Л Е К Ц И Я № 3

Атмосферный перенос загрязнений

1.Основные антрапогенные загрязнители атмосферы

2.Теория распространения загрязнений

3.Проблема трансграничного переноса и экологический мониторинг

Вопрос 1. Основные антрапогенные загрязнители атмосферы

В связи с бурным развитием промышленности, транспорта, добычи полезных ископаемых, а также сельскохозяйственной деятельности человека происходит существенное изменение его среды обитания – ноосферы. Важнейшей компонентой ноосферы является атмосфера, что определяется как ее физиологической основой жизнедеятельности человека, так и быстрым распространением загрязнений от источника на значительные расстояния.

Глобальные эффекты хозяйственной деятельности человека в атомосфере связаны прежде всего с ее газовыми и аэрозольными загрязнениями, а также дополнительным поступлением тепла.

Современные оценки показывают, что при добыче 8 миллиардов тонн условного топлива в атмосферу поступает $15*10^{19}$ Дж тепловой энергии. Эта цифра в 22 000 раз поглощаемой Землей солнечной радиацией, то есть еще незначительна. Однако если темпы технического прогресса не снизятся, то через 170 лет эта энергия сравняется с солнечной, и тепловой режим атмосферы может катастрофически измениться.

Однако, в настоящее время, главную угрозу представляет загрязнение атмосферы, влияющее на комфортность и продолжительность жизни людей.

В таблице 1 приведены основные газообразные загрязнители атмосферы в тоннах, как естественного, так и антропогенного происхождения.

Загрязнитель	Природный	Антропогенный	Доля антропогенного в природном, %
Углекислый газ	$7*10^{10}$	$2*10^{10}$	28
Угарный газ	-	$2,3*10^{8}$	100
Сернистый газ	$1,5*10^{8}$	$7*10^{7}$	47
Азот	$1,5*10^{9}$	$1,5*10^{7}$	1
Закись азота	$6*10^{8}$	$3*10^{8}$	50
Озон	$2*10^{9}$	незначительно	менее 1

Источником природного углекислого газа является океан, Сибирская и Канадская вечная мерзлота. Он там находится в связанном состоянии. При повышении средней температуры планеты, что наблюдается за последние 100 лет

(от 0,2° до 0,7 °С) происходит его выделение в атмосферу. Начиная с 1958 года, его содержание увеличивается на 0,2 % в год, как за счет естественных причин, так и за счет сгорания ископаемого топлива. В настоящее время содержание CO_2 в атмосфере составляет 0,039 % от объема всего воздуха. Так как углекислый газ сильно поглощает тепловое излучение Земли в ИК диапазоне, то увеличение его концентрации приводит к усилению парникового эффекта, и дальнейшему повышению температуры Земли. По современным оценкам увеличение концентрации CO_2 до 0,042% приведет к таянию полярных льдов, что приведет к повышению уровня моря на 20 м. Уменьшение концентрации до 0, 015% приведет к очередному оледенению планеты. Сейчас мы приближаемся к теплому периоду планеты, когда площадь океанов резко возрастет. Однако они начнут связывать углекислый газ, его концентрация начнет уменьшаться и Земля будет медленно остывать. Такие периоды многократно бывали в истории Земли, и являются геологически подтвержденными фактами. Техногенная деятельность человека может только ускорить или замедлить этот естественный процесс. Поэтому Киотский протокол имеет больше политическое, чем экологическое значение.

Угарный газ имеет очевидное техногенное происхождение. Он образуется при неполном сгорании топлива в ДВС. Очень ядовитый, даже при низких концентрациях газ, химически инертен, и трудно связываем. Концентрация ниже ПДК достигается в основном при разбавлении в атмосфере. Каталитические очистные фильтры очень дороги.

Техногенный сернистый газ выбрасывается в атмосферу при сгорании топлива и переработке руд. Сернистый газ природного происхождения попадает в атмосферу при вулканических извержениях, за счет выветривания, эмиссии серы с океанической поверхности. Наличие этого газа в атмосфере приводит к образованию сернистой кислоты и выпадению кислотных дождей.

Оксид азота в значительной части также имеет техногенное происхождение. Выделяется при сжигании топлива, способствует выпадению кислотных дождей.

Озон – это ультрафиолетовый щит атмосферы. Техногенное происхождение незначительное. Однако, хлорсодержащие вещества – фреоны, выбрасываемые в атмосферу связывают атмосферный озон, что может привести к образованию озоновых дыр.

Другая важнейшая часть атмосферных загрязнений – твердые примеси (аэрозоли). Они имеют как естественное, так и техногенное происхождение.

Главный источник естественного происхождения – вулканы, а также облака пыли, образующиеся в пустынях.

Имеются следующие ориентировочные данные, иллюстрирующие роль различных аэрозолей, радиусом менее 20 мкм (в млн. тонн в год).

Природные частицы

1.Эоловые процессы – 100-500

2.Пожары и сжигание отходов – 3-150

3.Морская соль – 300

4.Вулканическая пыль – 25-150

5.Частицы, образующиеся при химических реакциях – 250-700

Индустриальные частицы

1.Горнодобывающая и промышленная деятельность – 10-90

2.Частицы, образующиеся при химических реакциях с техногенными газами – 180-320

Аэрозоли способствуют нагреванию атмосферы. Огромное их количество выбрасывают города, до 1 млрд. тонн в год. Концентрация примесей в атмосфере города в 150 раз больше, чем над океаном, а в сельской местности в 10 раз.

2.Теория распространения загрязнений

2.1 Уравнение турбулентной диффузии Марчука для газообразных выбросов

Концентрация примесей в приземном слое воздуха на большом удалении от источника может быть рассчитана на основе уравнения турбулентной диффузии.

$$\frac{\partial q}{\partial t} - Vq\,\frac{\partial q}{\partial z} + u\,\frac{\partial q}{\partial x} = w_x\,\frac{\partial^2 q}{\partial x^2} + w_y\,\frac{\partial^2 q}{\partial y^2} + w_z\,\frac{\partial^2 q}{\partial z^2}$$

Здесь q – концентрация примеси от источника;

w_x , w_y , w_z - коэффициенты турбулентной диффузии, определяемые турбулентным состоянием атмосферы по различным координатам. Как правило,

$w_x = w_y \neq w_z$; u - скорость ветра; $Vq \approx 1$ см/с – скорость сухого (естественного осаждения), $w_z \approx 10^4 - 10^5$ см^2/с.

Горизонтальные коэффициенты турбулентной диффузии определяются соотношением:

$$w_{x,y} = 0{,}5\, db^2_{x,y}(t)/dt$$

где горизонтальная дисперсия определяется из уравнения:

$$db^2_{x,y}(t) = b_0^{\,2} + \alpha^2 u^2 t^2$$

Здесь b_0 – начальная дисперсия загрязняющей примеси, u – скорость ветра, α – коэффициент, зависящий от высоты загрязняющего облака.

Граничное условие для решения уравнения

$$w_z\,\frac{\partial q}{\partial z} + V_q\, q = \beta q$$

где β – коэффициент, характеризующий взаимодействие примеси с подстилающей поверхностью.

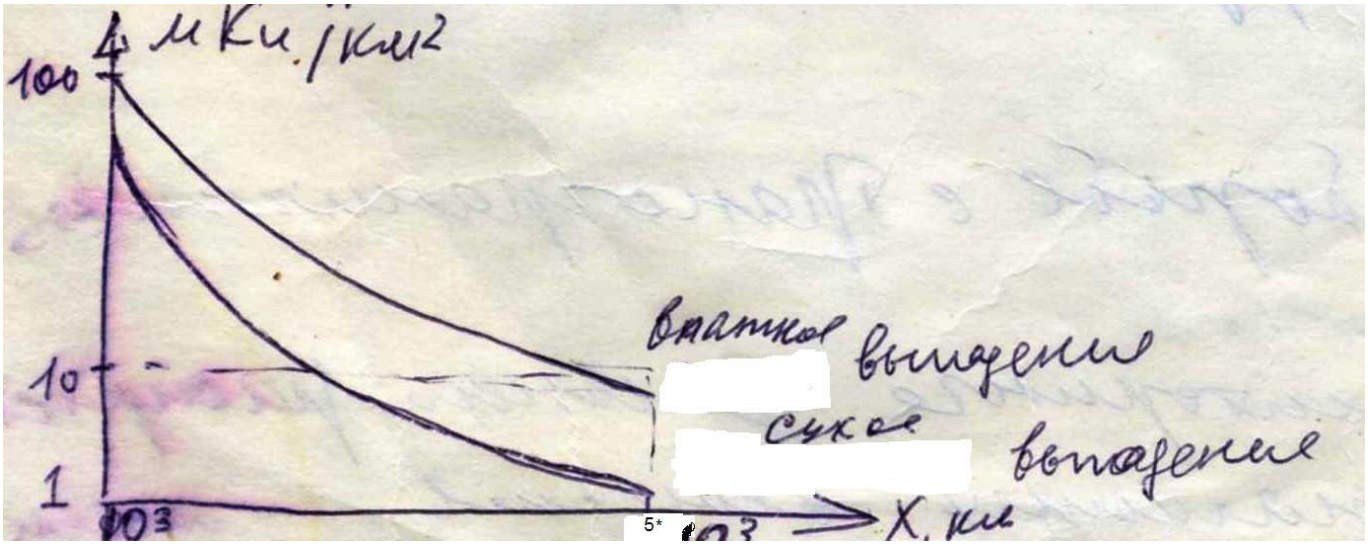
Концентрация примесей может существенно изменяться под влиянием, облаков, осадков и туманов. Захват примесей каплями дождя уменьшает их концентрацию в атмосфере и увеличивает на земле. Для различной интенсивности осадков и туманов вводится коэффициент вымывания примесей К, который

определяет среднее время жизни примесей при различной интенсивности осадков и в тумане, что видно из таблицы 3.

Явление	t, часы
Морось	0,6
Слабый дождь	0,8
Умеренный дождь	0,9
Сильный дождь	1,5
Туман	0,5

Таким образом, нежелательные примеси, особенно радиоактивные, в крупных районах можно осадить, вызвав осадки.

На рисунке приведена расчетная плотность выпадения радиоактивных элементов при взрыве ядерного боеприпаса мощностью 1 кт. В расчете принято, что $w_x = w_y = x$ – расстояние от места взрыва, скорость ветра u = 40 км/час, высота подъема радиоактивного облака h =1 км. Для влажного выпадения $w_z = 0{,}06$ см/.



3.Проблема трансграничного переноса и экологический мониторинг

В 1979 году на общеевропейском совещании по охране окружающей среды была подписана «Концепция о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния». Она вступила в силу в 1983 году.

Основные обязательства стран:

1.Разработка наилучшего комплекса мероприятий по борьбе с выбросами загрязняющих веществ в атмосферу.

2. Страны должны обмениваться информацией и совместно вырабатывать стратегию в области борьбы с выбросами, особенно в области трансграничного загрязнения.

3.Страны будут осуществлять и развивать «Совместную программу наблюдения и оценки распространения загрязняющих веществ на большие расстояния в Европе» - программу совместного мониторинга.

Выработаны два эквивалентных подхода к обмену информацией: либо данные о трансграничных потоках, либо данные о выбросах по квадратам территории страны со стороной 150 км. Созданы координирующие центры в Москве и Осло.

Мероприятия по борьбе с трансграничным переносом:

- организация мониторинга дальнего распространения загрязняющих веществ.

- доведение этой информации до общественности

- нормирование трансграничных переносов

- инженерно-технические экологические мероприятия должны быть направлены на уменьшение выбросов загрязняющих веществ, а не на их рассеивание в атмосфере.