

Кислотные дожди -

актуальная экологическая проблема.

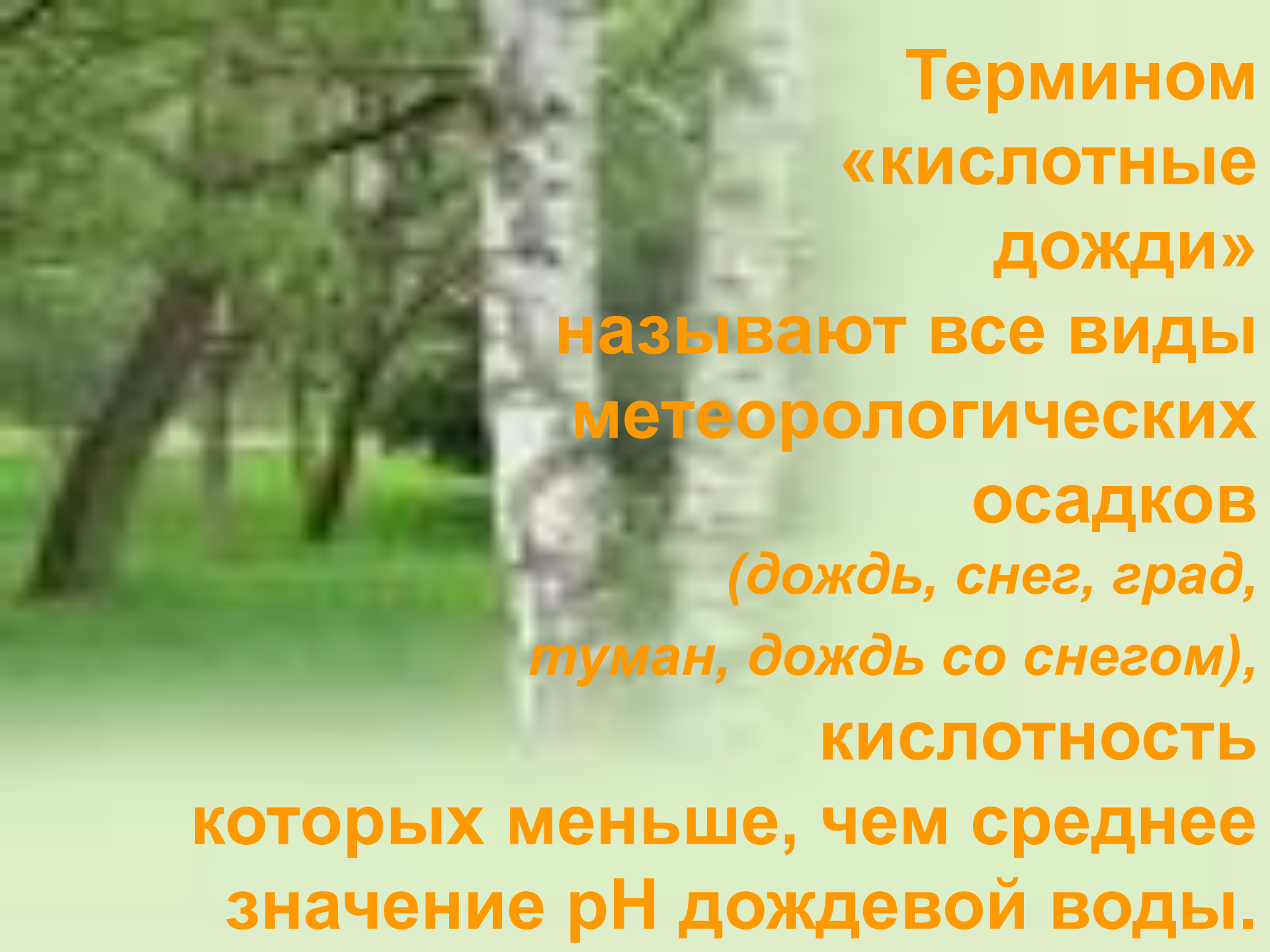
**Первое упоминание о кислотных дождях относится к середине XIX в.**

**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:





**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.**

# 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».**

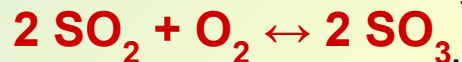
**Из продуктов сгорания ракетного топлива формируются кислотные следы, состоящие из частиц хлористого водорода, оксида азота, оксида алюминия и т.д.**

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

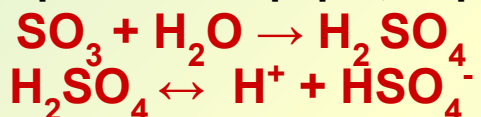
# Образование кислотных дождей.

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)  $\text{SO}_3$ :

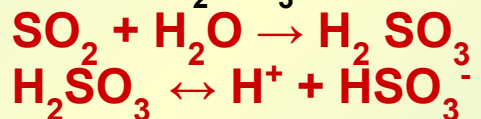


который реагирует с водяным паром атмосферы, образуя аэрозоли серной кислоты:

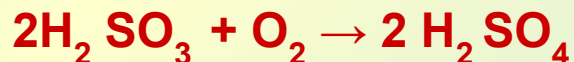


Основная часть выбрасываемого диоксида серы во влажном воздухе образует кислотный полигидрат  $\text{SO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , который часто называют сернистой кислотой

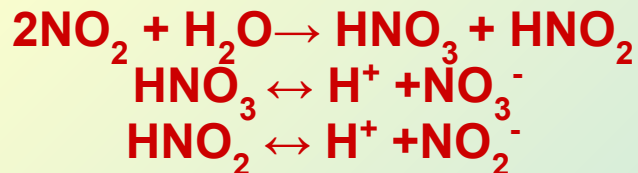
$\text{H}_2\text{SO}_3$  :



Сернистая кислота во влажном воздухе постепенно окисляется до серной:

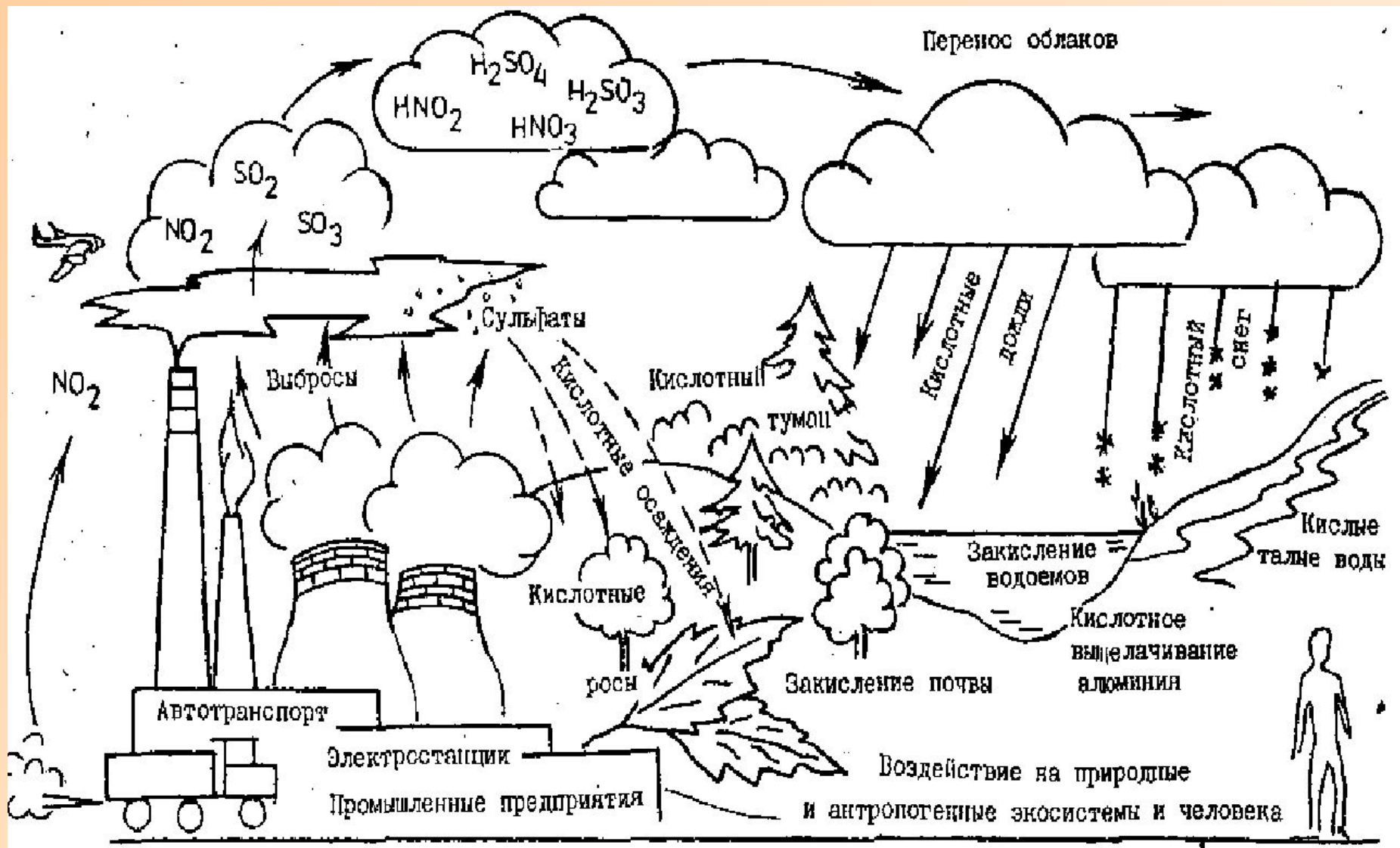


Аэрозоли серной и сернистой кислот конденсируются в водяном паре атмосферы и становятся причиной кислотных осадков. Они составляют около 2/3 кислотных осадков. Остальное приходится на долю аэрозолей азотной и азотистой кислот, образующихся при взаимодействии диоксида азота с водяным паром атмосферы:



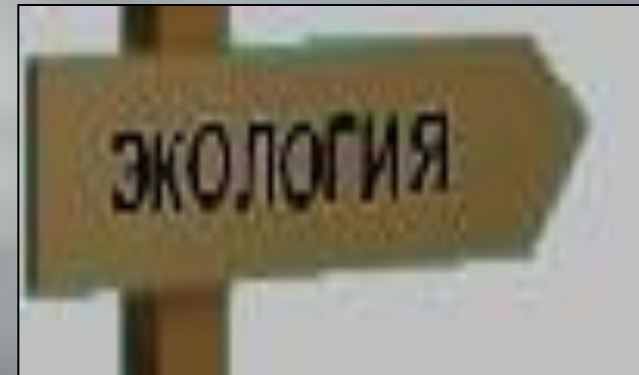


# Схема образования кислотных осадков



# 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 —  $4 \times 10^6$ .

- 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.

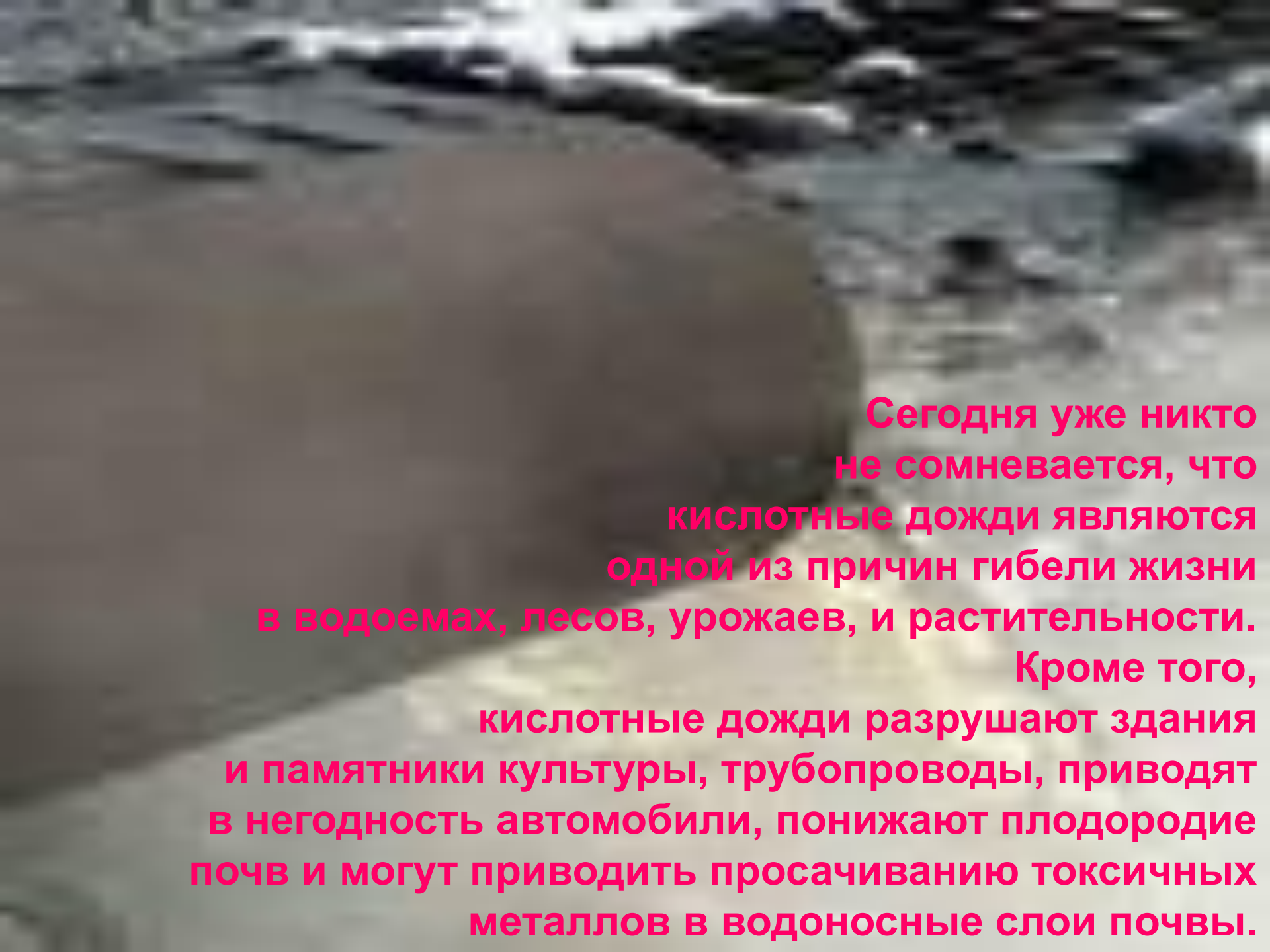
Лидером по воздействию кислотных дождей на здания и архитектурные сооружения в Западной Европе является Манчестер, где за 20 мес. кислотные осадки растворили более 120 г камня (песчаник, мрамор, известняк) с 1 м<sup>2</sup> сооружений.

Далее идут Антверпен (Нидерланды) — потери более 100 г/м<sup>2</sup> — и такие города, как Афины, Амстердам, Копенгаген, где кислотные дожди растворили 20—40 г камня с каждого 1 м<sup>2</sup> 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.**