

Атмосфера

Антропогенное воздействие на атмосферу

Мы живем не только на Земле, но и в Атмосфере.

Нельзя оценить значение вещи, пока мы не попытаемся обойтись без нее.

Человек может обходиться

- без еды – 1 месяц,*
- без воды - несколько дней,*
- без воздуха мы не проживем и нескольких минут.*



- Когда Вы вдыхаете, то в Ваши легкие поступает азот и кислород, которые входят в состав атмосферного воздуха.
- Но, кроме того, Вы вдохнули трудноуловимые количества других газов, мельчайшие капельки различных жидкостей, частицы твердых веществ.

- В воздухе городов обнаружено до 2800 компонентов. Многие из этих компонентов являются загрязняющими веществами. Источниками большинства веществ являются транспорт, промышленность, электростанции и т. д.
- Многие вещества непосредственно оказывают вредное воздействие на здоровье человека, растения и материалы. Изменения химического состава атмосферы могут также привести к локальным, региональным и глобальным изменениям климата.

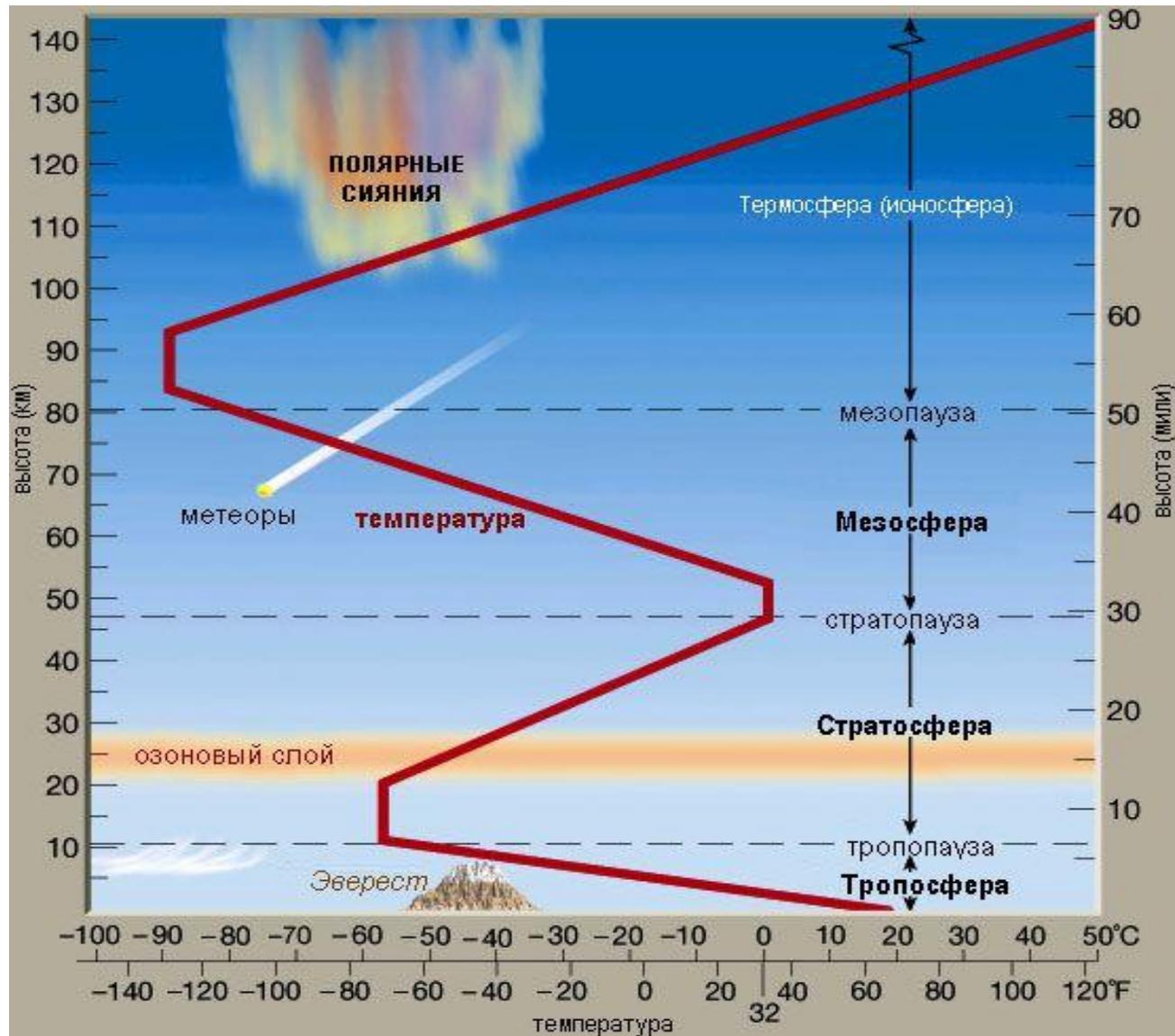
- *Почему это происходит?*
- *Какова роль человеческой деятельности?*
- *Какие изменения неизбежны?*
- *Какие изменения мы можем предотвратить?*



Состав сухого воздуха

Газ	Содержание по объёму, %	Содержание по массе, %
Азот	78,084	75,50
Кислород	20,946	23,10
Аргон	0,932	1,286
Вода	0,5-4	—
Углекислый газ	0,032	0,046
Неон	$1,818 \times 10^{-3}$	$1,3 \times 10^{-3}$
Гелий	$4,6 \times 10^{-4}$	$7,2 \times 10^{-5}$
Метан	$1,7 \times 10^{-4}$	—
Криптон	$1,14 \times 10^{-4}$	$2,9 \times 10^{-4}$
Водород	5×10^{-5}	$7,6 \times 10^{-5}$
Ксенон	$8,7 \times 10^{-6}$	—
Закись азота	5×10^{-5}	$7,7 \times 10^{-5}$

Строение атмосферы



Загрязнители атмосферы

- Когда концентрация нормальных составляющих атмосферы или химических веществ, попавших в атмосферу в результате человеческой деятельности, доходит до уровня, наносящего вред людям, животным, растениям, различным материалам - такие вещества становятся *загрязнителями воздуха*.

В тропосфере насчитываются сотни загрязнителей, из них выделяют 9 основных классов:

1. Оксиды углерода (CO, CO₂).
2. Оксиды серы (SO₂, SO₃).
3. Оксиды азота (NO_x).
4. Летучие органические соединения (метан, хлорфторуглероды или фреоны, и т.д.).
5. Взвешенные частицы (твердые: пыль, сажа, асбест, соли различных веществ; жидкие: аэрозоли кислот, доиксин и т.д.).
6. Фотохимические окислители (озон, пероксид водорода, OH[·]).
7. Радиоактивные вещества (радон-222, иод-131, стронций-90, плутоний-239).
8. Тепло.
9. Шум.

Каждый из этих загрязнителей можно отнести к различным типам по способу образования:

- *первичные* (SO_2) - попадают в атмосферу непосредственно в результате природных или антропогенных процессов,
- *вторичные* (H_2SO_4) - образуются в воздухе в результате химической реакции между несколькими веществами (компонентами воздуха, первичными загрязнителями).



Источники загрязнения атмосферы



- **Естественные** (природные) - действующие вулканы; лесные, степные, подземные угольные, торфяные пожары; эрозия почвы; естественные выходы природных газов; продукты жизнедеятельности бактерий; морские брызги; естественная радиоактивность фосфатов и гранита и т.д.



Источники загрязнения атмосферы



- **Антропогенные** – транспорт, теплоэнергетика, промышленность, сельское хозяйство и др.

Загрязнители воздуха внутри помещений

Один из подходов предполагает их деление на химические, физические и биологические факторы.

- Физические факторы включают температуру, относительную влажность, скорость вентиляции, искусственное освещение, шум и вибрацию.
- Химические факторы включают окружающий табачный дым, формальдегид, летучие органические соединения, окись углерода, двуокись углерода, двуокись азота, озон, радон, частицы асбеста и т.п.
- Биологические факторы включают роговые частицы, клещи домашней пыли, внешние аллергены и т.п.

- Концентрации загрязнителей воздуха внутри помещений изменяются в зависимости от местоположения, сезона и времени дня.
- Важными источниками химических загрязнителей воздуха внутри помещений являются внешний воздух, человеческое тело и человеческая деятельность, выделения из строительных материалов, мебели и бытовых приборов и др. факторы.
- Микробиологическое загрязнение сильно зависит от влажности.
- Отопление, вентиляция и система кондиционирования воздуха также могут являться загрязнителями воздуха, особенно когда они неправильно эксплуатируются.
- Биологическое загрязнение может размножаться во многих частях системы кондиционирования и разноситься по помещению.

Трансграничный перенос - распространение загрязняющих веществ с воздушными потоками на большие расстояния - за пределы границ государств, на территории которых находятся источники загрязнения.

- Особенностью загрязнения атмосферы является то, что атмосфера не имеет границ. Загрязнения переносятся на многие тысячи километров, преодолевая границы государств и континентов, нанося ущерб даже в “экологически чистых” районах.
- Поэтому, говоря о решении проблемы загрязнения атмосферы, необходимо и целесообразно рассматривать ее в международном масштабе.

Основные глобальные проблемы, связанные с загрязнением атмосферы

1. Глобальное изменение климата.
2. Разрушение озонового слоя.
3. Кислые дожди.
4. Смог.

- **Парниковый эффект** — повышение температуры нижних слоёв атмосферы планеты по сравнению с эффективной температурой, т. е. температурой теплового излучения планеты, наблюдаемого из космоса.

ПАРНИКОВЫЙ ЭФФЕКТ

А Т М О С Ф Е Р А

Солнечная радиация
проникает сквозь
чистую атмосферу
Приходящая радиация равна
343 Ватт на кв. Метр

Часть солнечной радиации
отражается атмосферой
и земной поверхностью
Отраженная радиация
103 Ватт на кв. Метр

Часть инфракрасной радиации
проходит сквозь
атмосферу и теряется в космосе
Нетто уходящей радиации
240 Ватт на кв. Метр

ПАРНИКОВЫЕ ГАЗЫ

Нетто приходящей
солнечной радиации
составляет 240 Ватт
на кв. Метр

Часть инфракрасного излучения
поглощается и отражается назад
молекулами парниковых газов.
Прямым эффектом этого становится нагревание
поверхности земли и тропосферы

Поверхность получает
больше тепла и инфракрасная
радиация выбрасывается снова

Солнечная энергия
поглощается земной
поверхностью и нагревает ее
168 Ватт на кв. метр

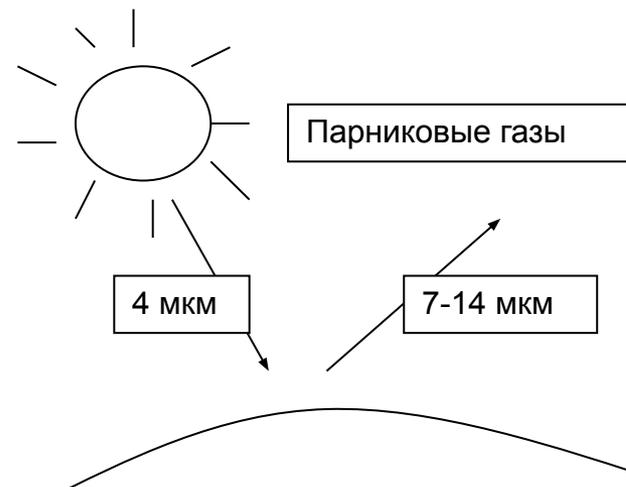
... и она конвертируется в
тепло вызывая эмиссию
длинноволновой (инфракрасной)
радиации в атмосферу

З Е М Л Я

Сейчас учеными установлена средняя температура Земли, которая составляет около 15°C .

Если бы в атмосфере не было CO_2 и H_2O , то средняя температура была бы около -25°C (что очень близко к условиям на планете Марс).

Очевидно, что «парниковые газы» играют важную роль в поддержании теплового и энергетического баланса на нашей планете, но основной проблемой является то, что за последние десятилетия их количество в атмосфере значительно увеличилось.



Парниковые газы

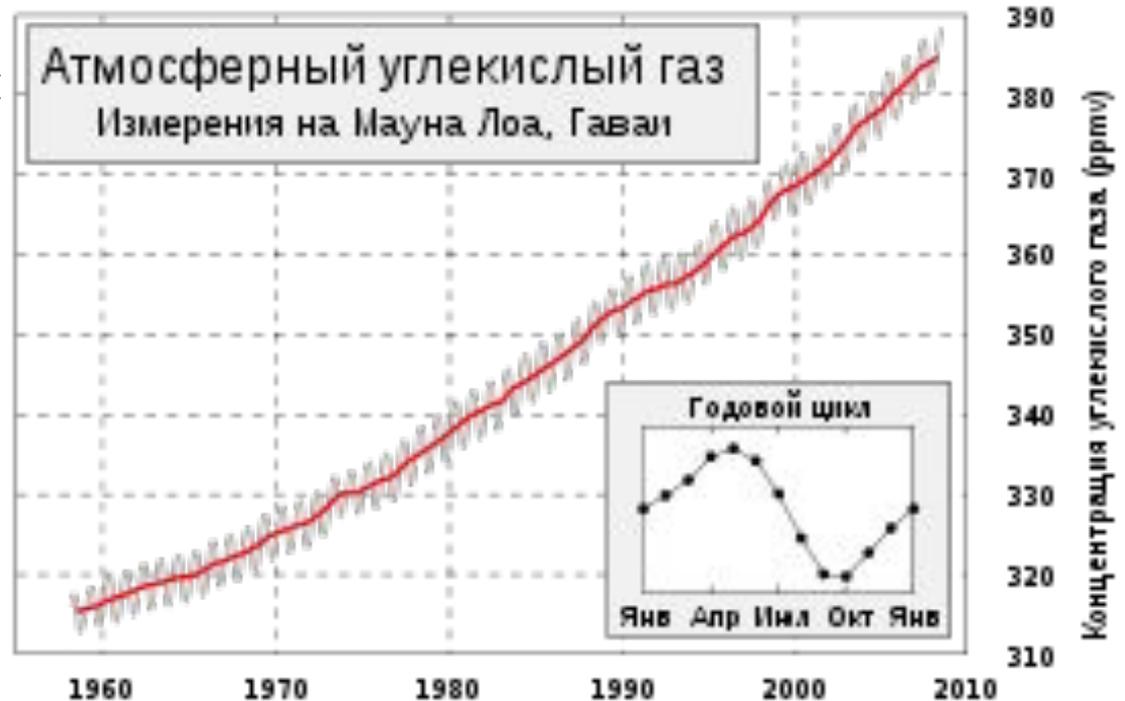


- 1850 г. - 0,027% об.
- 1978 г. - 0,033% об.
- 2005 г. - 0,038% об.

Парниковый газ	Вклад в глобальное изменение температуры, %	Время жизни в атмосфере, лет	Ежегодное увеличение выбросов	Эффективность содействия парниковому эффекту по отношению к CO ₂
CO ₂	57	200-400	4	1
<u>Хлорфторуглероды</u>	25	22-111	-	15000
CH ₄	12	11	1	25
N ₂ O	6	150	0,2	-

Изменение концентрации CO₂

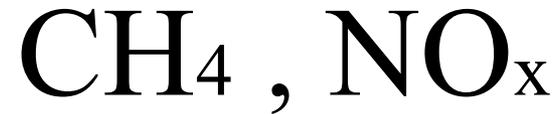
Ежегодные колебания концентрации атмосферной углекислоты на планете определяются, главным образом, растительностью средних (40—70°) широт Северного полушария.



Источники парниковых газов



- **сжигание ископаемого топлива,**
- **промышленность,**
- **транспорт,**
- **теплоэнергетика,**
- **лесные пожары.**



- сельское хозяйство,
- транспорт,
- процессы метаболизма у бактерий и животных.

На первые взгляд некоторое потепление климата имеет ряд положительных аспектов:

- возможно уменьшение энергозатрат на отопление,
- урожайность некоторых сельскохозяйственных культур может быть увеличена на 60-80%, так как увеличение концентрации CO₂,
- при увеличении температуры тропосферы и уменьшении температуры в стратосфере замедлятся процессы разрушения озонового слоя.

Но существуют факторы, которые имеют негативные проявления:

- увеличение энергии при использовании кондиционеров,
- в некоторых районах станет суше и урожайность понизится, создадутся благоприятные условия для распространения насекомых-вредителей,
- изменится глобальное распределение ветров, осадков,
- произойдет таяние ледников и как следствие возможно затопление многих плодородных земель,
- затопление земель может привести к тому, что с лица Земли исчезнут целые государства, появятся беженцы.

Озоновая проблема

- Истощение озонового слоя - одна из глобальных проблем, связанных с загрязнением окружающей среды.
- Что же такое озоновый слой и почему его называют “защитным экраном” нашей планеты от УФ - излучения?

Ультрафиолет

• ПОЛЬЗА

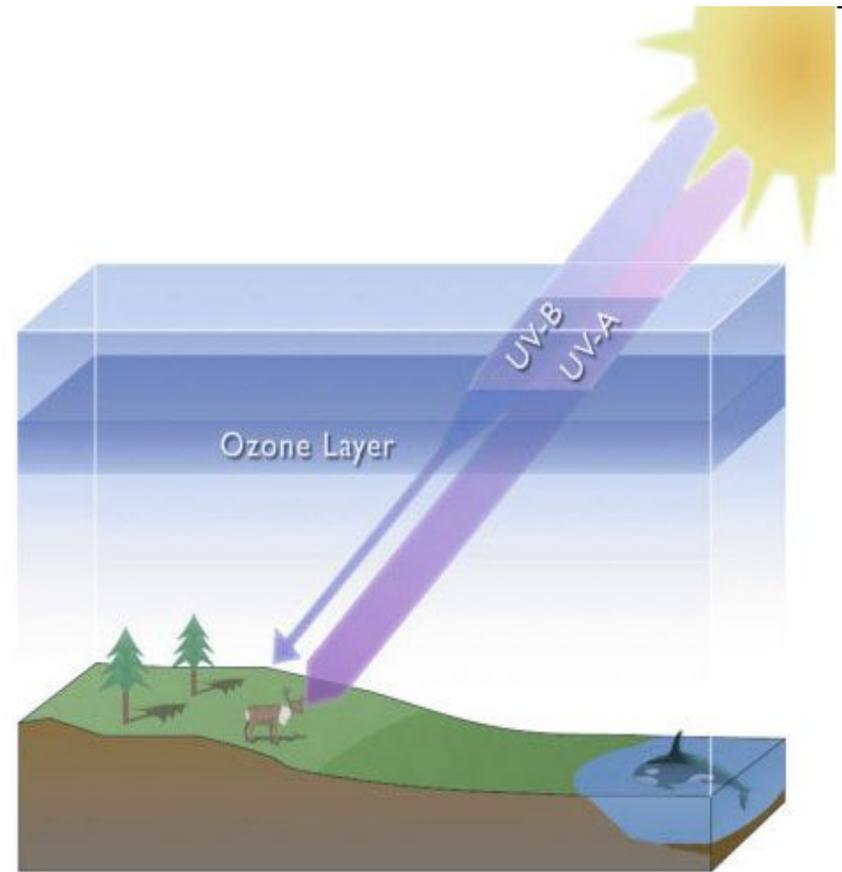
- Под воздействием солнечного света в организме человека вырабатывается **витамин D** и «гормон счастья» **серотонин**. При недостатке первого могут возникнуть такие недуги, как ***рахит, остеопороз, остеохондроз***. Доказано, что нехватка этого важного витамина способствует развитию ***гипертонии и рассеянного склероза***.
- Трудно переоценить роль **серотонина** в деятельности нервной системы и головного мозга человека. Этот гормон не зря называют «гормоном счастья»: аппетит, сон, эмоции и настроение – все зависит от серотонина. При его нехватке недалеко до ***депрессии и других расстройств нервной системы***.
- Недостаток солнечного света способствует усиленной выработке в организме **гормона сна мелатонина**, можно понять, почему в зимнее время года даже днем возникают ***сонливость и депрессия***.

• ВРЕД

- 1) распад белка;
- 2) канцерогенное действие;
- 3) ослабление иммунной системы;
- 4) ожог или даже рак кожи;
- 5) глазные (катаракта) и инфекционные заболевания ;
- 6) аллергические заболевания;
- 7) мутагенное действие.

O₃ - ОЗОН

- Одной из наиболее важных характеристик любой молекулы является ее спектр поглощения, то есть способность поглощать излучение определенной длины волны, которое проходит через это вещество.
- Спектр поглощения озона достаточно широк, но его сравнение с защитным щитом обязано способности озона поглощать излучение в интервале 200-320 нм.
- **Область солнечного спектра от 200 до 400 нм называют биологически активным УФ.**
- При этом выделяют интервалы УФ-А, УФ-В, УФ-С.
- УФ-С поглощает кислород на больших высотах.
- **УФ-В поглощает озон.**
- **Его коэффициент поглощения в области 200-320нм очень велик и УФ-В не проходит через стратосферный озон.**



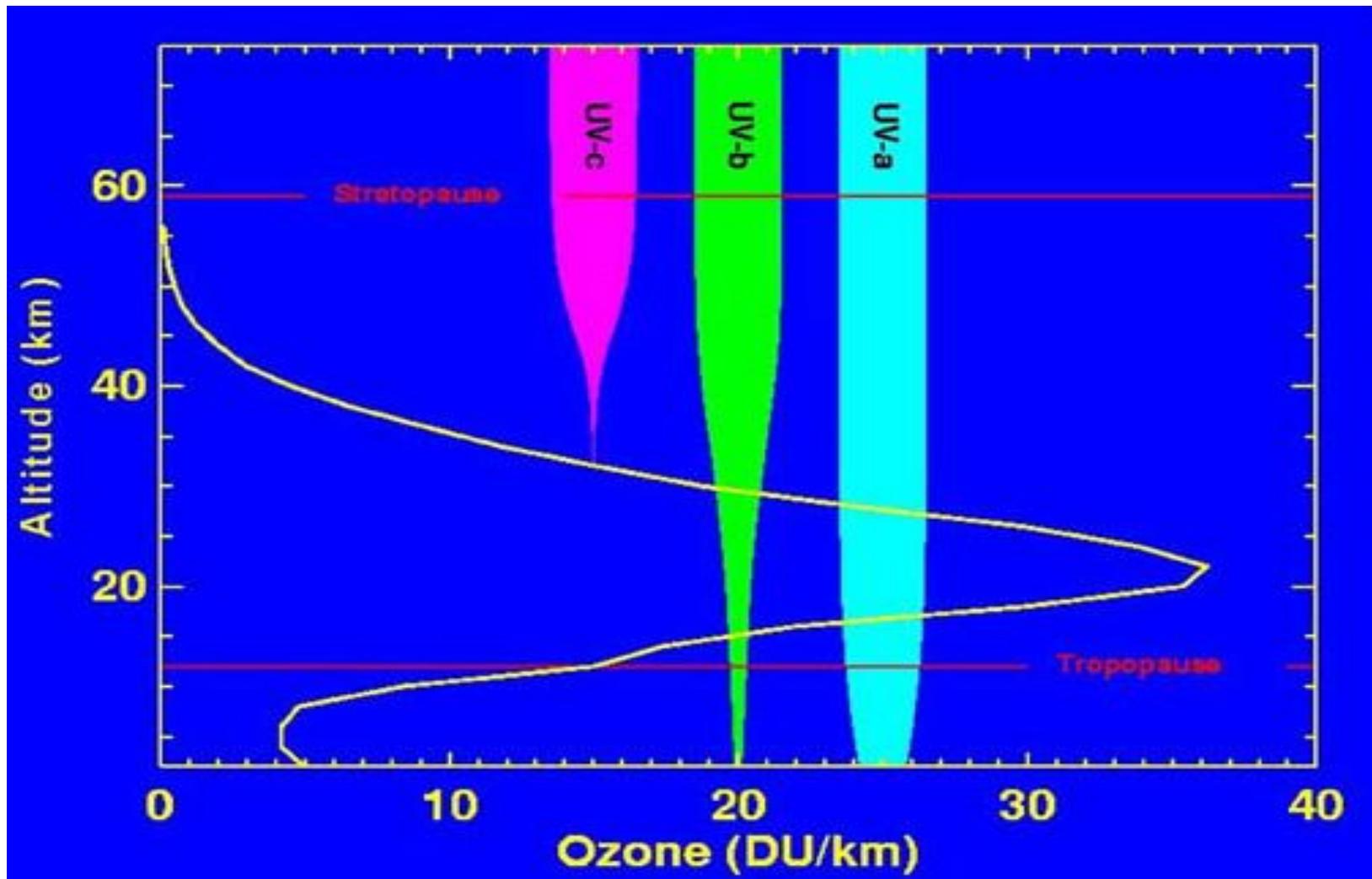
©2004, ACIA

Каков механизм образования и разрушения озона?

$O_2 + h\nu \rightarrow O + O$	(1)
$O + O + M \rightarrow O_2 + M$	(2)
$O + O_2 + M \rightarrow O_3 + M$	(3)
$O_3 + h\nu \rightarrow O_2 + O$	(4)
$O + O_3 \rightarrow O_2 + O_2$	(5)

- Если солнечное излучение отсутствует или слабо (ночь, зима), то реакция (4) не идет и разрушение озона происходит только по реакции (5).
- Эта схема была предложена в 1930 году **Чепменом**. Реакции описывающие процессы возникновения и естественной гибели озона называются **циклом Чепмена**.

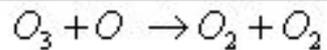
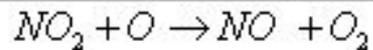
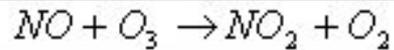
Профиль концентрации озона в атмосфере



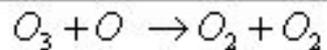
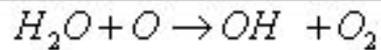
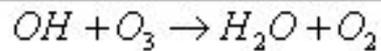
Разрушение озонового слоя

- Циклы

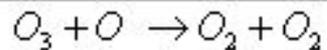
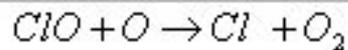
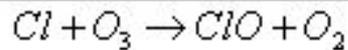
азотный



водородный



хлорный

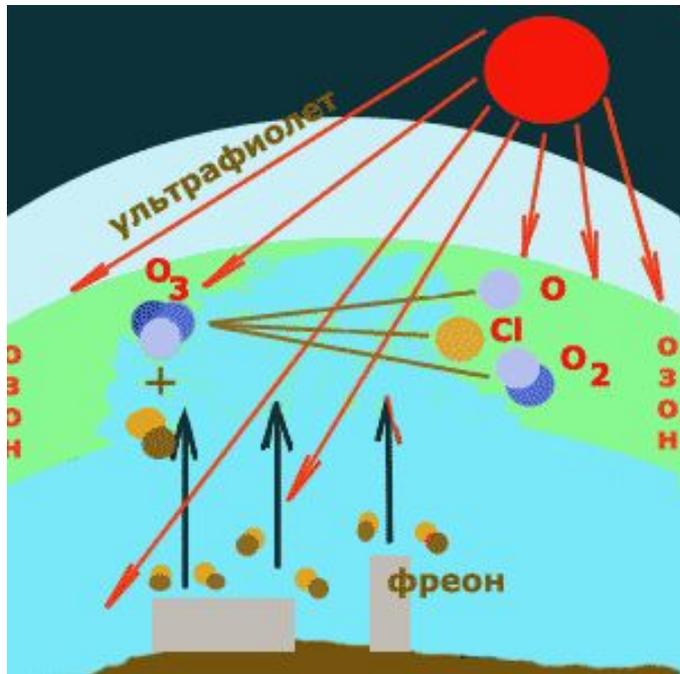


- Причины возникновения “озоновой дыры”, т.е. уменьшение концентрации озона, носят как естественный, так и антропогенный характер.

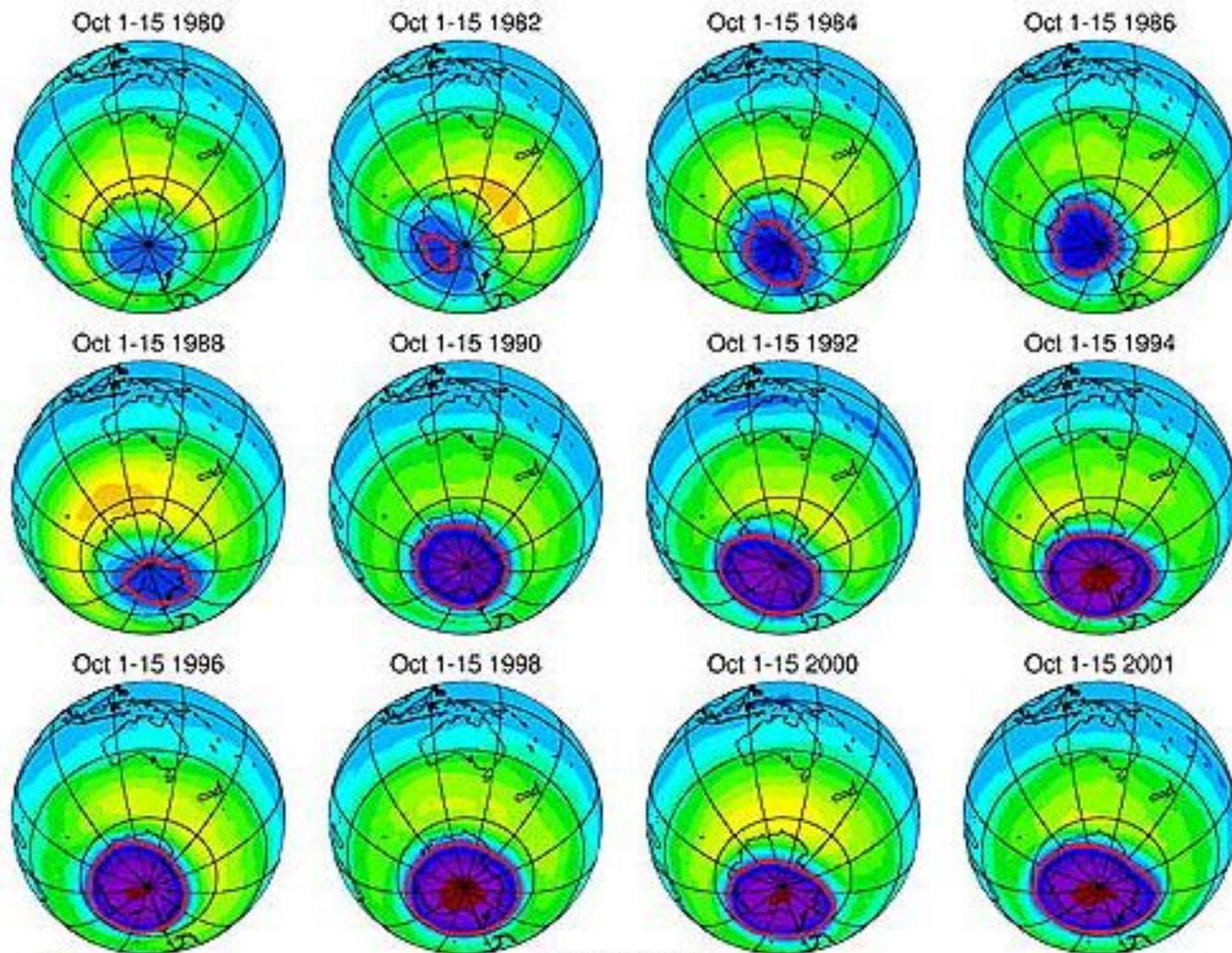
- То, что между тропосферой и стратосферой **не существует перемешивания - это полуправда.**
- Когда наступает полярная зима, то воздушные массы на полюсах выхолаживаются. Как следствие изменяется давление и плотность воздуха и возникает воронка (**вортекс**) - **внутри нее поступает поток воздуха со всего земного шара.** Эта воронка направлена в тропосферу.
- Впервые вортекс был зафиксирован английскими и американскими учеными в 1984 году над Антарктидой.
- Как было обнаружено позднее, это **сезонное явление наблюдается ежегодно над полюсами, но над Антарктидой воронка имеет большие размеры, т.к. там есть материк.**
- Естественные причины уменьшения количества озона были вызваны тем, что он выводился в тропосферу.
- Летом эта воронка затягивалась. Так происходило “самоочищение” стратосферы раньше. Вместе с озоном из стратосферы выводились такие соединения как хлор, ClO , NO_x . Наличие в стратосфере пониженного содержания озона было связано только с чисто физическим удалением озона из стратосферы.

ФРЕОНЫ - $C_xCl_yF_z$

- Фреоны — галогеноалканы, фторсодержащие производные насыщенных углеводородов.



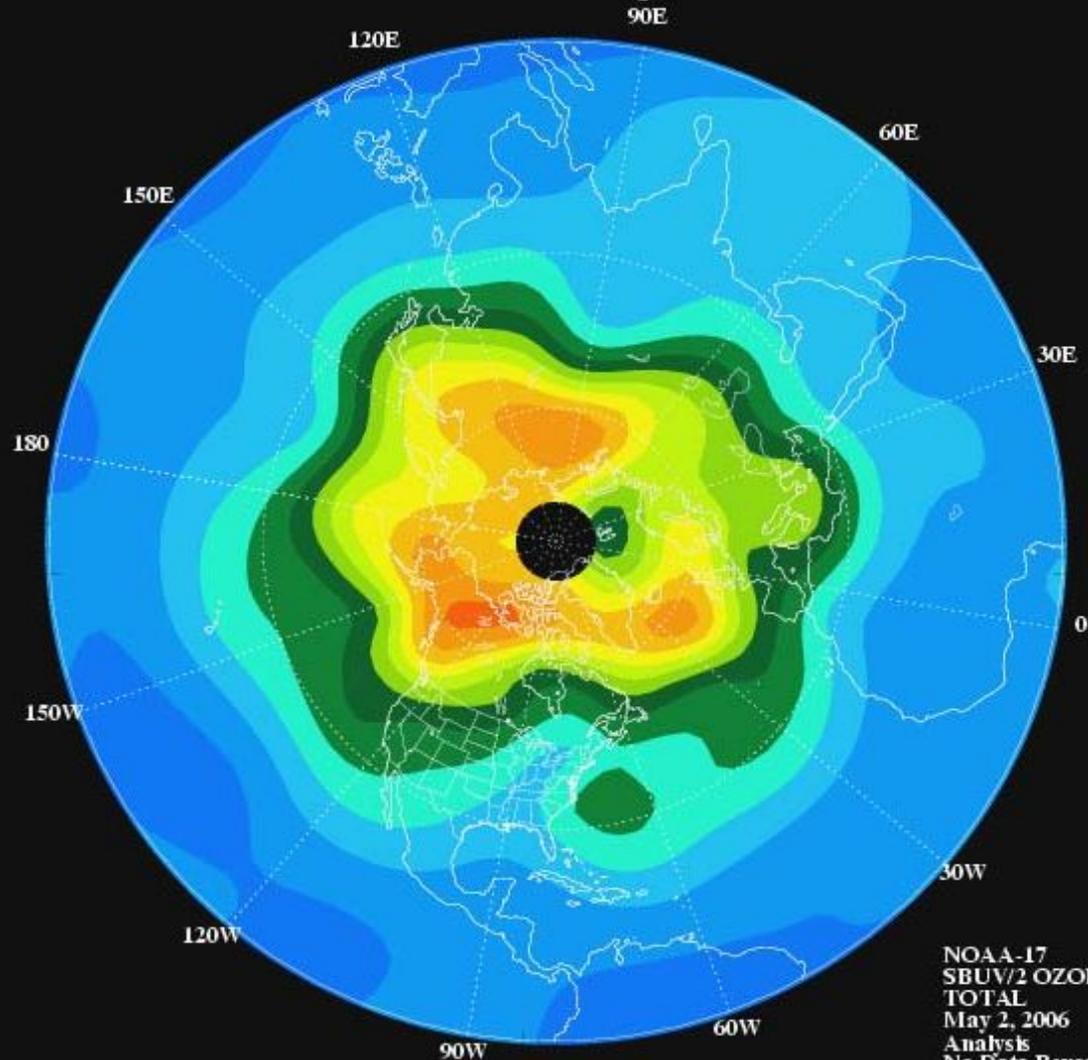
- В 1974 году химики Роланд и Молина предложили, что хлорфторуглероды (фреоны), которые были изобретены еще в 1930 году, понижают среднюю концентрацию озона в стратосфере.
- Эти вещества являются источниками радикалов Cl.
- Выбросы фреонов кажутся незначительными.
- Основными источниками фреонов до недавнего времени являлись - холодильные установки, аэрозольные баллончики.
- Основная опасность - **большое время жизни фреонов** в атмосфере.




 CSIRO
 Data from NASA
 GSFC Code 916



SBUV/2 TOTAL OZONE Northern Hemisphere



NOAA-17
SBUV/2 OZONE
TOTAL
May 2, 2006
Analysis
No Data Beyond 81N

80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340 360 380 400 420 440 460 480 500 520

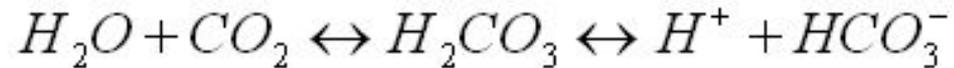
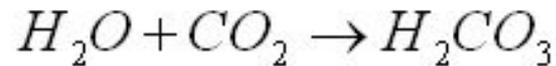


Кислотные дожди

- КИСЛОТНЫЕ ДОЖДИ (кислые дожди) - атмосферные осадки (в т. ч. снег), подкисленные (рН ниже 5,6) из-за повышенного содержания в воздухе промышленных выбросов, главным образом SO_2 , NO_2 , HCl и др.
- В результате попадания кислотных дождей в поверхностный слой почвы и водоемы развивается подкисление, что приводит к деградации экосистем, гибели отдельных видов рыб и др. водных организмов, сказывается на плодородии почв, снижении прироста лесов и их усыхании.

«Нормальный» дождь

- Природные осадки (дождь) имеют рН=5,6. Эта слабая кислотность объясняется тем, что в атмосфере всегда присутствует CO₂.



- Кислотными осадками являются осадки рН которых меньше 5,6. Особую угрозу представляют осадки рН которых меньше 5,1.

- Когда промышленные предприятия или электростанции сжигают уголь или нефть, то в атмосферу попадает огромное количество оксидов азота и серы. Они являются первичными загрязнителями, но по мере нахождения в атмосфере они трансформируются:

$H_2O + SO_2 \rightarrow H_2SO_3$	Сернистая кислота
$H_2O + SO_3 \rightarrow H_2SO_4$	Серная кислота
$H_2O + 2NO_2 \rightarrow HNO_3 + HNO_2$	Азотная, азотистая кислоты

Проблемы

- Гибель рыб, микроорганизмов, растений в озерах и реках.
- Гибель деревьев хвойных пород из-за вымывания из почвы питательных элементов, а также из-за проникновения растворенных кислот в растения через поры.
- Гибель рыб из-за высвобождения из почв и донных отложений алюминия, свинца и т.д.
- Повреждение растений и подверженность их различным заболеваниям.
- Угнетение роста различных сельскохозяйственных культур.
- Возникновение и обострение болезней дыхательной системы у человека.

Смог

- Впервые термин «смог» был использован в начале XX века. Он применялся для описания состояния воздуха в Лондоне, где из-за погодных особенностей и бурного развития промышленности в атмосфере образовывалась смесь дыма и тумана.
- Позже этот термин стали применять для характеристики задымленных или туманных условий, наблюдаемых в атмосфере.

«Лондонский смог»

- смог, связанный с загрязнением атмосферы копотью или дымом, содержащим диоксид серы.
- Более 40 лет назад в таких крупных промышленных городах как Лондон, Чикаго, Питсбург на электростанциях, теплоцентралях и заводах сжигалось огромное количество серосодержащего угля и нефти.
- Зимой эти города страдали от промышленного (или лондонского) смога. В воздухе городов накапливалось значительное количество оксидов серы, взвешенных капель серной кислоты и разнообразных взвешенных твердых частиц.
- В настоящее время в промышленно развитых странах достаточно серьезно развит контроль за выбросами пыли и SO₂, но эта проблема остается важной для Китая и некоторых стран восточной Европы.

«Лос-Анджелесский смог»

– смог, вызванный загрязнением воздуха выхлопными газами автомобилей, содержащими оксиды азота.

Для данного вида смога необходимой составной частью процесса его образования является протекание фотохимических реакций, поэтому его чаще называют *фотохимическим смогом*.

Фотохимическим смогом принято называть смесь некоторых первичных и вторичных загрязнителей в атмосфере, причем вторые образуются в основном, за счет фотохимических реакций.

Фотохимический смог характерен практически для всех современных городов, но наиболее часто он встречается в городах с большим количеством автомобилей и преобладанием в погоде солнечных дней, сухого и теплого климата. Явление фотохимического смога наблюдается в основном летом.

Главными продуктами фотохимических реакций являются :

- озон,
- альдегиды,
- NO₂,
- пироксиацетилнитраты (ПАН). $\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{OO} + \text{NO}_2 = \text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{OONO}_2$

Ничтожные количества этих веществ вызывает у людей раздражение слизистых оболочек глаз и дыхательных путей.