденных и погибших лесов отмечено в Европе: в 1860 г. они занимали около 1000 га, сейчас - свыше 50 млн. га.

В России ежегодно очаги вредителей и болезней охватывают до 4 млн. гектаров лесных формаций.

В Швеции, Испании, Австрии доля деградированных лесов составляет 22-39%, в Чехии, Словакии, Греции, Великобритании, Норвегии - достигает 49-71% от общей площади лесных массивов.



В Западной Европе от закисления особенно страдают хвойные породы (ель европейская). Поступление соединений серы и азота изменяет химический состав почв и режим питания растений. Нарушение режима питания приводит к обесцвечиванию и усыханию хвойных пород.

Этот процесс затронул не только хвойные породы, но и широколиственные формации (дуб, бук, платан, гикори и т.д.).



Вред здоровью человека

Для здоровья человека особую опасность представляют аэрозольные частицы кислотных выпадений. Крупные частицы задерживаются в верхних дыхательных путях.



Мелкие (менее - 2 мкм) капли, состоящие из смеси серной и азотной кислот, проникают в самые отдаленные участки легких. С этими аэрозолями в организм могут попасть канцерогенные тяжелые металлы (ртуть, кадмий, свинец).

Так, во время трагического лондонского тумана 1952 г. Более 4000 смертей было отнесено за счет повышенного содержания во влажном воздухе оксидов серы и сульфатных частиц.

В подкисленных озерах США, Норвегии, Финляндии отмечена высокая концентрация ртути в тканях рыб. Питание такой рыбой вызывает у людей различные заболевания (болезнь Минамата).



Очевиден вред, наносимый организму при употреблении загрязненной кислотными осадками воды.



Ущерб памятникам мировой архитектуры

Из-за кислотных осадков разрушаются Колизей и собор Св. Петра в Риме, собор Св. Марка в Венеции, Дельфы (святилище Аполлона), храмы и усыпальницы в промышленных районах Японии и т.д.

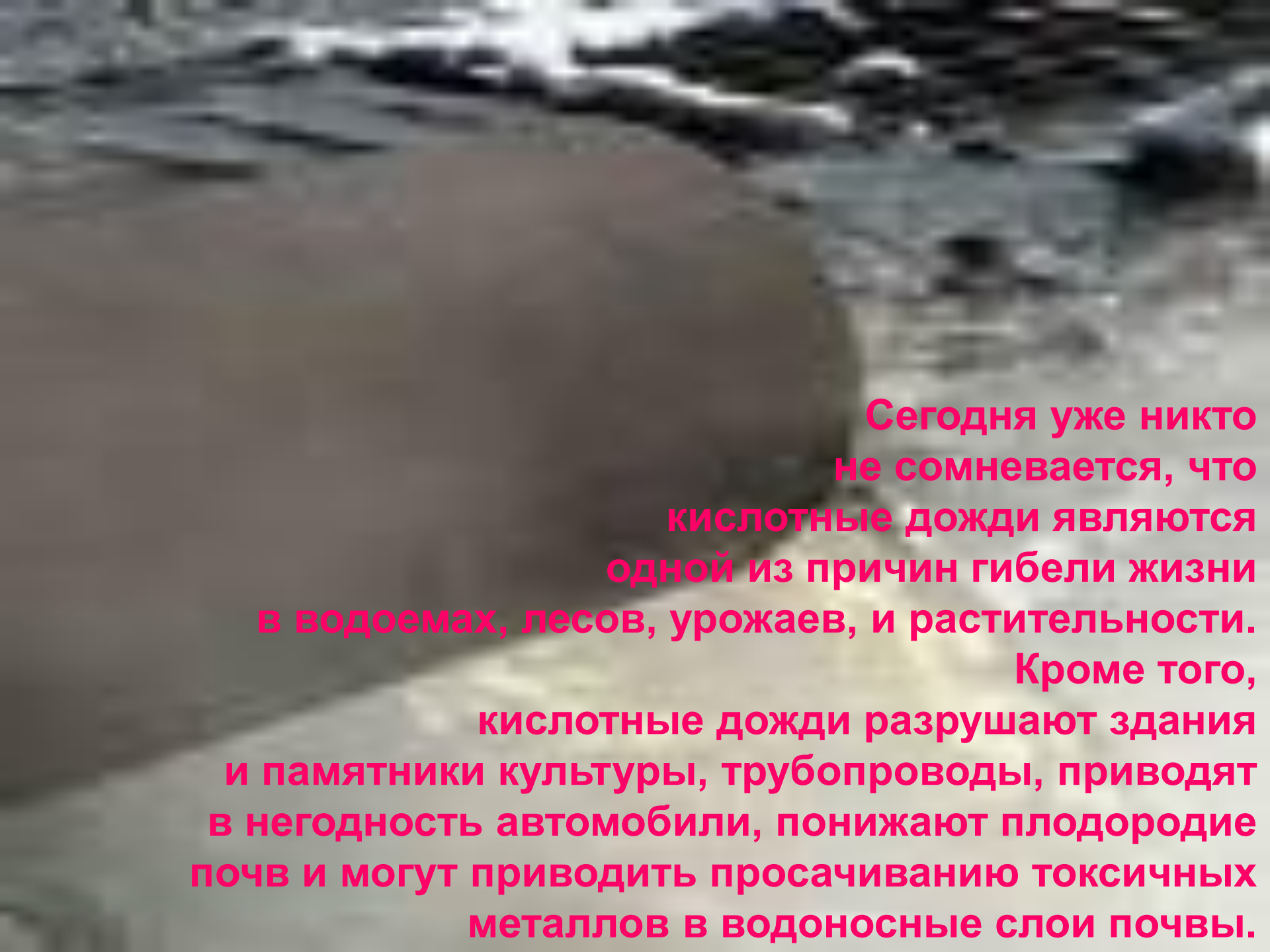
Огромный каменный обелиск Клеопатры, перевезенный из Египта в Великобританию, за 85 лет пребывания в Лондоне из-за кислотных осадков подвергся более сильным разрушениям, чем за 3000 лет в Александрии.

Лидером по воздействию кислотных дождей на здания и архитектурные сооружения в Западной Европе является Манчестер, где за 20 мес. кислотные осадки растворили более 120 г камня (песчаник, мрамор, известняк) с 1 м² сооружений.

Далее идут Антверпен (Нидерланды) — потери более 100 г/ м² — и такие города, как Афины, Амстердам, Копенгаген, где кислотные дожди растворили 20—40 г камня с каждого 1 м² сооружения.

(По данным Дублинского университета (Ирландия))





Сегодня уже никто не сомневается, что кислотные дожди являются одной из причин гибели жизни в водоемах, лесов, урожаев, и растительности. Кроме того, кислотные дожди разрушают здания и памятники культуры, трубопроводы, приводят в негодность автомобили, понижают плодородие почв и могут приводить просачиванию токсичных металлов в водоносные слои почвы.