

Karol I.L., Kiselev A.A., Frolkis V.A.

A.I.Voejkov Main Geophysical Observatory, St.Petersburg, Russia

**Statistical analysis of the photochemical modeling results
of the atmospheric composition changes
(atmospheric ozone in particular)**

2006, 1 - 8 July, Tomsk

Модельный расчет для 1995 г. интегрального потока (в Вт/м²)

нисходящего на 0 км	радиационного Форсинга	восходящего на 50 км	эффективного на 0 км	эффективного на 50 км
463.9903	1.3612	336.43	77.95	1.8926
и его изменения (в %) к 2100 г.				
0.69%	656.04%	1.73%	4.60%	303.81%

Модельный расчет для 1995 г. интегрального содержания

O ₃ (D.E.) в тропосфере	O ₃ (D.E.) в стратосфере	Clx (мол/см ²) в стратосфере	ОН (мол/см ²) в тропосфере	ОН (мол/см ²) в стратосфере
39.42	326.28	3.967E+15	1.266E+12	1.47E+13
и его изменения (в %) к 2100 г.				
70.85%	7.28%	57.44%	14.00%	16.71%

Модельный расчет для 1995 г. температуры (К) на уровне

30 км	42 км
226.65	251.61
и ее изменения (в %) к 2100 г.	
2.41%	3.53%

Цель работы

Получение статистической оценки точности модельных расчетов концентраций газовых компонент атмосферного воздуха и радиационных потоков

Источник ошибок

Неточности и ошибки в задании параметров радиационных и фотохимических моделей

Уточнение цели

Оценить ошибку вычисления концентраций газовых компонент воздуха и радиационных потоков, обусловленную неточностью задания антропогенных и естественных газовых выбросов

Модель:

Моделирование радиационных потоков, притоков тепла и химического состава атмосферы осуществляется на основе нестационарной одномерной радиационно-конвективной фотохимической модели, в которой рассчитываются вертикальные профили 44 компонент атмосферного воздуха в слое 0-50 км на основе 141 газофазной реакции между соединениями кислорода, водорода, азота, углерода, хлора и брома. Профиль H_2O вычисляется только в стратосфере.

Потоки длинноволновой радиации вычисляются в двухпоточковом приближении для 17 спектральных интервалов (4,43-1000 мкм), в которых учитываются H_2O , CO_2 , O_3 , CH_4 , N_2O , ХФУ-11,-12,-113,-114,-115,-22,-123,-124,-141b, CCl_4 и CH_3CCl_3 .

Коротковолновый интервал спектра разбивается на три диапазона: ультрафиолетовый (0,1975 - 0,3125 мкм), видимый (0,3125 - 0,750 мкм) и ближний инфракрасный (0,75 - 4 мкм). Ультрафиолетовый диапазон состоит из 11 спектральных интервалов (O_2 , O_3 , NO_2). Видимый диапазон разделяется на 2 спектральных интервала (O_3 , NO_2). Ближний инфракрасный диапазон содержит 12 спектральных интервалов (H_2O , CO_2 , CH_4 , N_2O). Потоки коротковолновой радиации вычисляются на основе двухпоточкового метода дельта-Эддингтона.

Моделирование ошибки объема выбросов:

Предполагается:

- 1) ошибка оценки объема выброса каждой компоненты является случайной величиной, распределенной по нормальному закону со средним равным наблюдаемому (или прогнозируемому) значению выброса и средним квадратичным отклонением равным 20% ошибке наблюдаемого значения;
- 2) ошибки величины объема выбросов различных компонент статистически независимы;
- 3) ошибки величины объема выбросов в различные моменты времени статистически независимы.

Два типа численных экспериментов:

Рассматривается эволюция газового состава атмосферы на основе прогноза по сценарию A2 из IPCC-2001 и SRES.

Вычисляется эволюция газового состава атмосферы вплоть до 1995 г., затем:

- I) выбросы замораживаются, включаются случайные возмущения значений замороженной эмиссии и расчеты по модели ведутся 1000 лет (модель выходит на стационарный режим);
- II) включаются случайные возмущения значений эмиссии и модель эволюционирует в соответствии со сценарием A2 до 2100 г.

Эксперимент типа I повторяется 10 раз, а типа II – 30 раз.

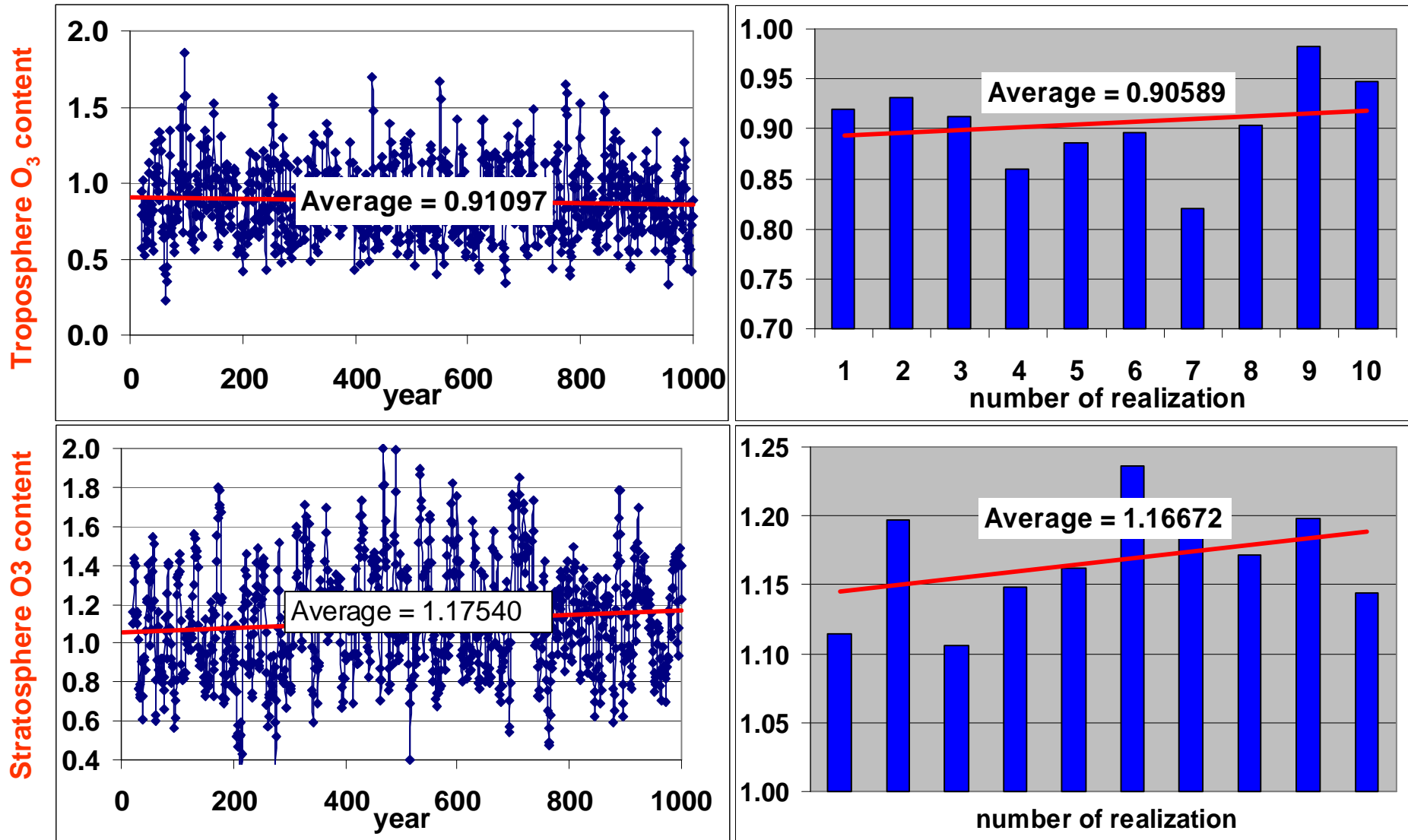
Из полученных временных рядов удаляется тренд и вычисляется дисперсия.

Pollutant emissions of **all gases** fluctuate relatively 1995 level

Ensemble average

Time average

Standard deviation (DE) of



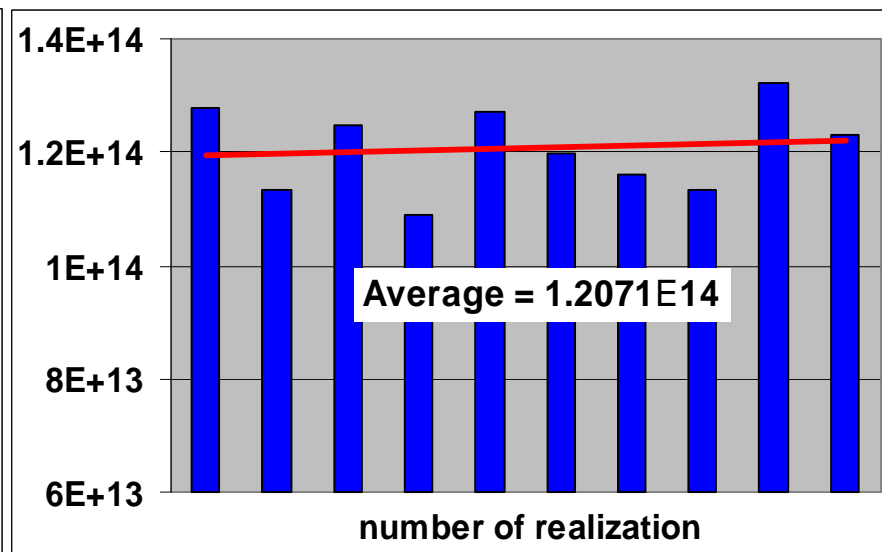
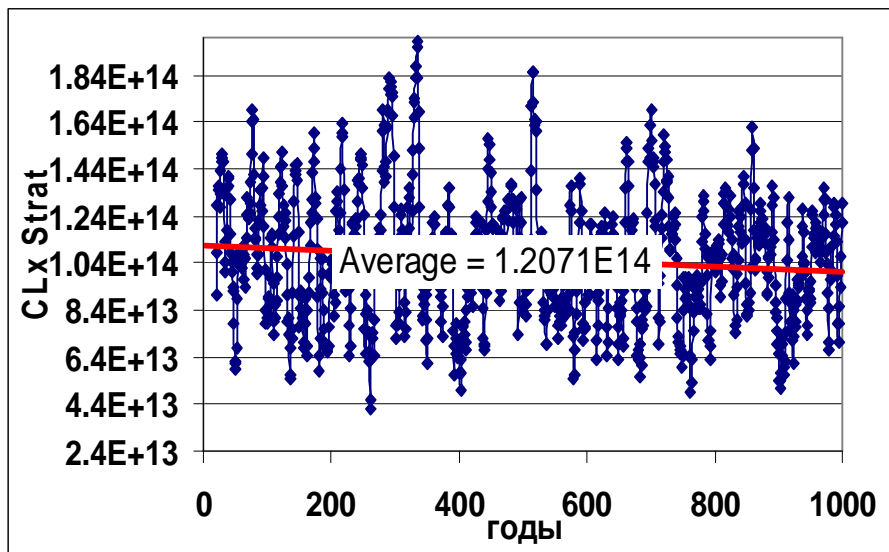
Pollutant emissions of **all gases** fluctuate relatively 1995 level

Ensemble average

Time average

Standard deviation (mol/cm^2) of

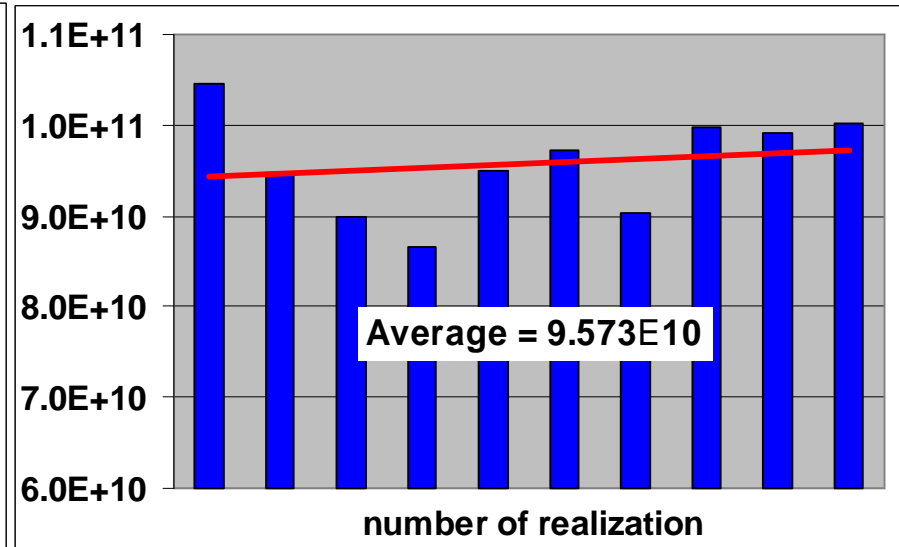
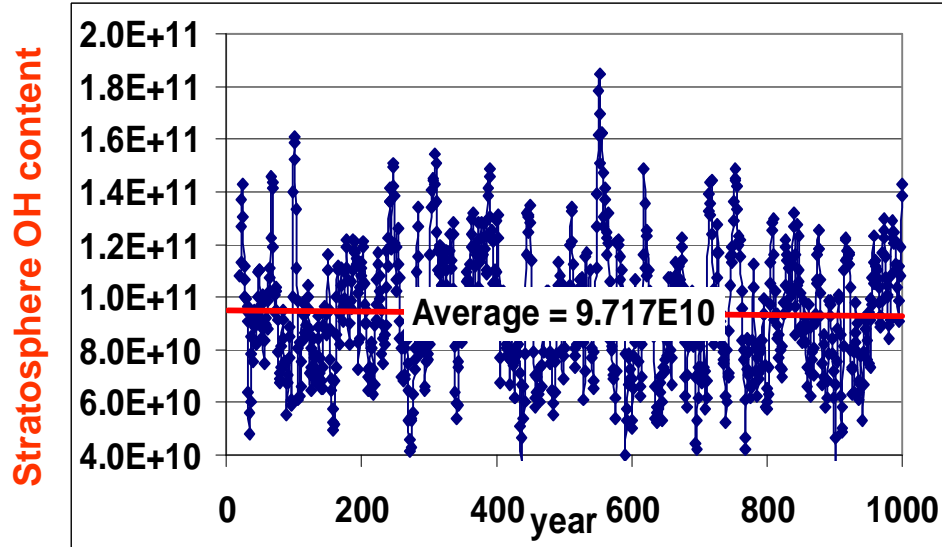
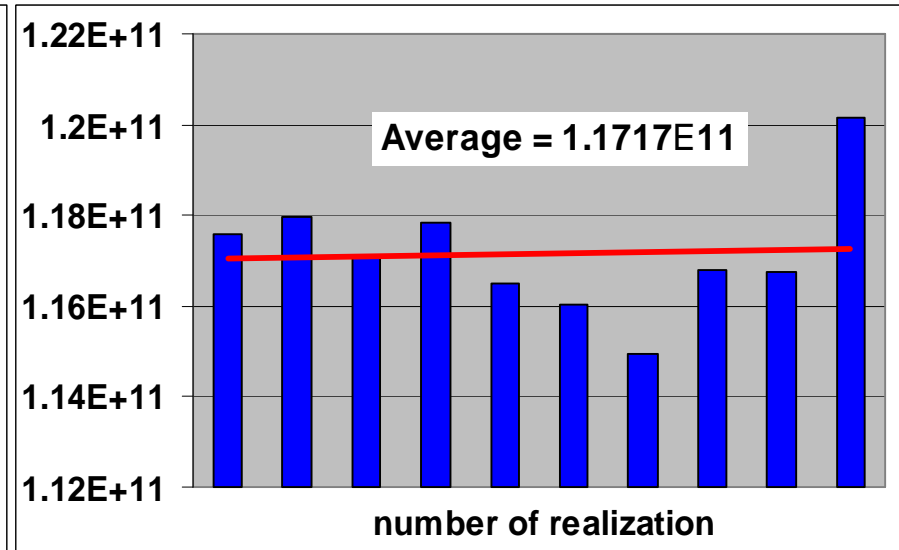
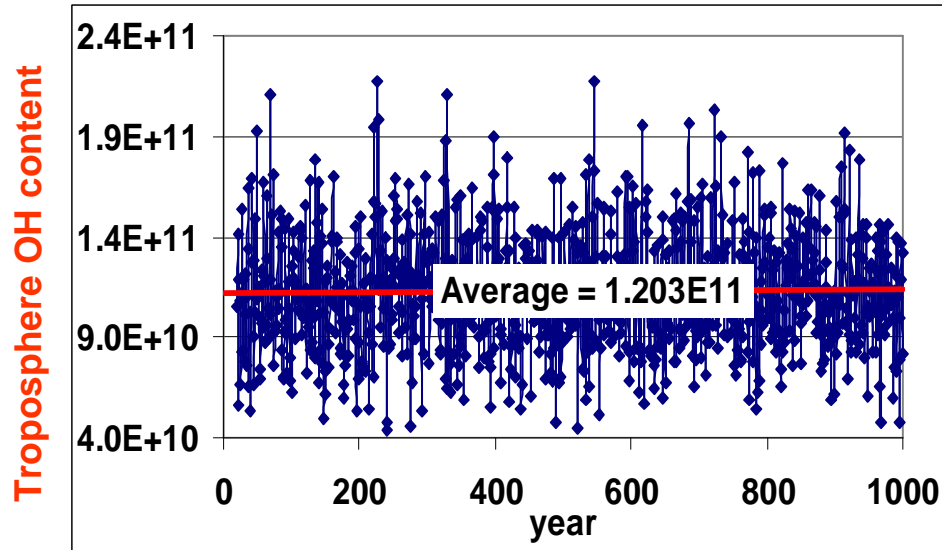
Stratosphere Cl_x content



Pollutant emissions of **all gases** fluctuate relatively 1995 level
Ensemble average

Time average

Standard deviation (mol/cm^2) of

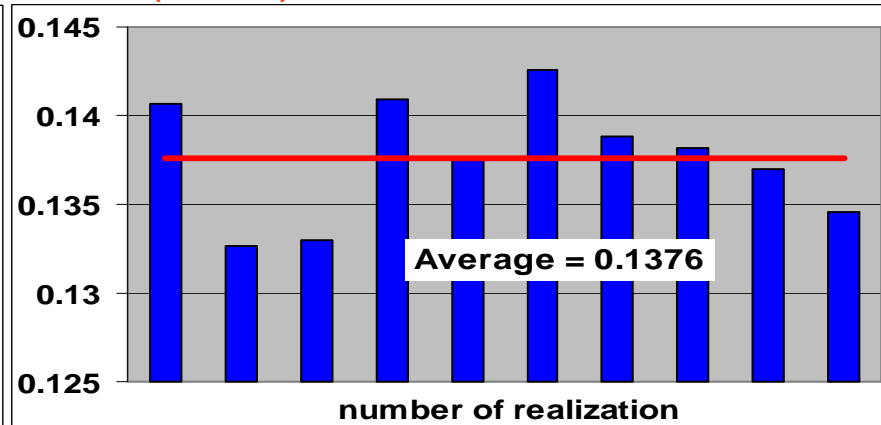
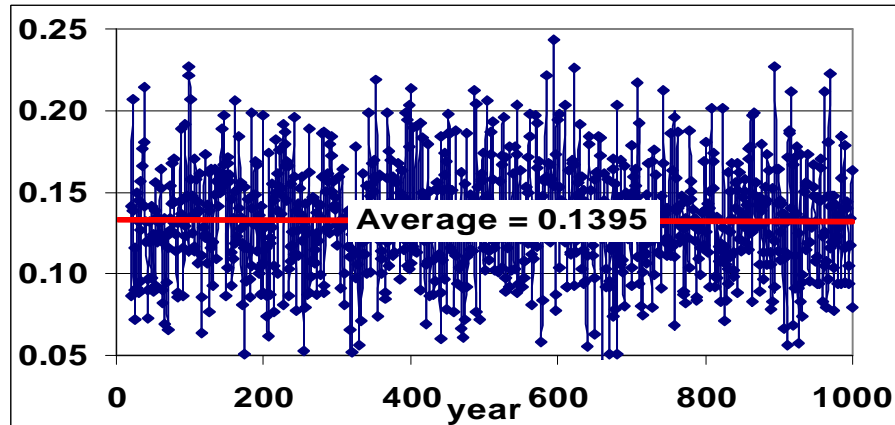


Pollutant emissions of **all gases** fluctuate relatively 1995 level
Ensemble average

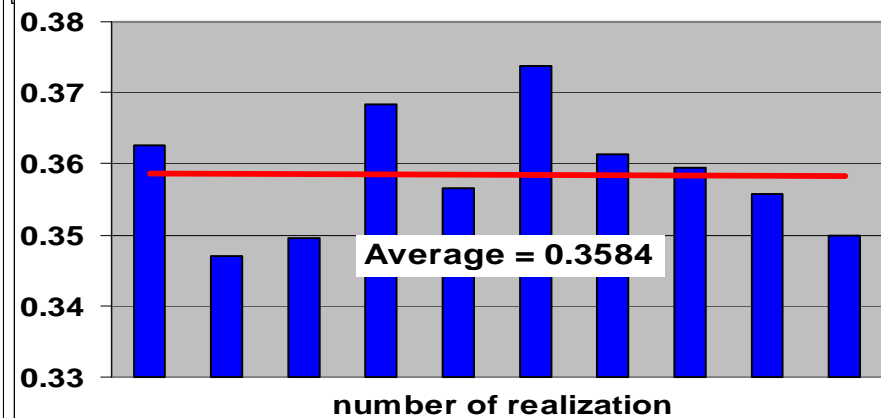
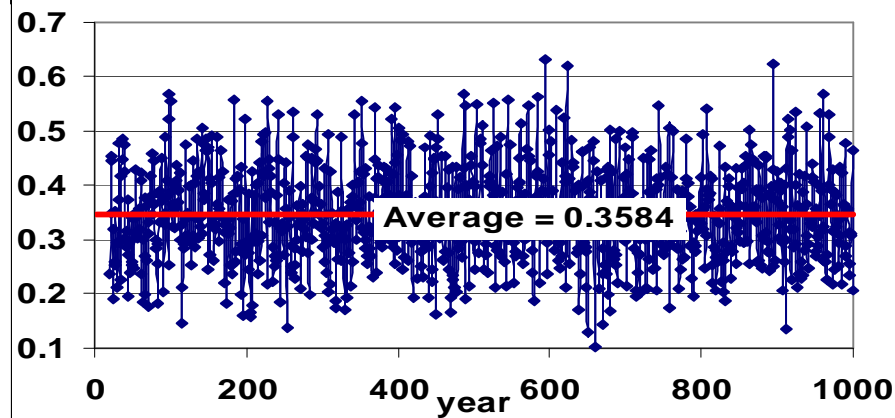
Standard deviation (W/m^2) of

Time average

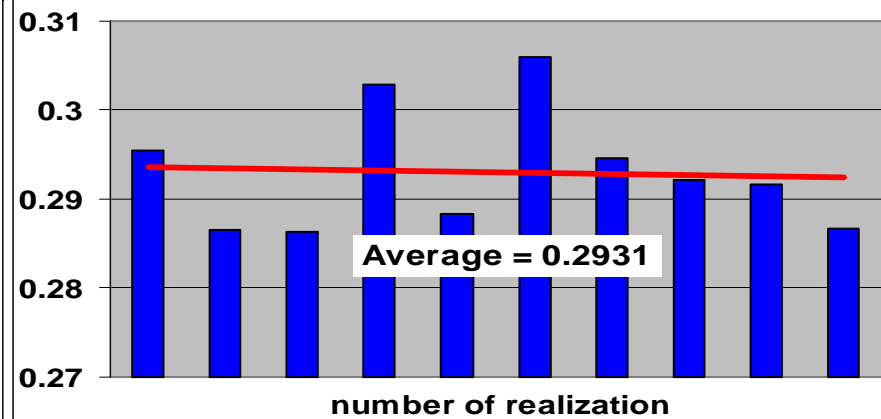
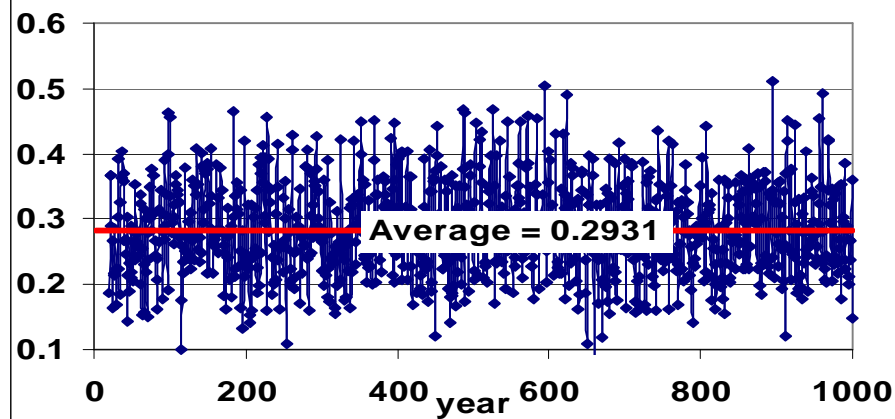
Down summary surface flux



Radiative Forcing

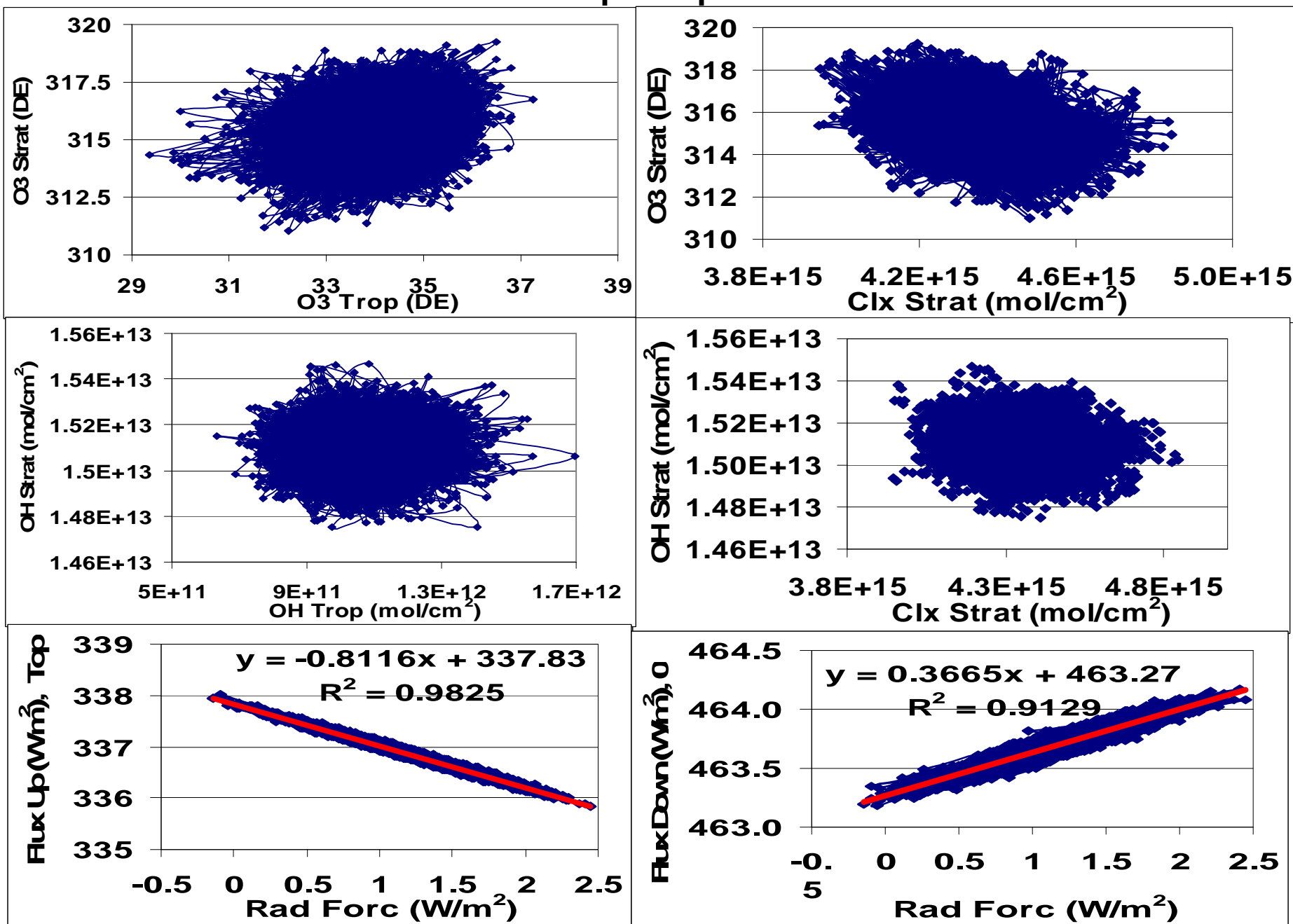


Up summary top flux



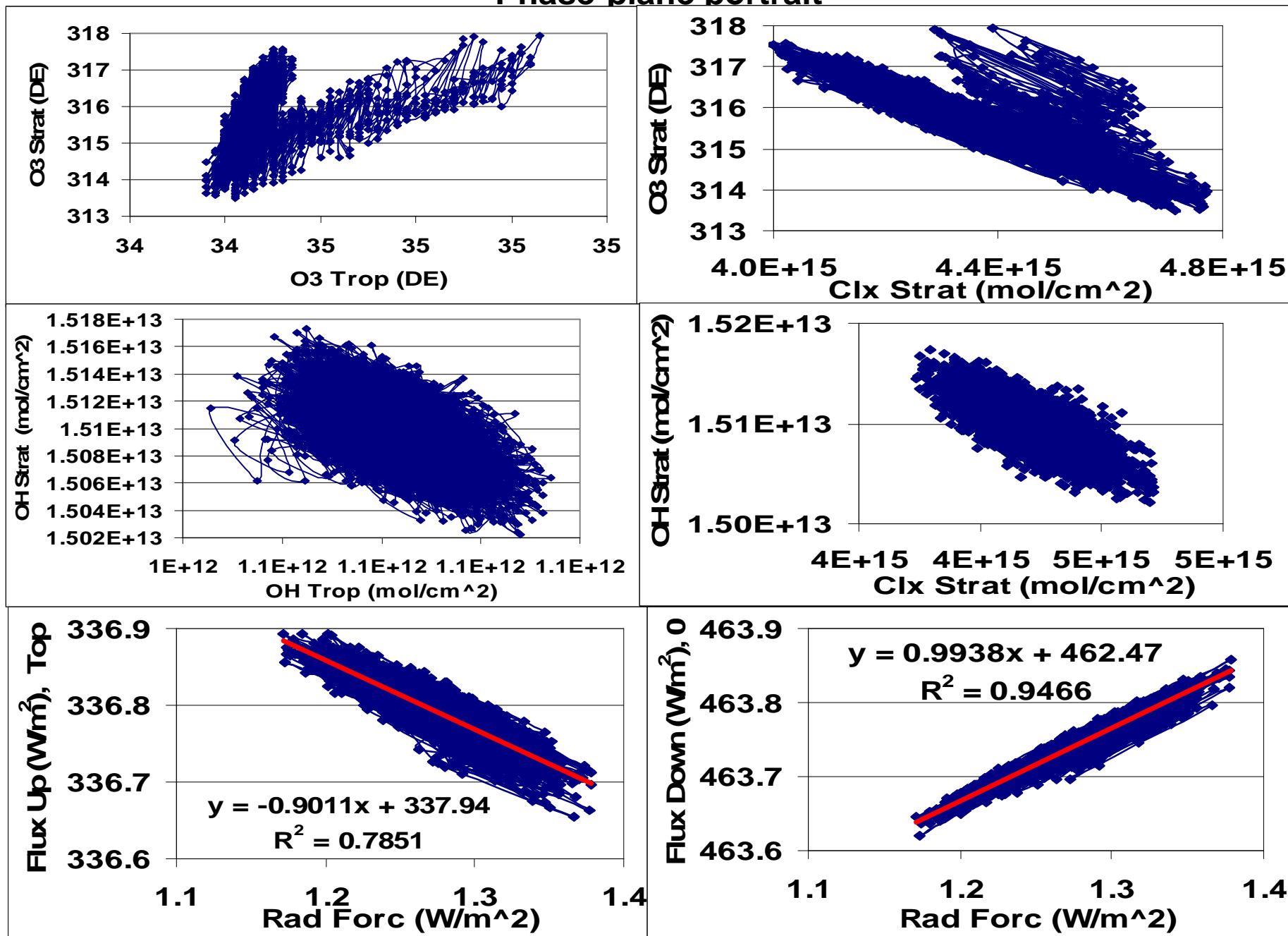
Pollutant emissions of **all gases** fluctuate relatively 1995 level

Phase-plane portrait



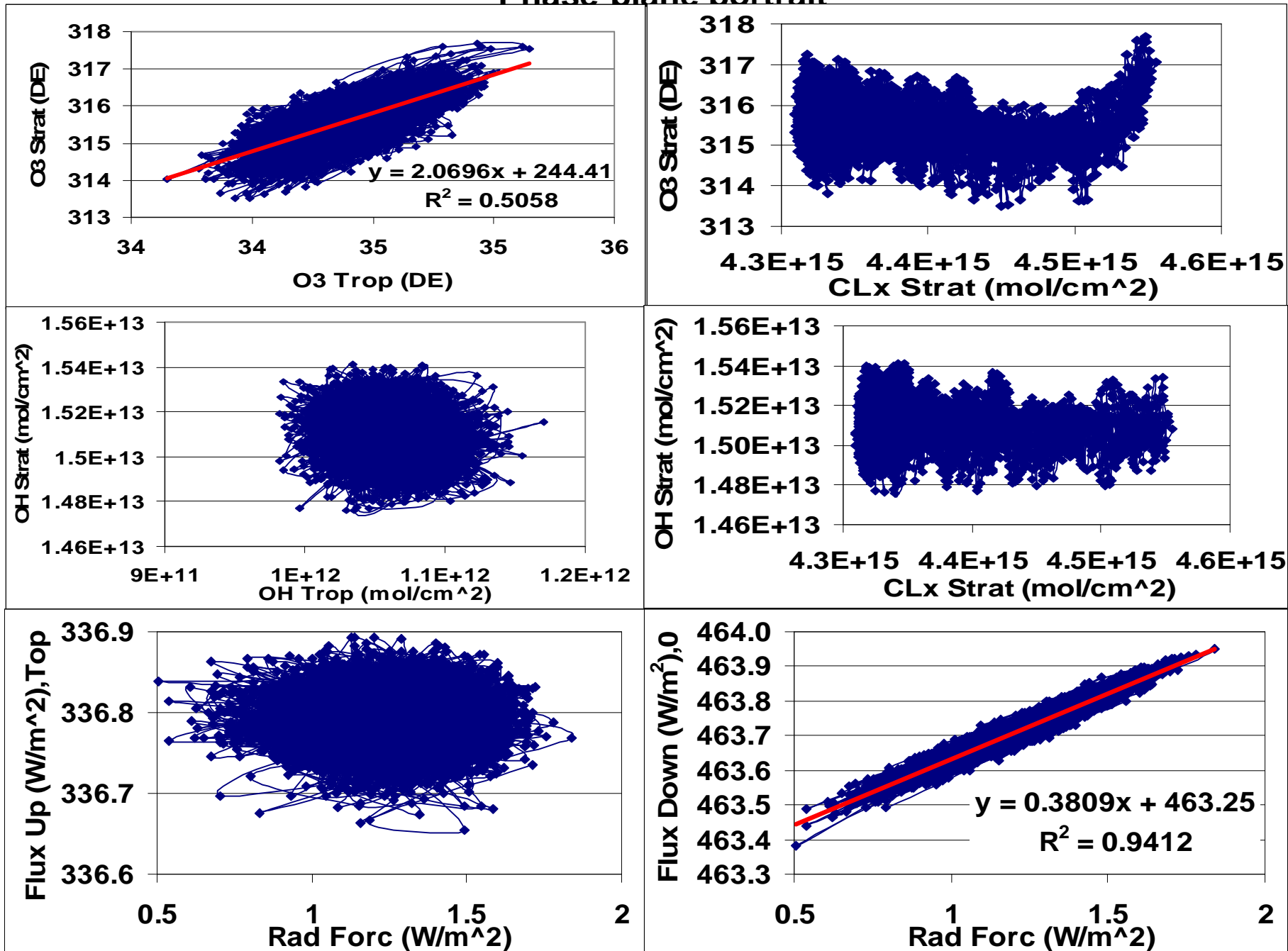
Pollutant emissions of all CFC fluctuate relatively 1995 level

Phase-plane portrait



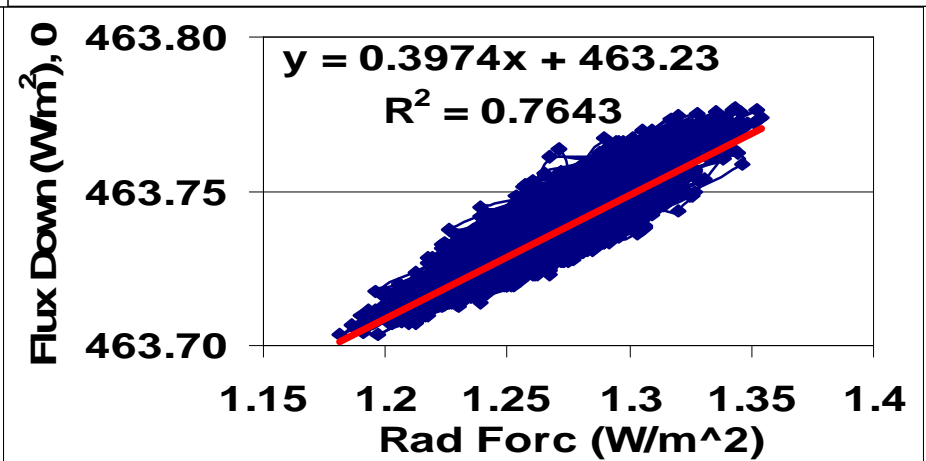
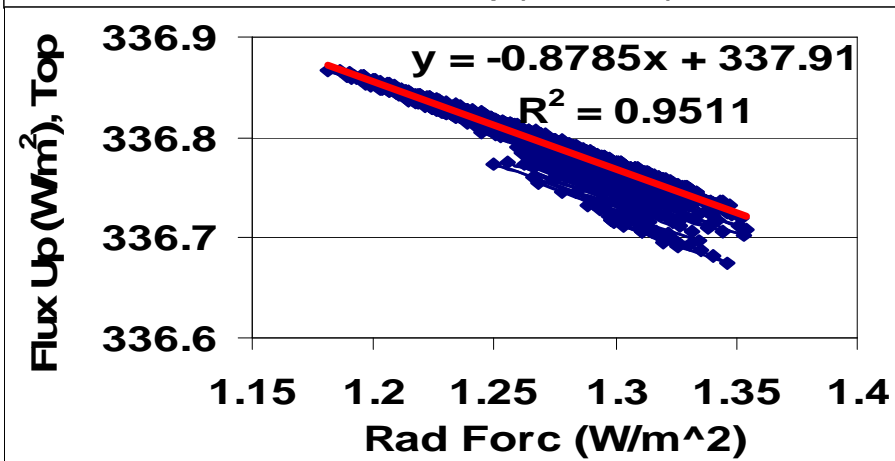
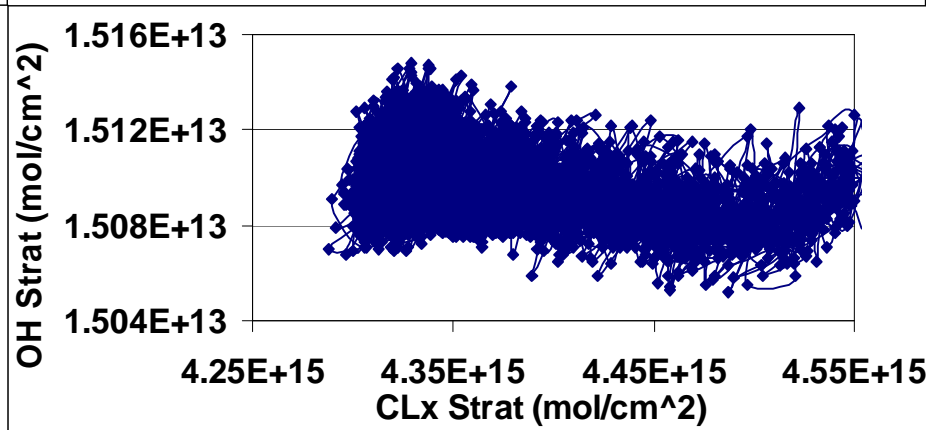
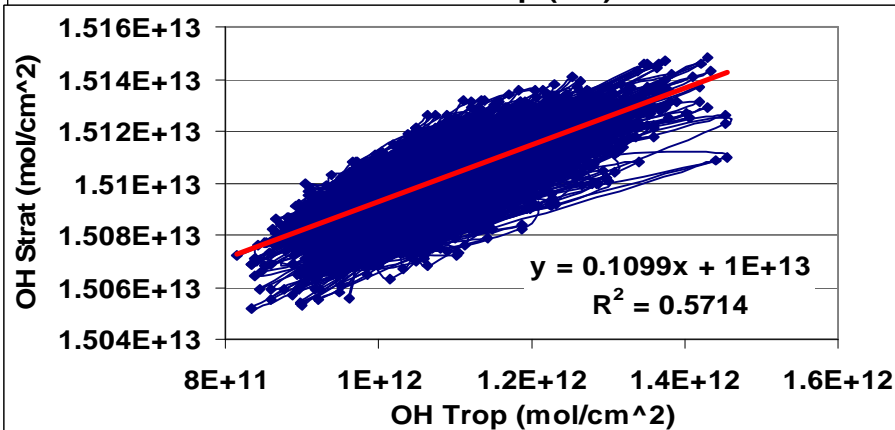
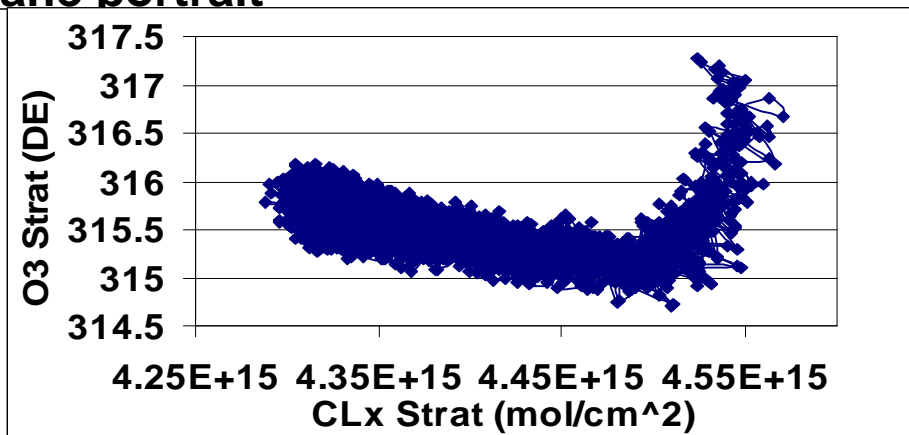
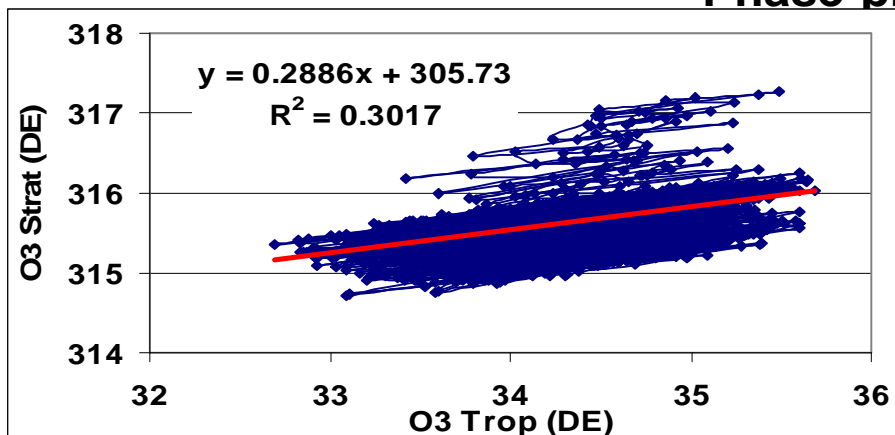
Pollutant emissions of CH_4 fluctuate relatively 1995 level

Phase-plane portrait



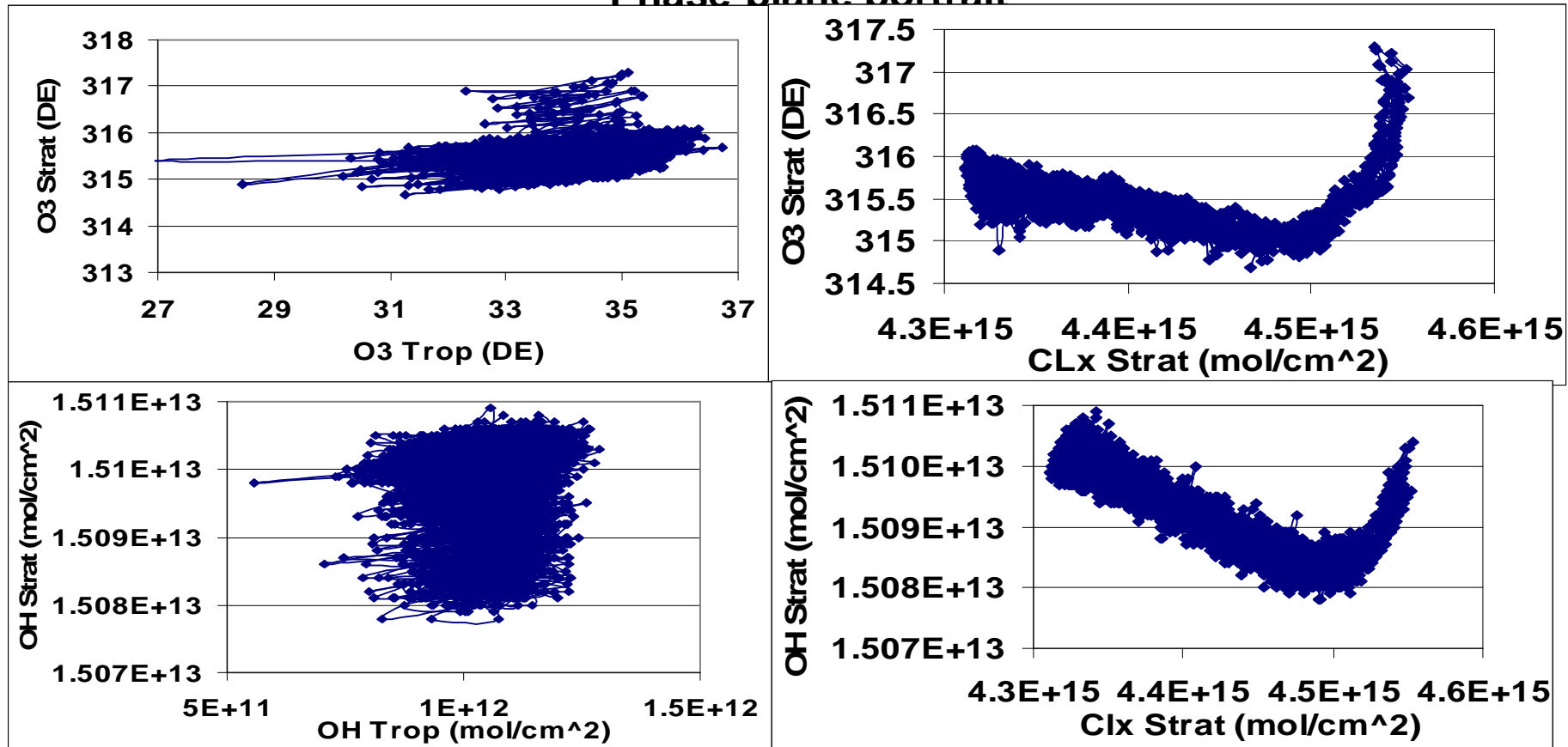
Pollutant emissions of CO fluctuate relatively 1995 level

Phase-plane portrait



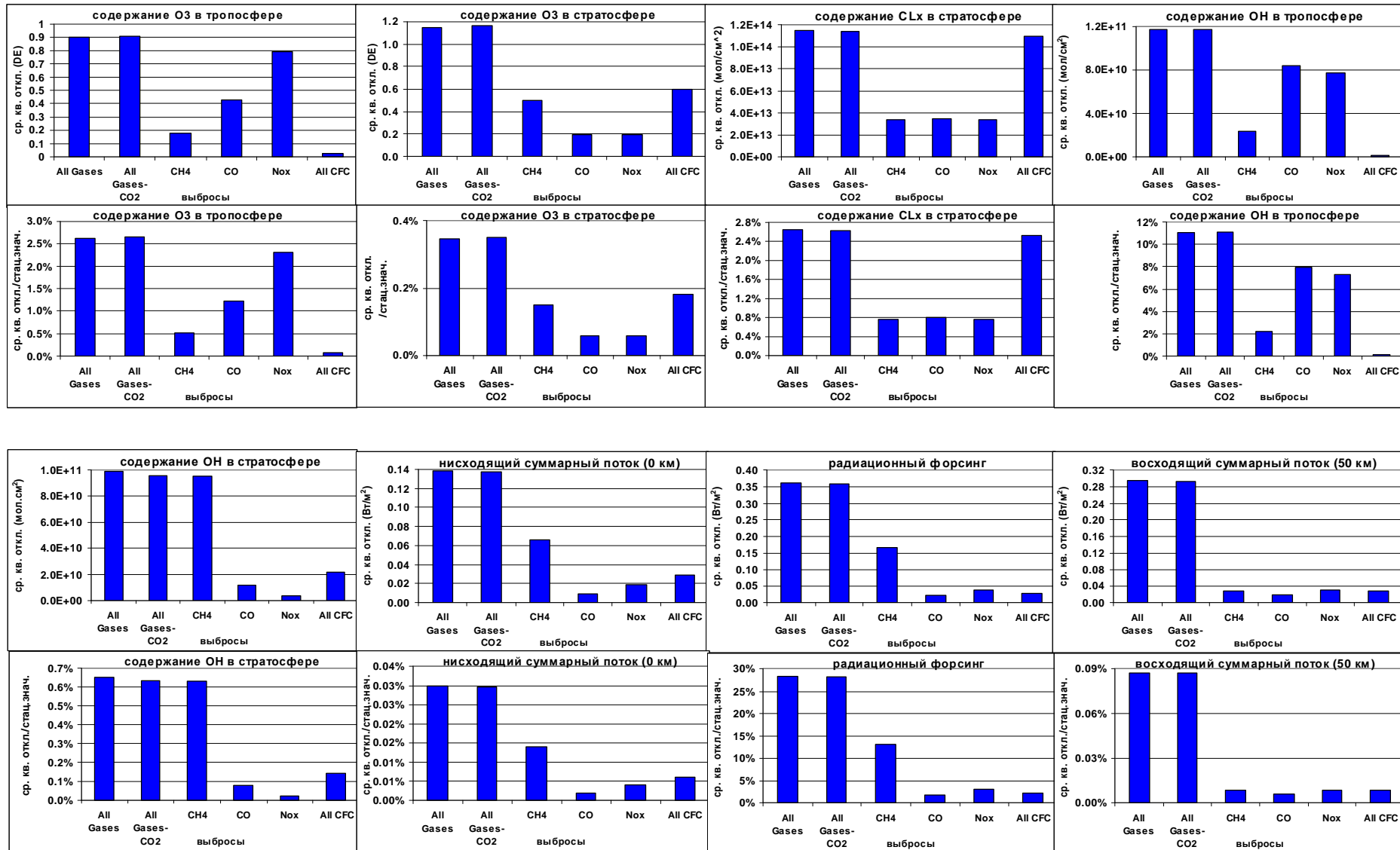
Pollutant emissions of **NO_x** fluctuate relatively 1995 level

Phase-plane portrait



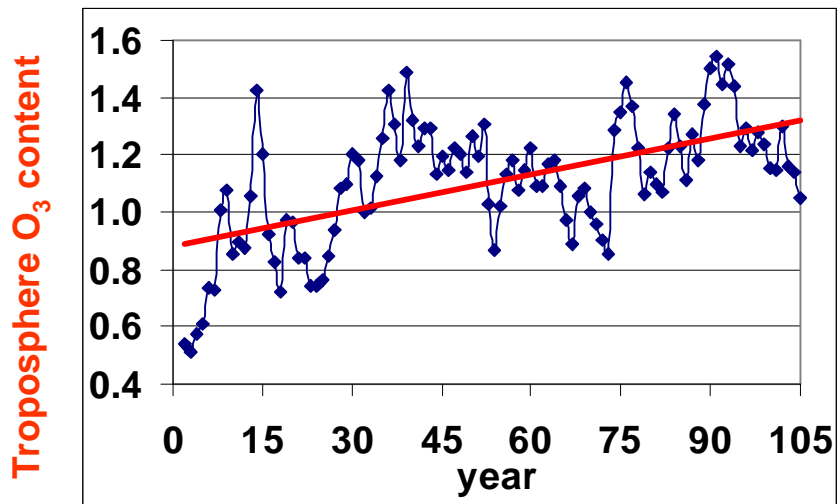
Fluctuate relatively 1995 level

Standard deviation

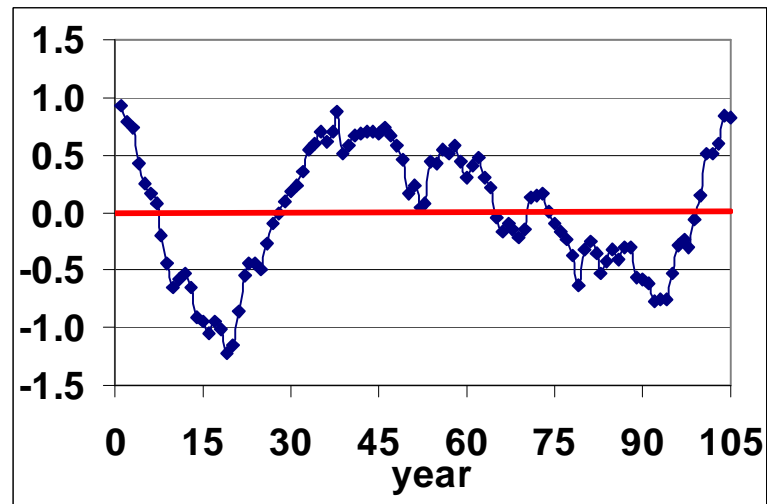


Pollutant emissions of all gases fluctuate during 1995 – 2100
Ensemble average

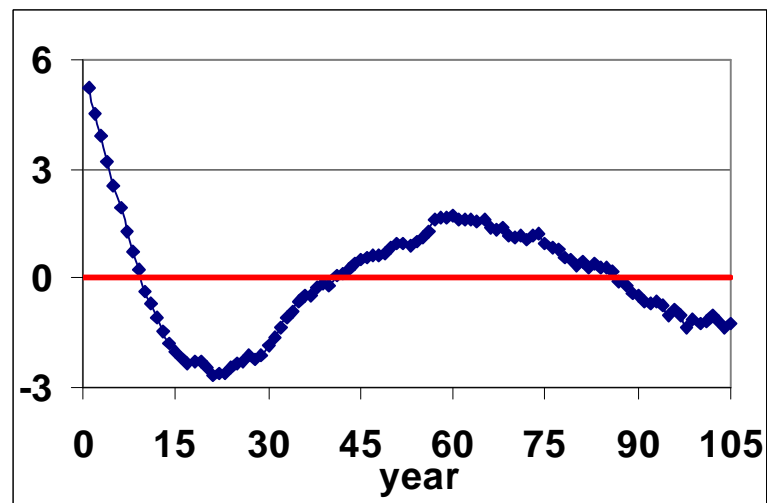
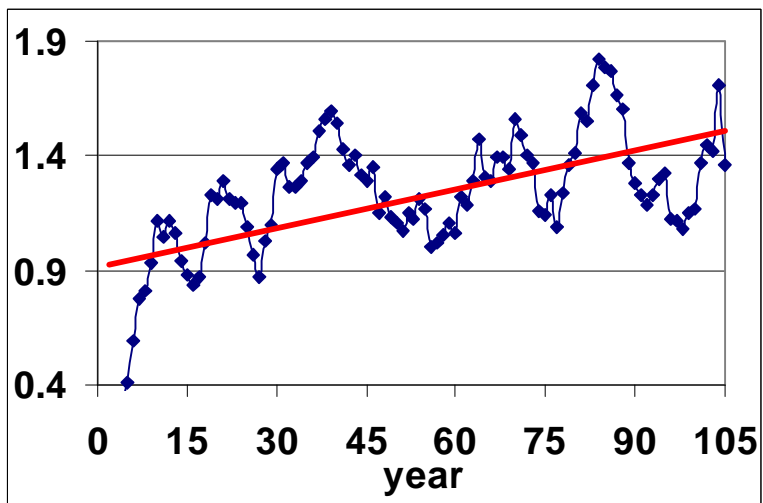
Standard deviation (DE)



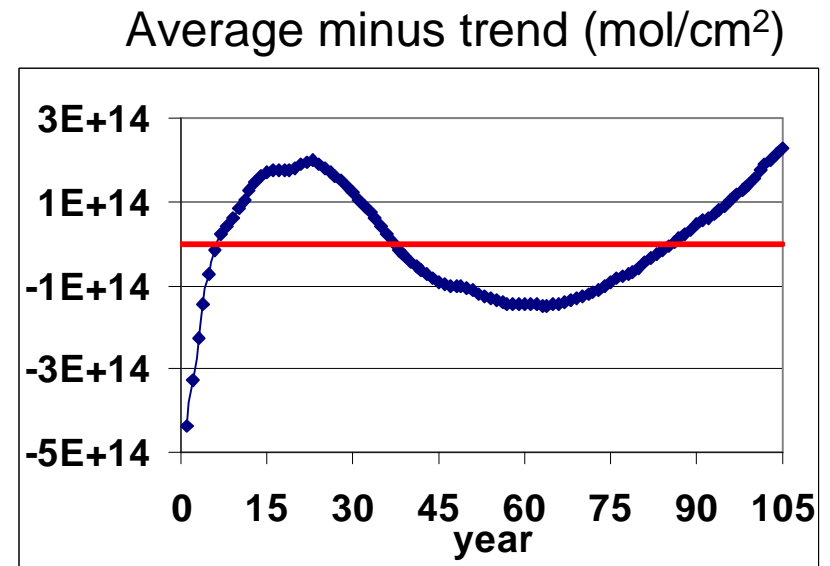
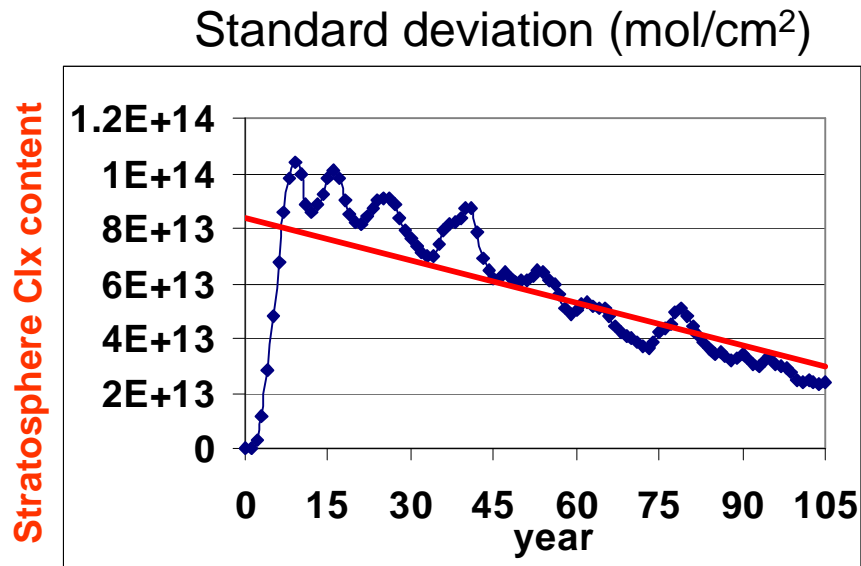
Average minus trend (DE)



Stratosphere O3 content



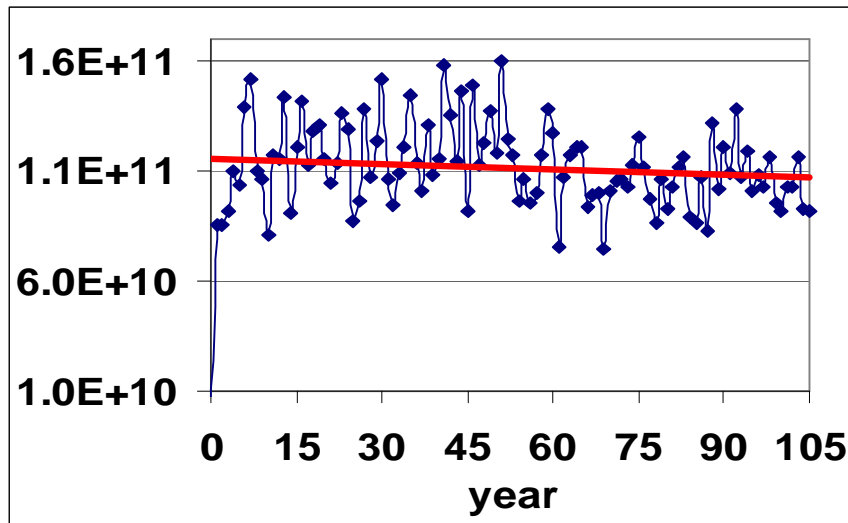
Pollutant emissions of all gases fluctuate during 1995 – 2100
Ensemble average



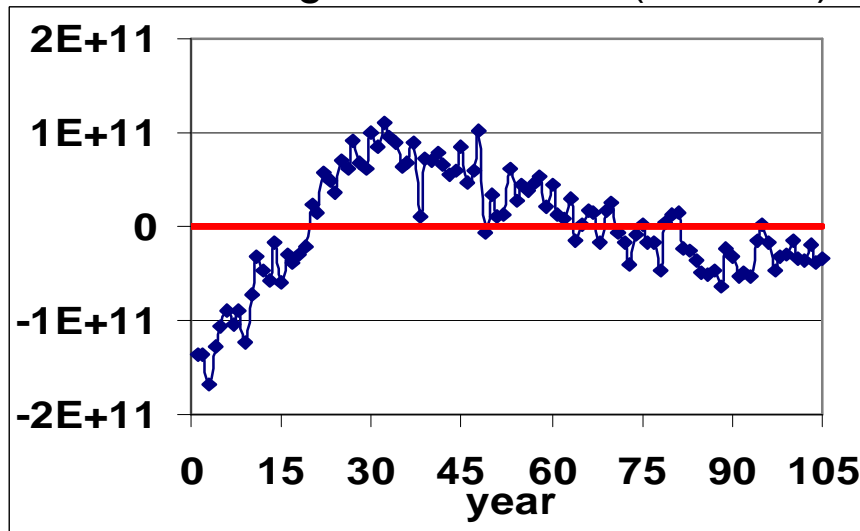
Pollutant emissions of **all gases** fluctuate during 1995 – 2100
Ensemble average

Standard deviation (mol/cm²)

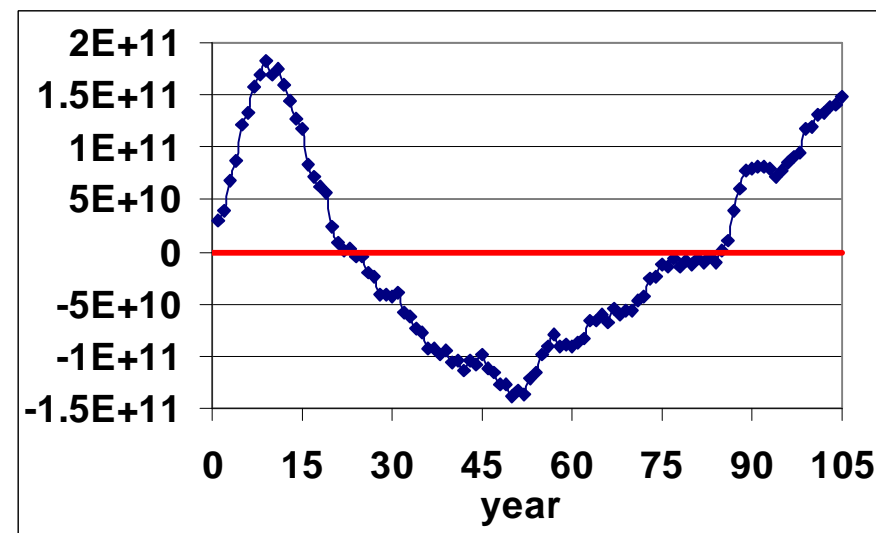
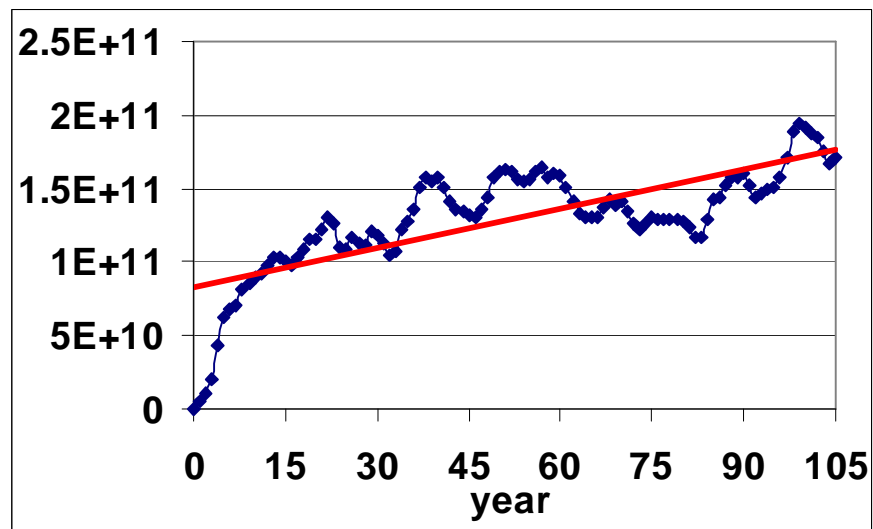
Troposphere OH content



Average minus trend (mol/cm²)



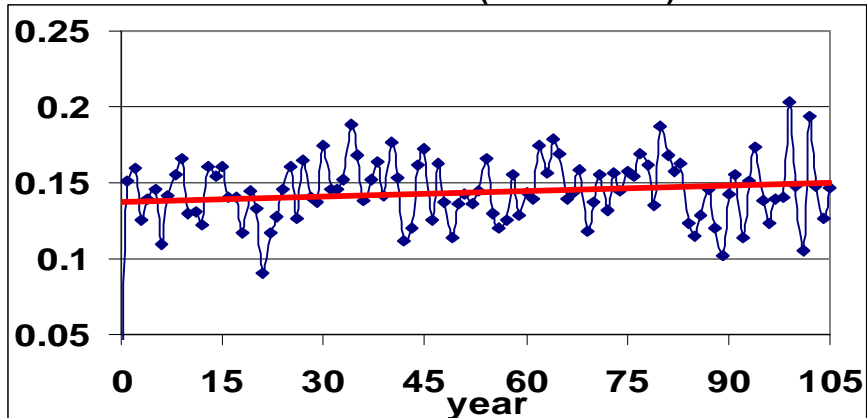
Stratosphere OH content



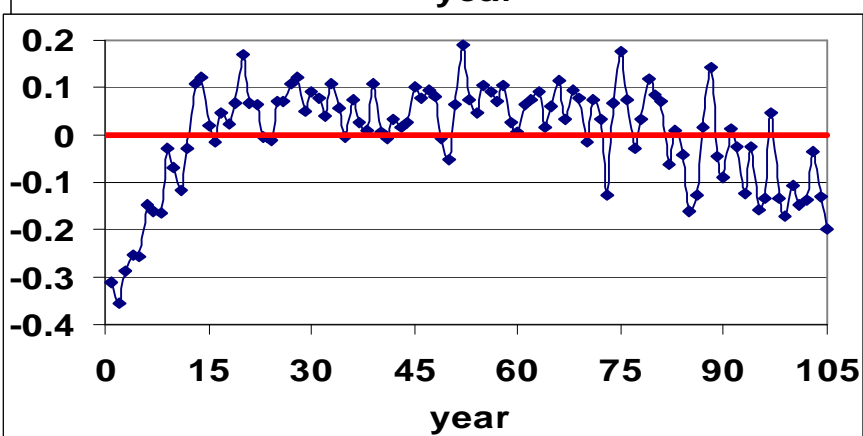
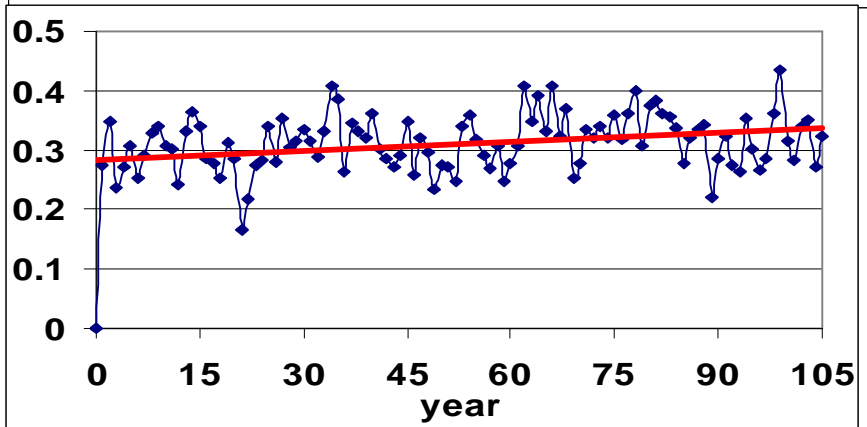
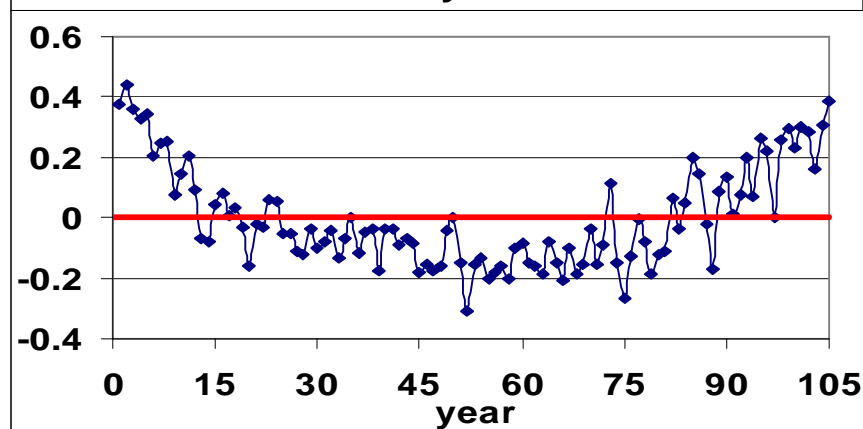
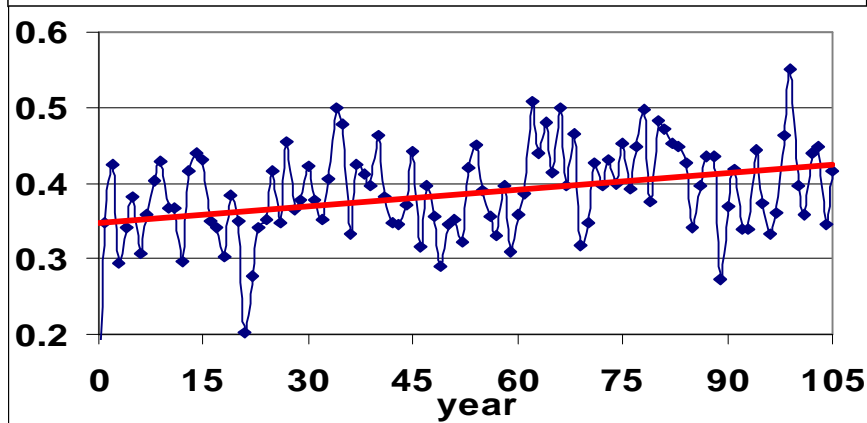
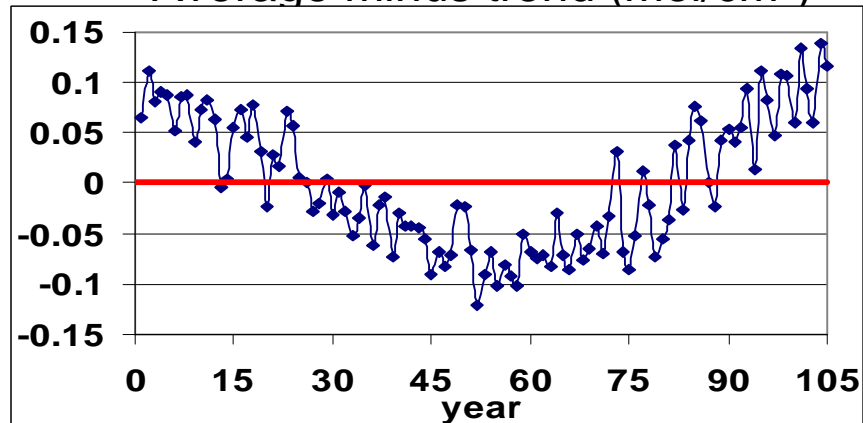
Pollutant emissions of all gases fluctuate during 1995 – 2100
Ensemble average

Down summary surface flux
Radiative Forcing
Up summary top flux

Standard deviation (mol/cm²)

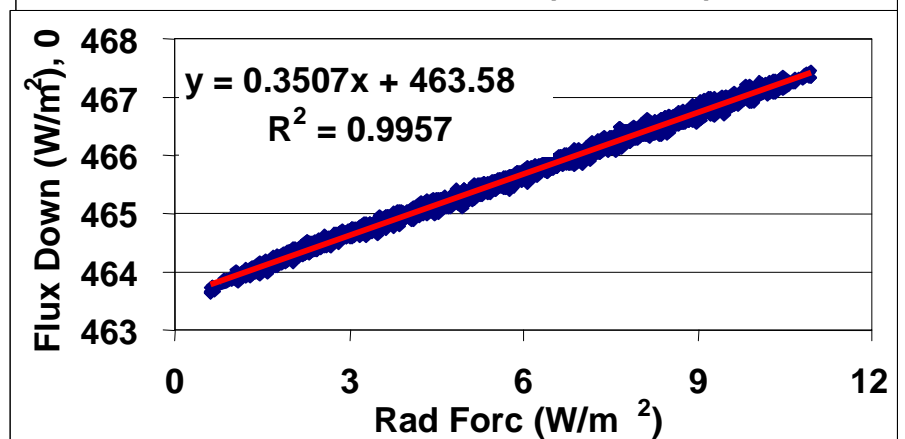
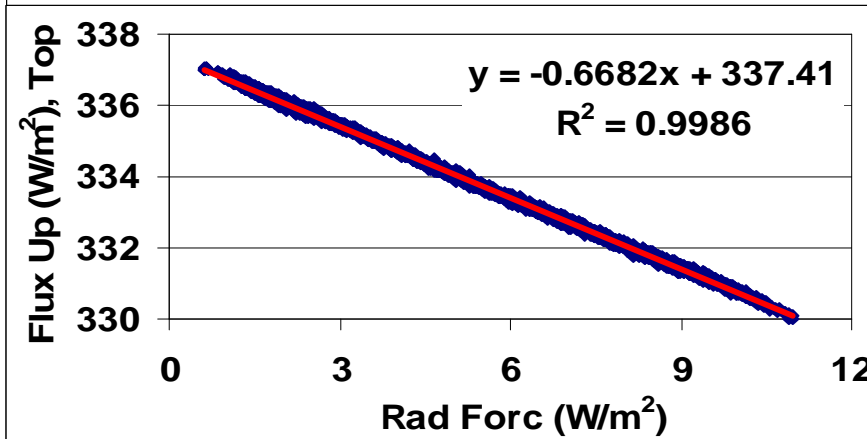
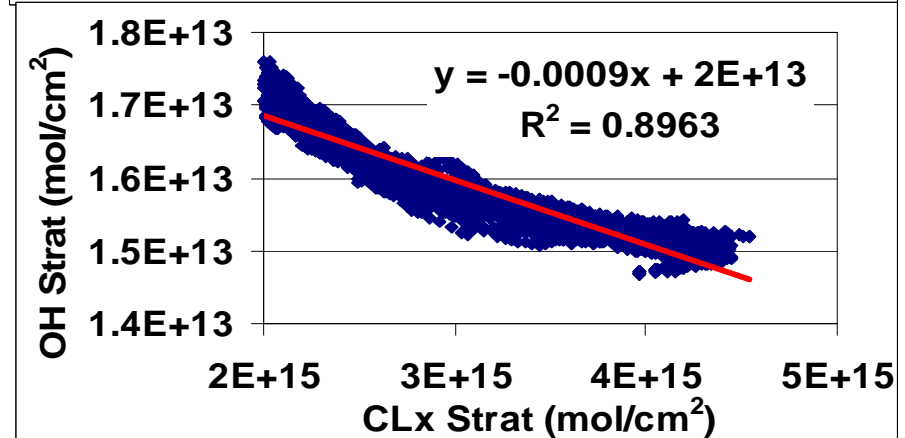
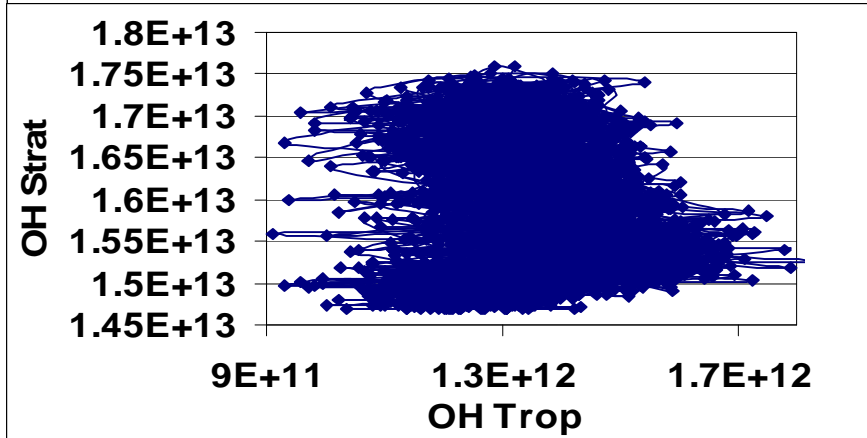
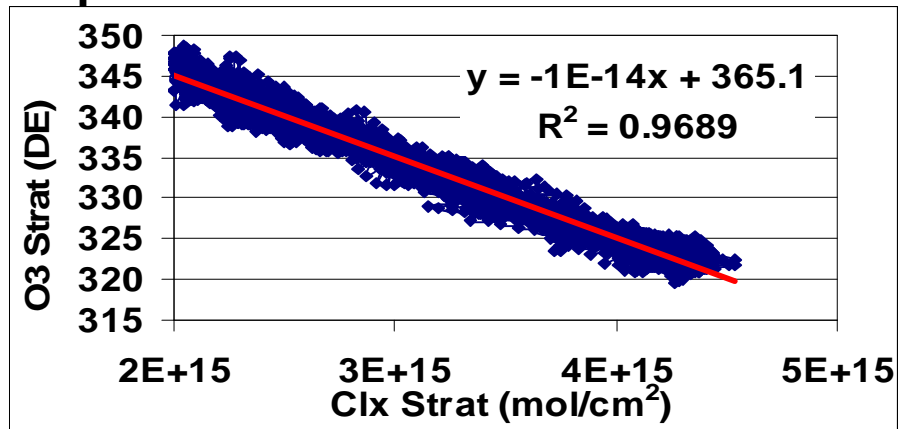
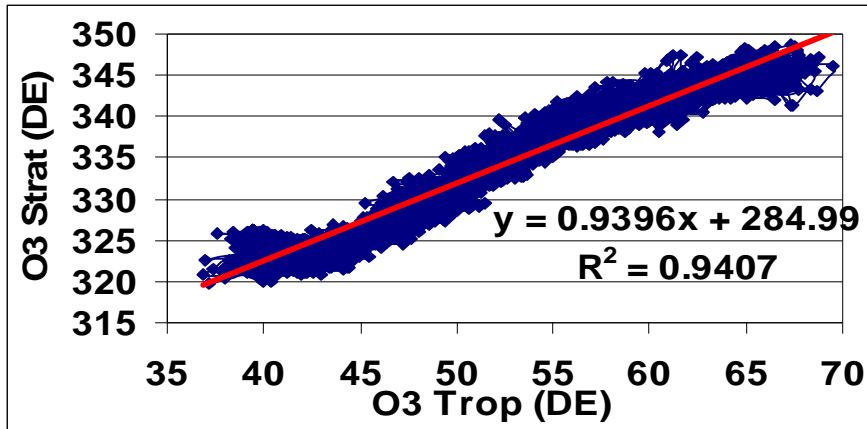


Average minus trend (mol/cm²)



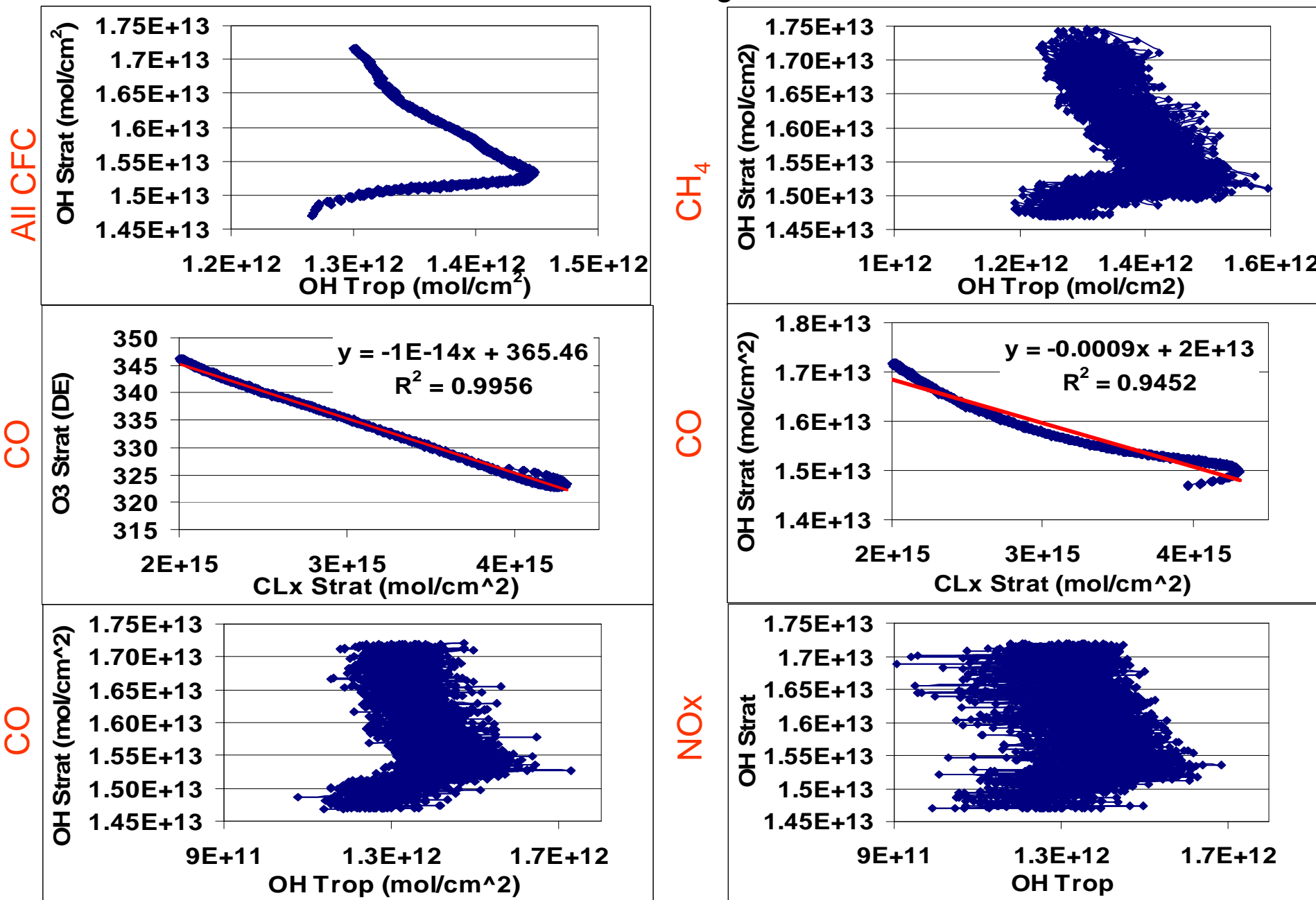
Pollutant emissions of all **gases** fluctuate during 1995 – 2100

Phase-plane portrait



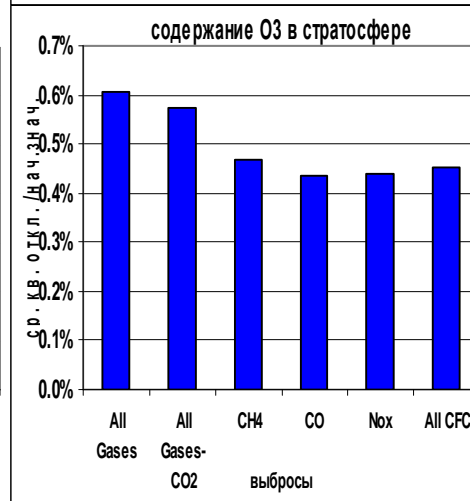
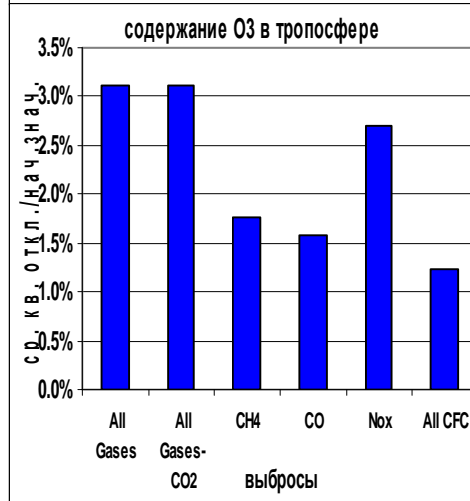
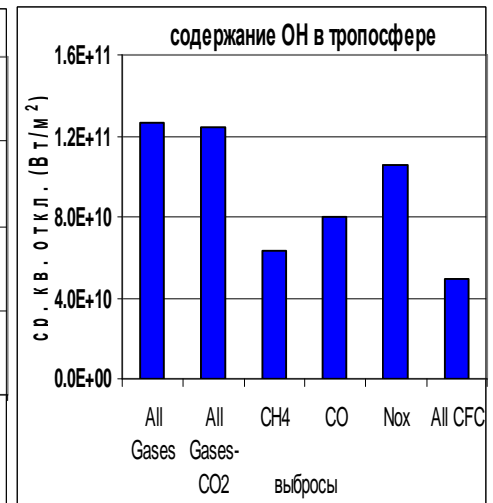
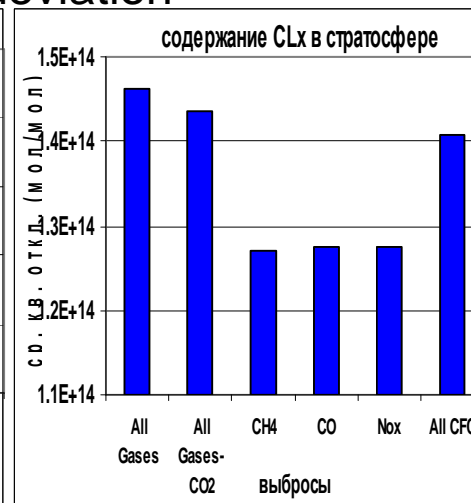
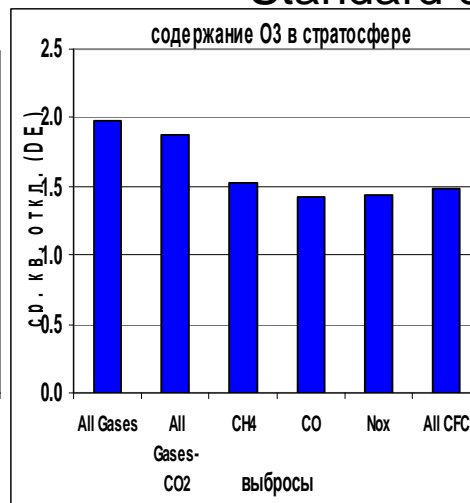
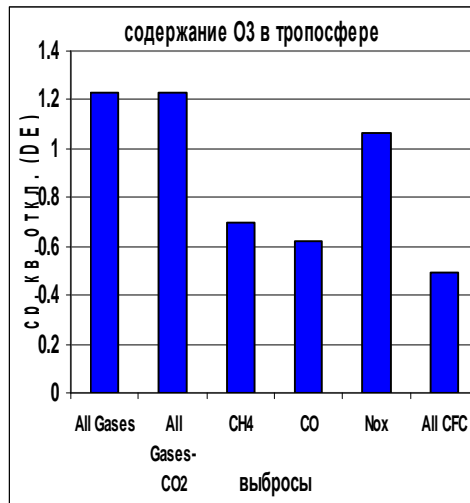
Phase-plane portrait

Pollutant emissions fluctuate during 1995 – 2100



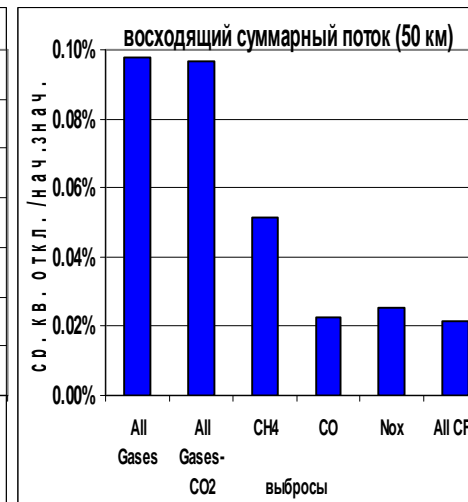
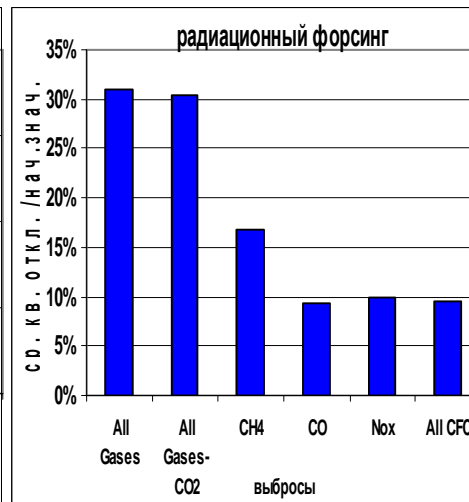
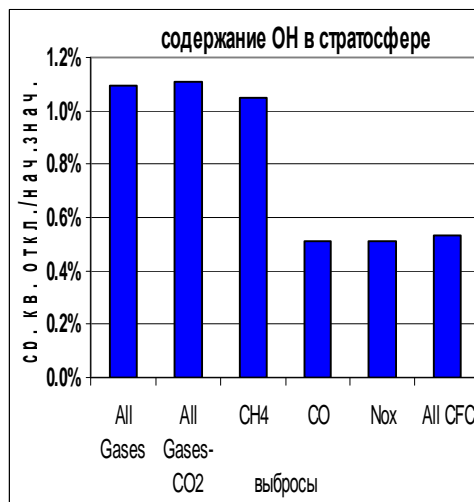
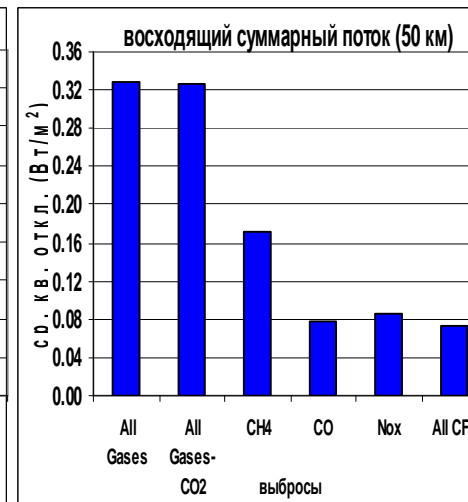
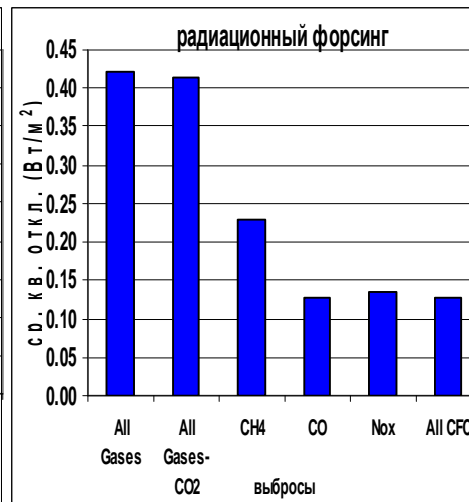
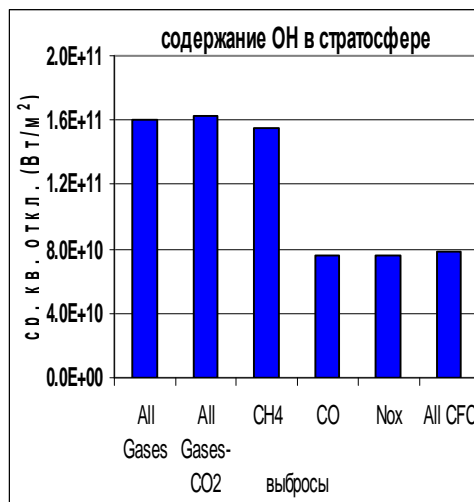
Fluctuate during 1995 - 2100

Standard deviation



Fluctuate during 1995 - 2100

Standard deviation



Модельный расчет для 1995 г. интегрального потока (в Вт/м²)

нисходящего на 0 км	радиационного Форсинга	восходящего на 50 км	эффективного на 0 км	эффективного на 50 км
463.9903	1.3612	336.43	77.95	1.8926
и его изменения (в %) к 2100 г.				
0.69% 0.04%	656.04% 30%	1.73% 0.10%	4.60%	303.81%

Модельный расчет для 1995 г. интегрального содержания

O ₃ (D.E.) в тропосфере	O ₃ (D.E.) в стратосфере	Clx (мол/см ²) в стратосфере	ОН (мол/см ²) в тропосфере	ОН (мол/см ²) в стратосфере
39.42	326.28	3.967E+15	1.266E+12	1.47E+13
и его изменения (в %) к 2100 г.				
70.85% 3.5%	7.28% 0.70%	57.44% 3.8%	14.00% 12%	16.71% 1.2%