

Изменение озоносферы

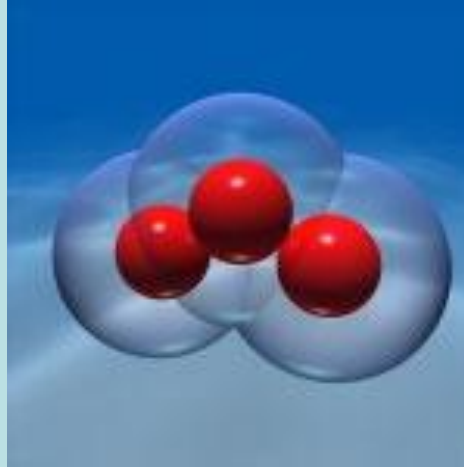
Содержание

1. Открытие озона
2. Измерение озона
3. Географические и сезонные особенности распределения озона
4. Природные и антропогенные факторы изменения озоносферы. Озонные дыры
5. Монреальский протокол

Открытие озона

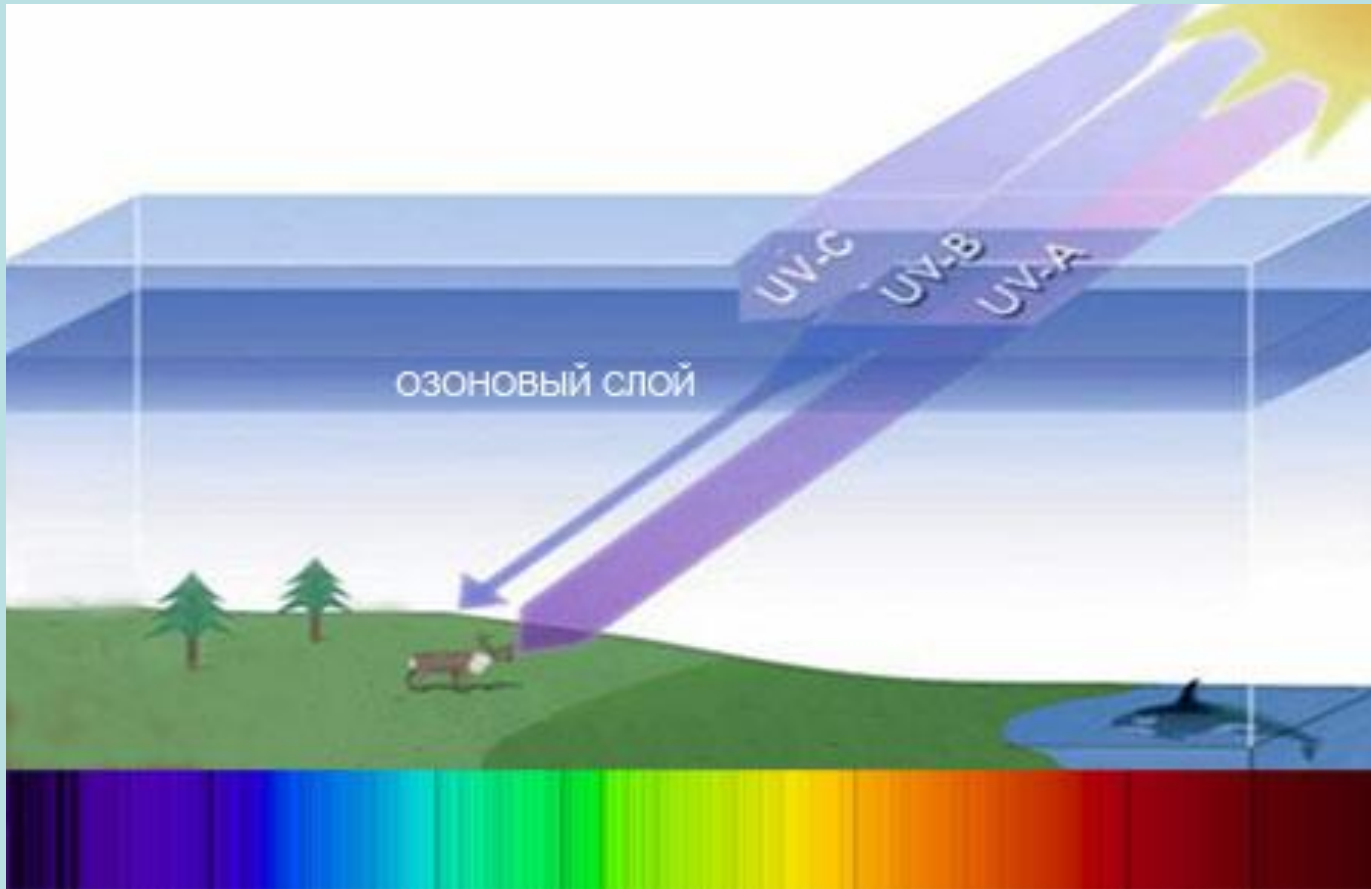


**Мартин Ван Марум,
(1750 - 1837),
нидерландский физик и
ботаник.
Открыл озон в 1785 г.**



**Кристиан Фридрих Шёнбейн,
(1799 – 1868),
немецкий химик.
Открыл озон около 1840 г.**

Поглощение озоном УФ-излучения



Область УФ-излучения (UV) охватывает диапазон 100–400 нм и разделяется на три диапазона:

A (UVA) 315–400 нм;

B (UVB) 280–315 нм;

C (UVC) 100–280 нм.

Сеть станций наблюдений за атмосферным ОЗОНОМ



Измерение озона

- Приборы для измерения озона
- Единицы измерения
- Концентрация

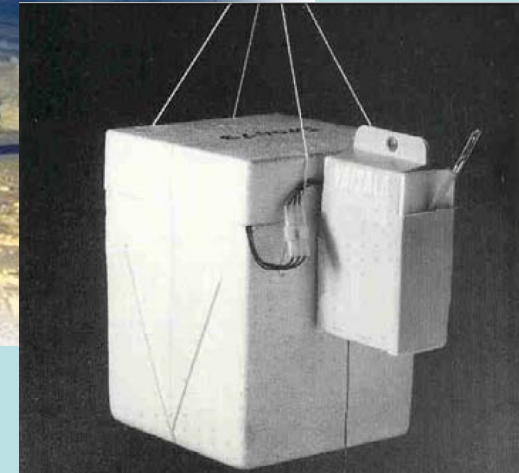
Спектрофотометр Добсона



Измерение озона



Запуск озонозонта в Антарктиде



Озонометр М-124



Проведение озонометрических измерений

Ультрафиолетовый спектрометр



Диапазон – 120 – 800 нм

PM-2000



Главный приемный телескоп Сибирской лидарной станции



приемные зеркала диаметром 2.2., 1.0., 0.5., 0.3, и 0.27 метра

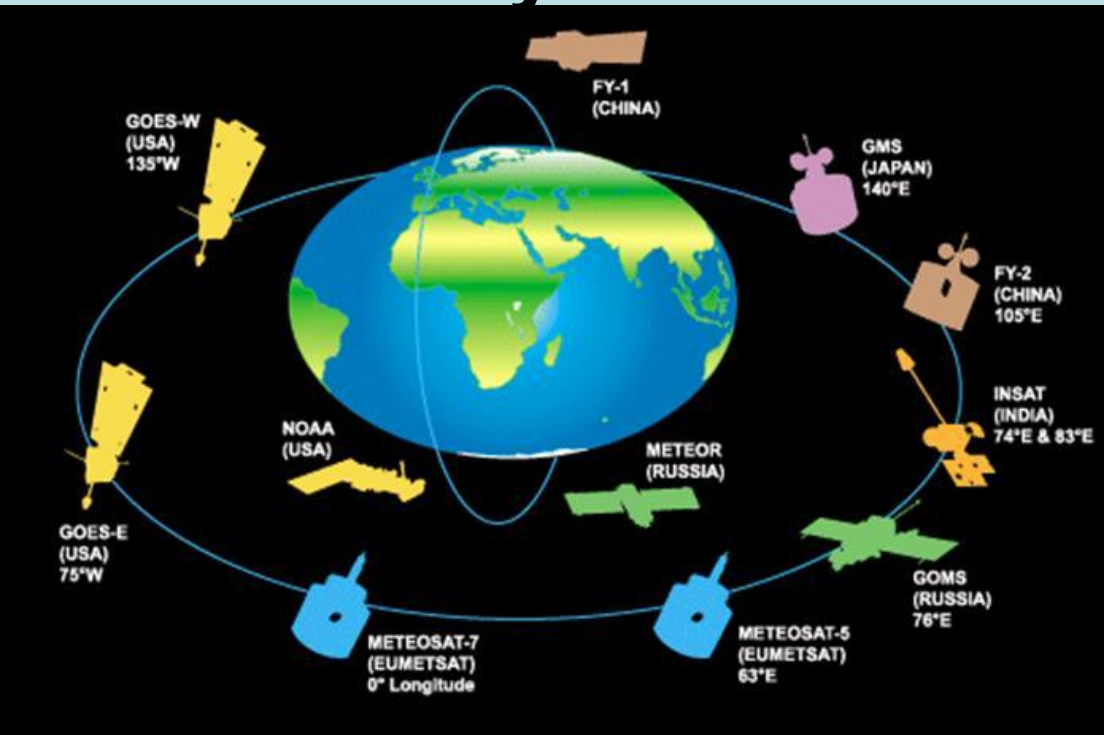
Принцип действия лидара



Российский высотный самолёт-лаборатория М55 "Геофизика"

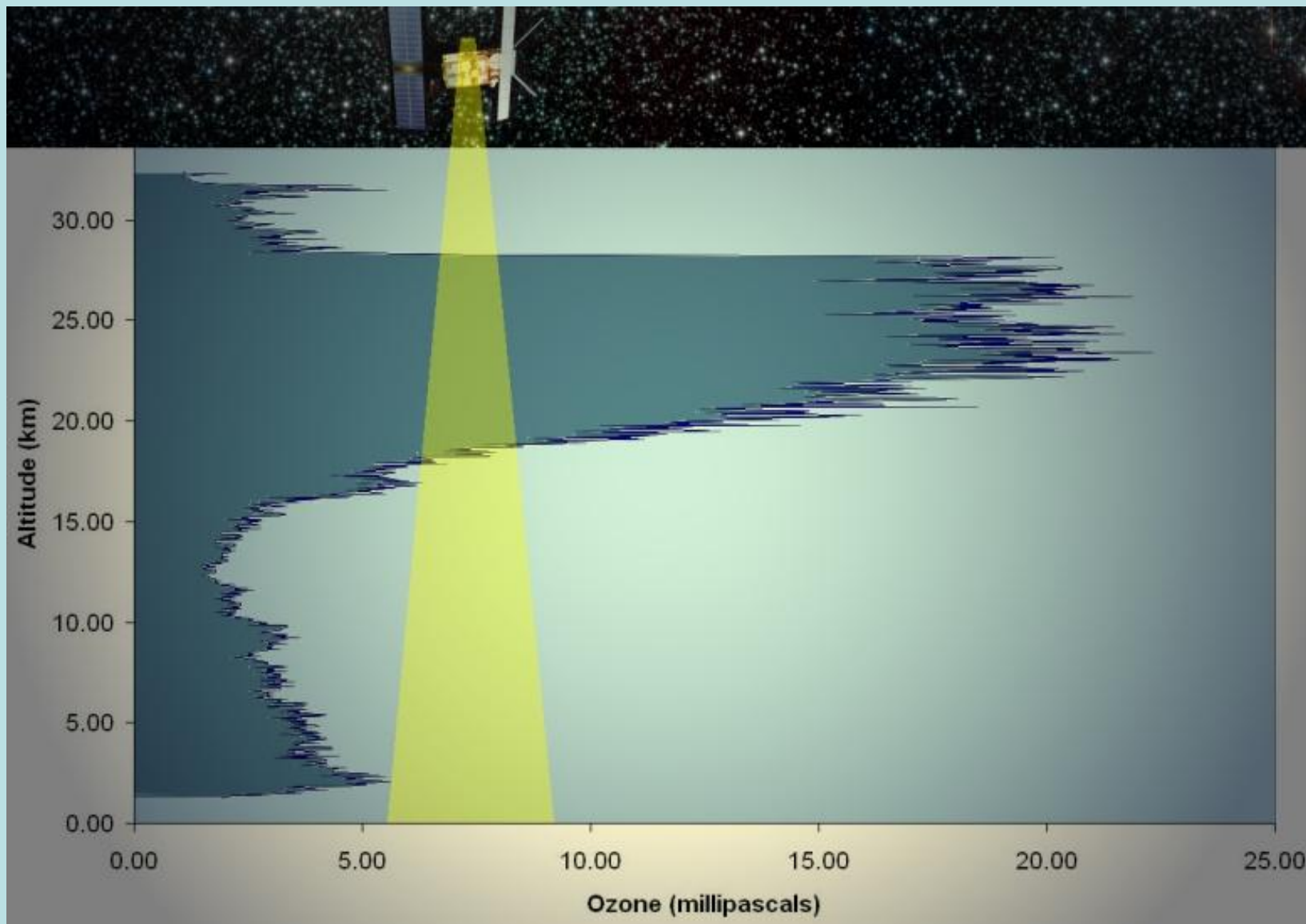


Спутниковые наблюдения



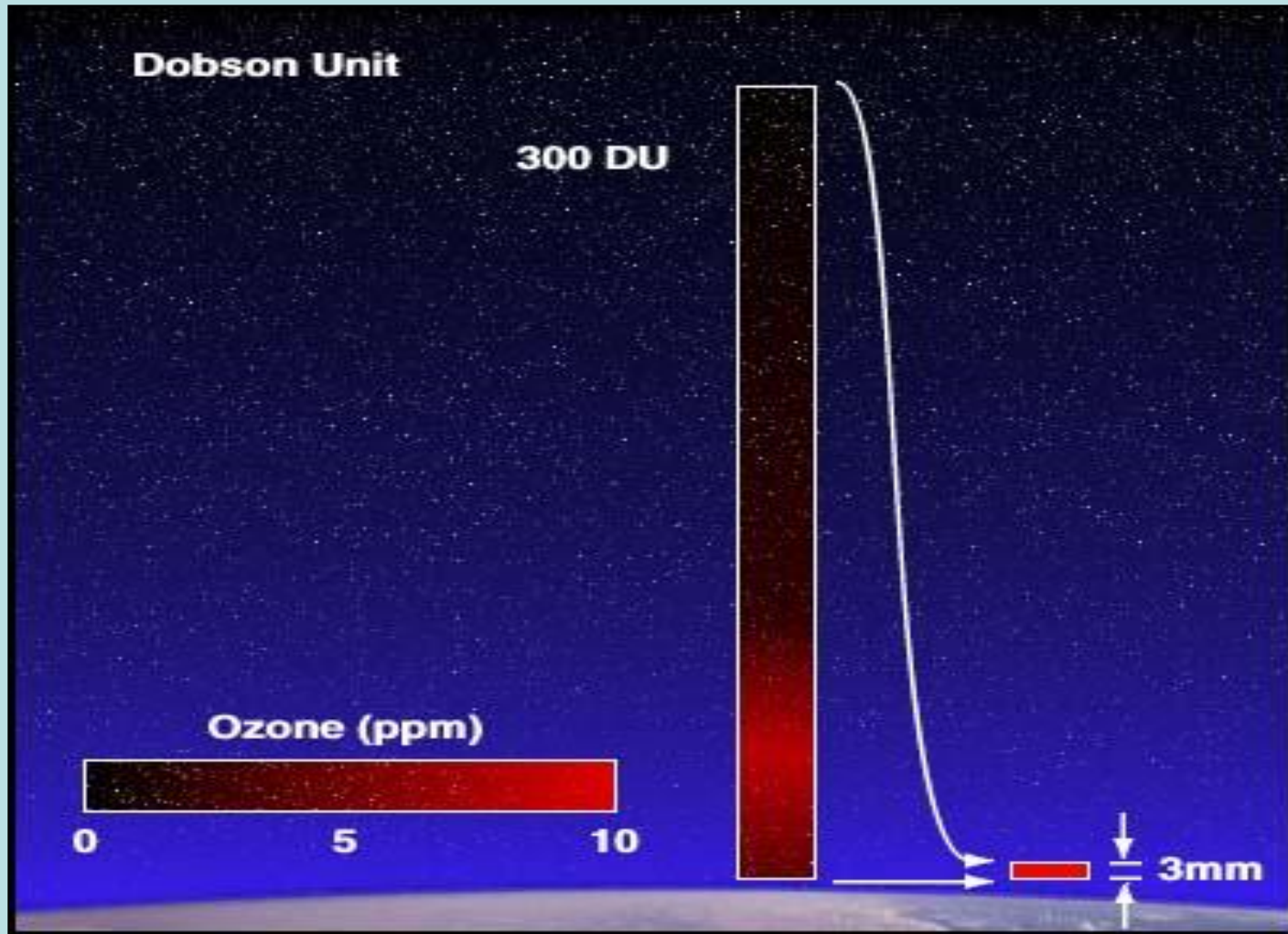


Сканирование спутником



Единицы измерения озона

- Общая масса составляет около 3×10^9 тонн, т.е. всего лишь 0.64×10^{-6} массы всей атмосферы.
- 1 Д.е. (DU) = 0.01 мм



Относительно размера планеты

Слева - занимает ВСЯ вода на ней (включая ледники, озера, грунтовые воды и т.д.) - 1,4087 млрд куб.м.

Справа - ВСЬ воздух в атмосфере относительно размера планеты - 5140 трлн. т.



ПДК озона

(ppb – parts per billion)

- **0,16 мг/м³ или 80 ppb – не больше 1 часа**
- **Предельная суточная концентрация равна 0.09 мг/м³ или 45 ppb.**

1 мкг/м³ озона соответствует $4.6 \cdot 10^{-4}$ ppm

1 ppm = 2.15 мг/м³

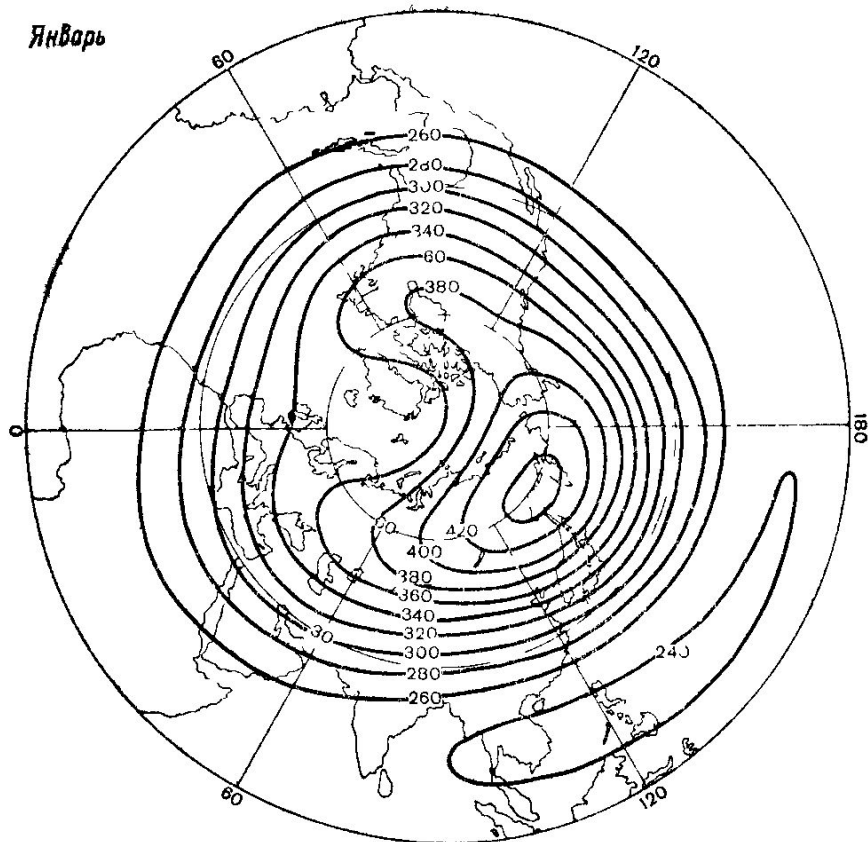
1 ppb = 2.15 мкг/м³

1 мг/л = 106 мкг/м³

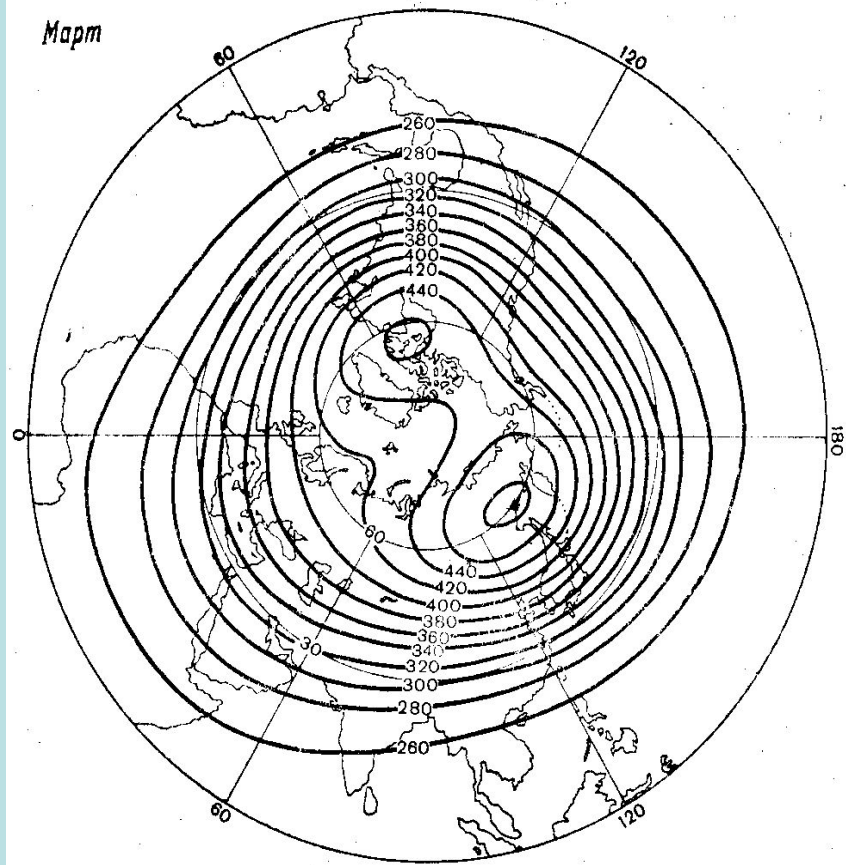
Географические и сезонные особенности распределения озона

Климатическая локализация максимумов общего содержания O_3 в северном полушарии

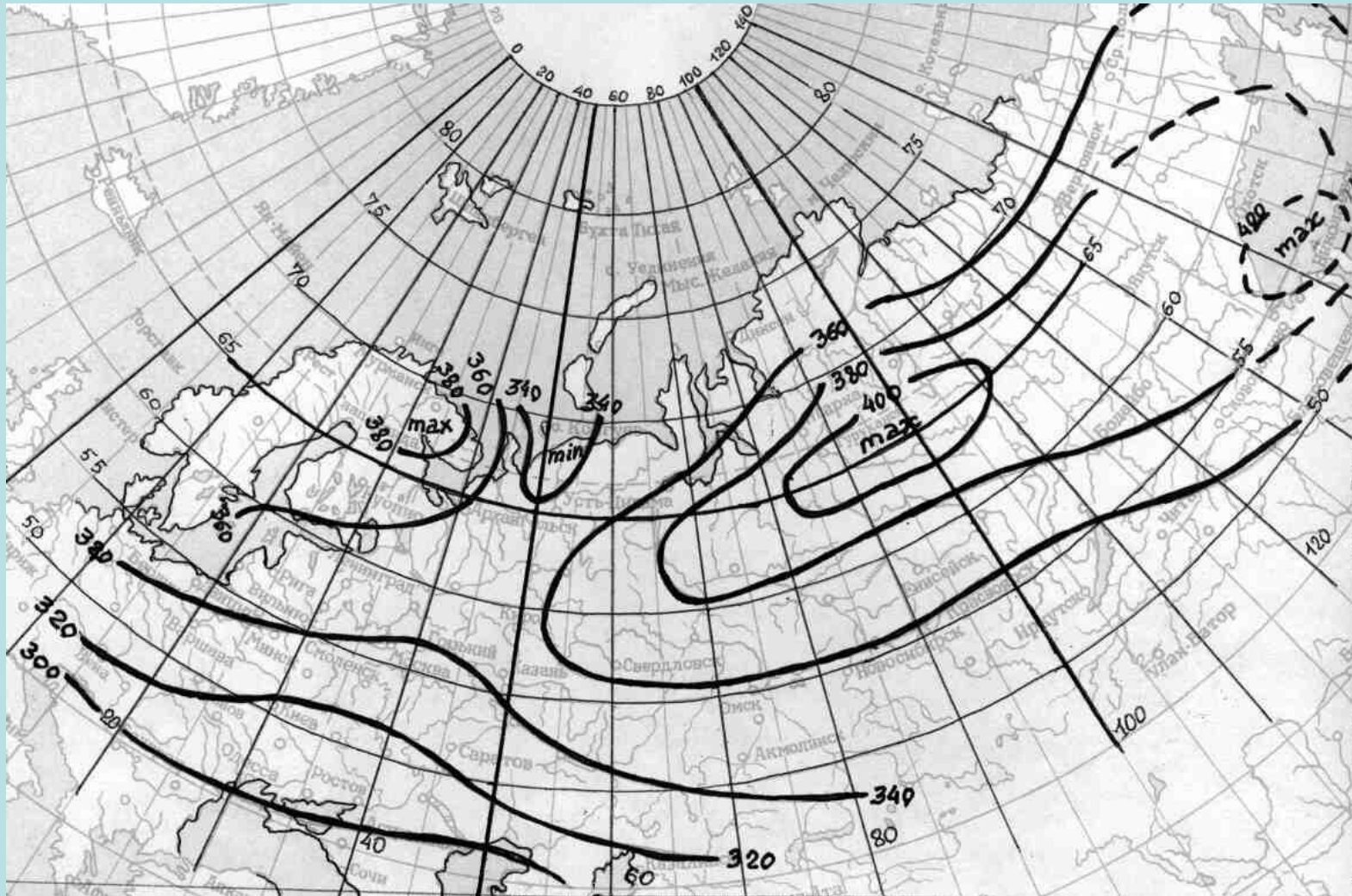
Январь



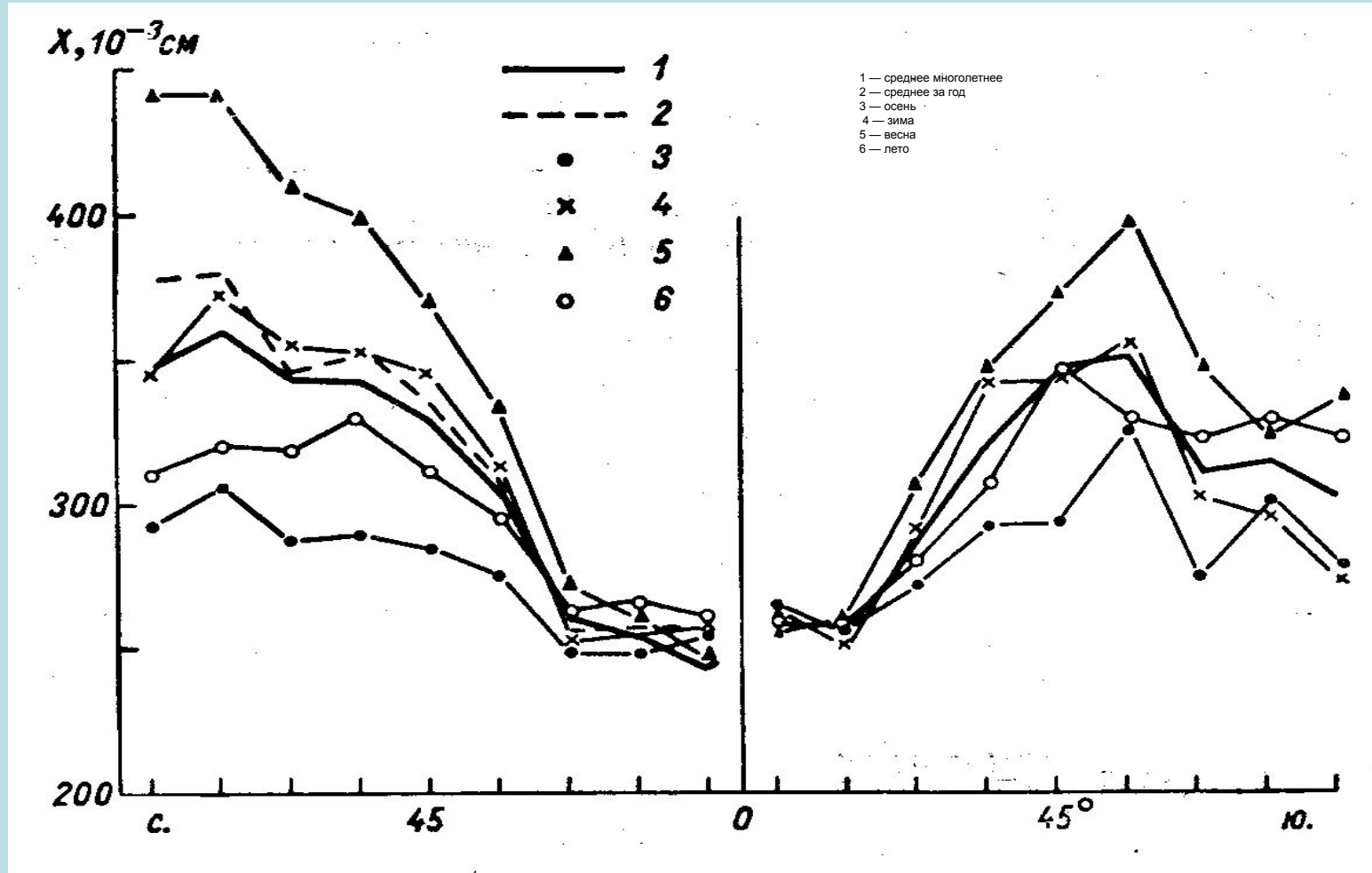
Март



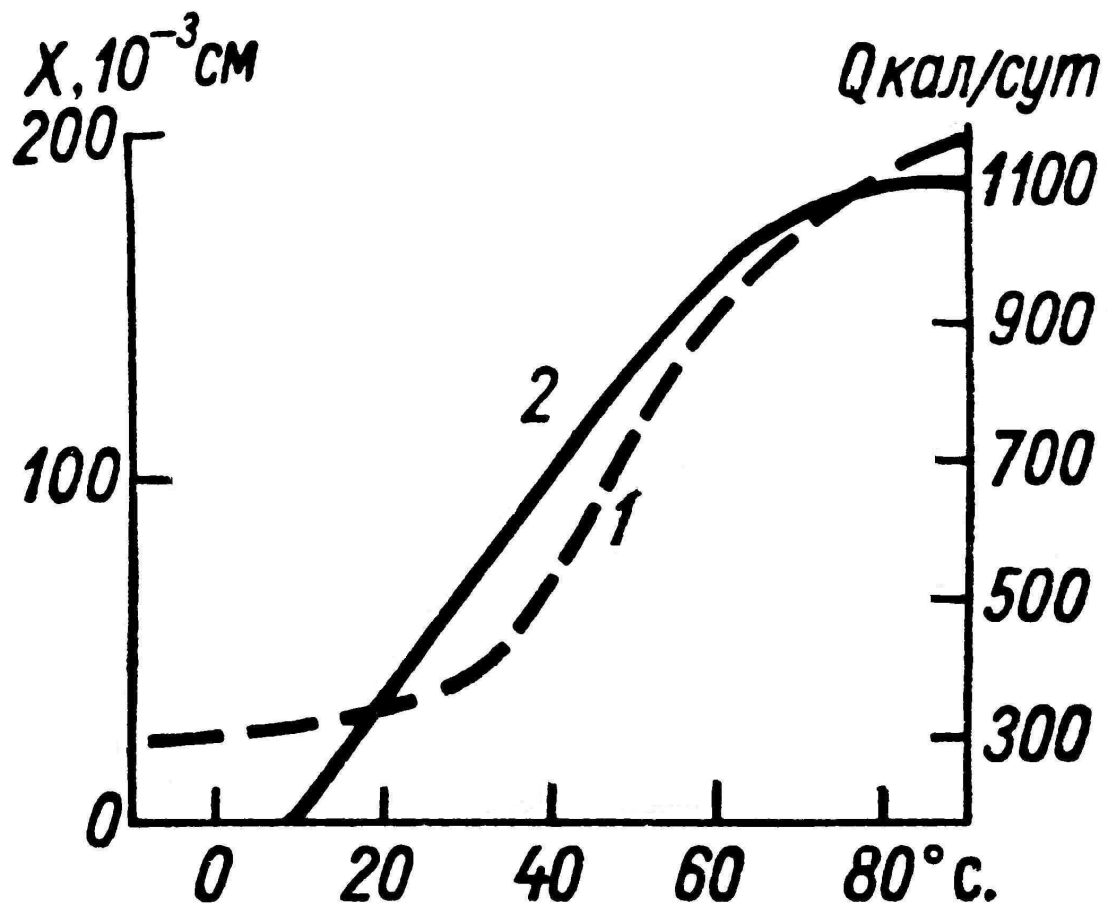
Максимум ОСО



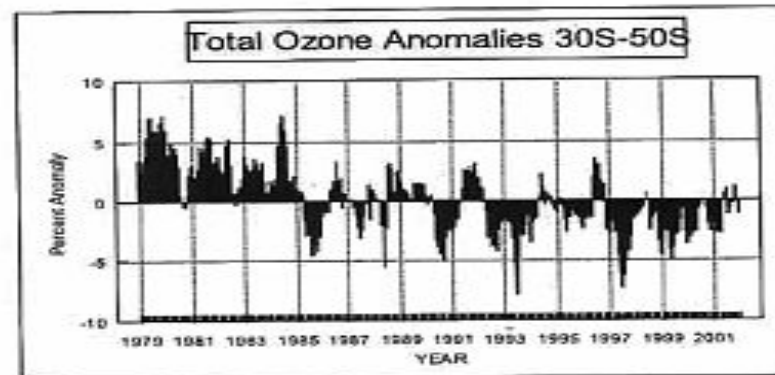
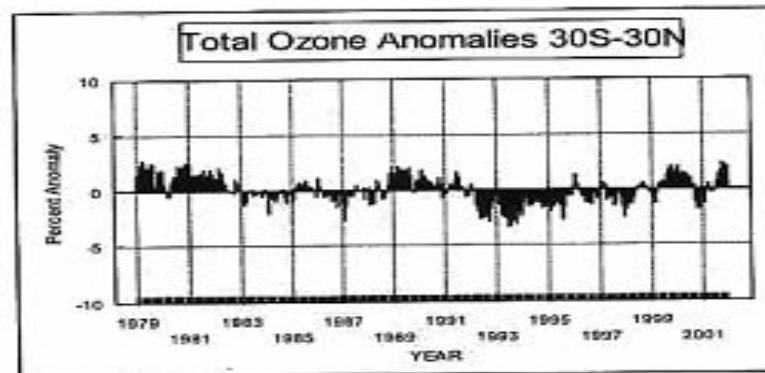
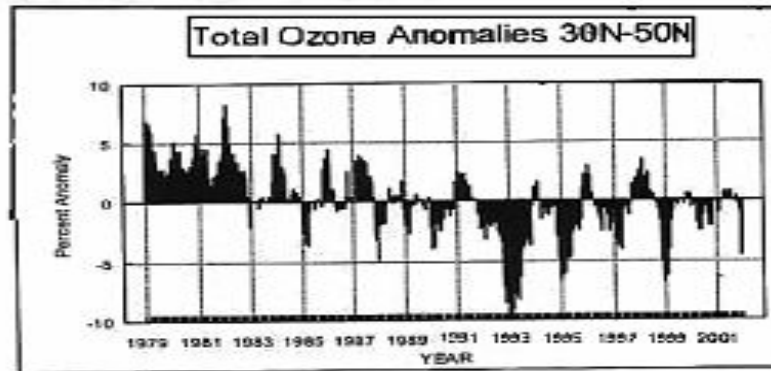
Озонный «экватор»



Годовой ход



Широтное распределение ОСО. 1979-2001

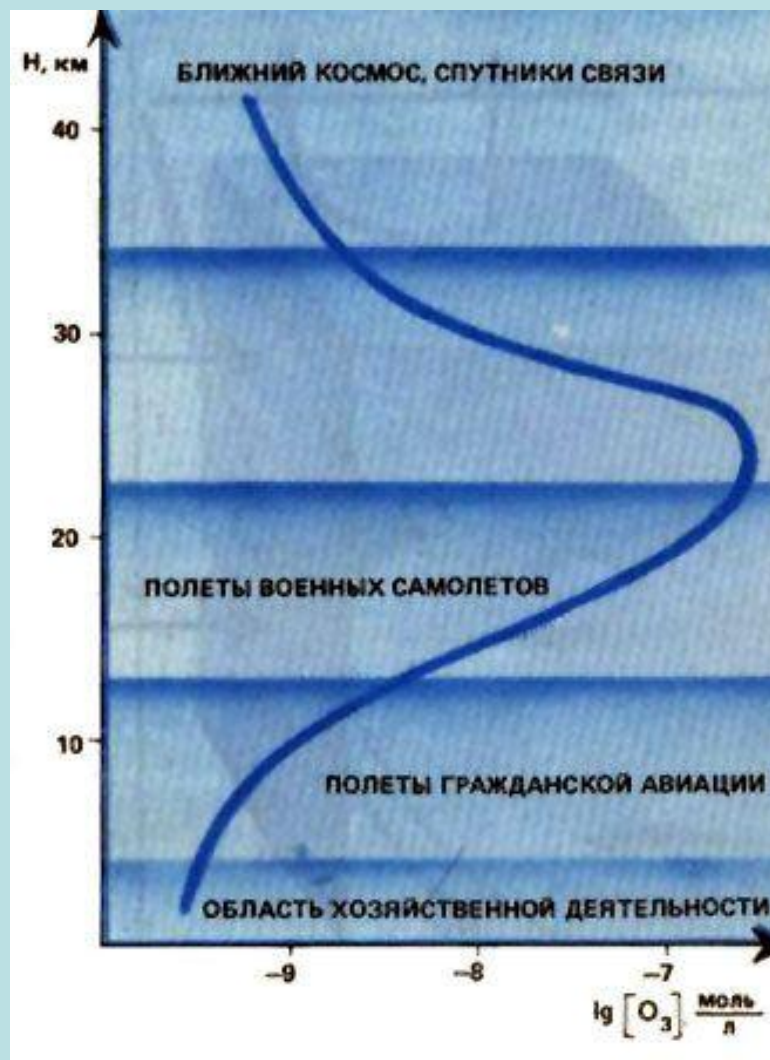


Типы воздушных масс и их связь с ОСО

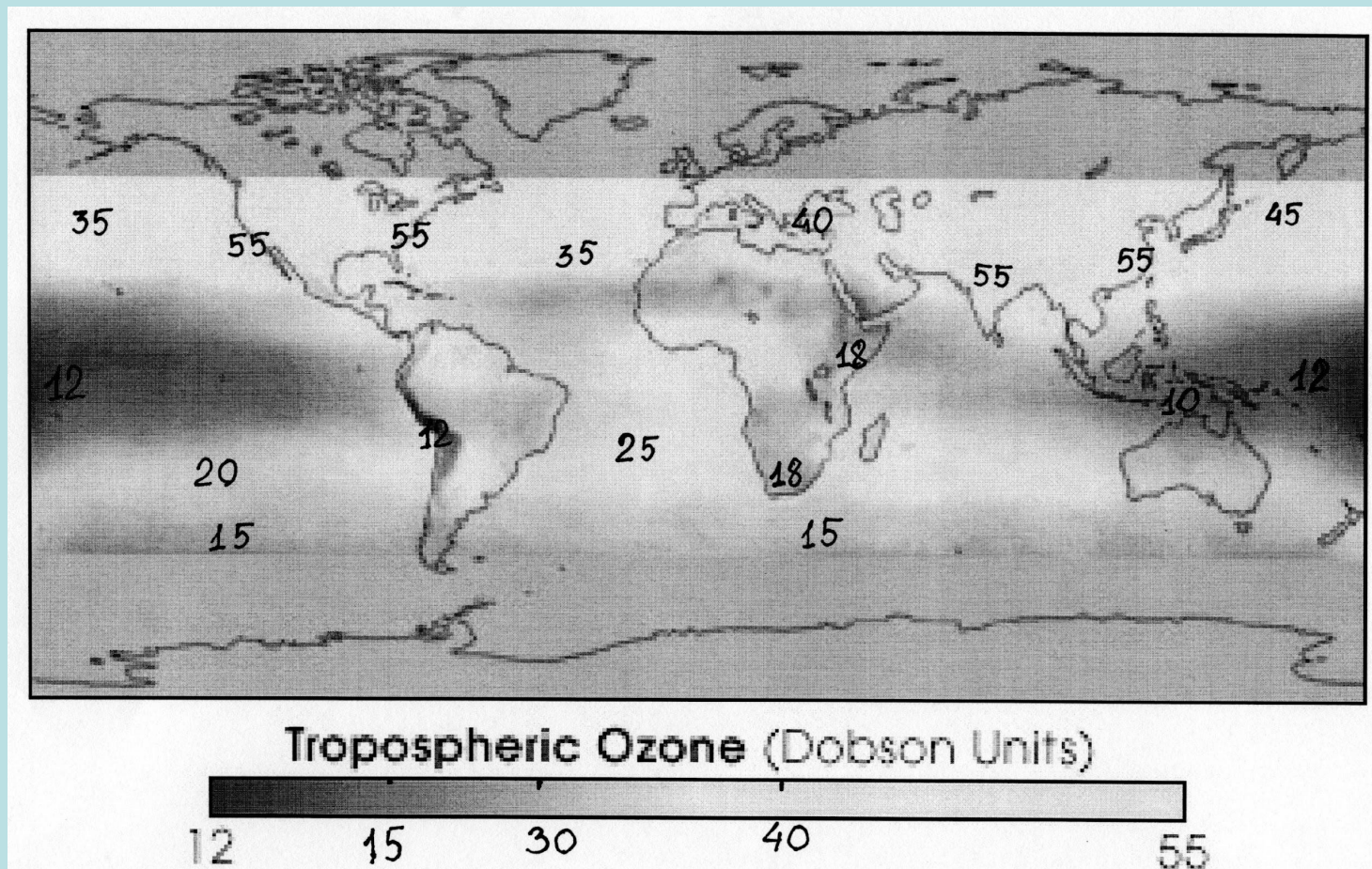
- АВ – массы арктического воздуха, характеризующиеся высоким содержанием озона,
- ТВ – массы тропического воздуха, характеризующиеся низким уровнем ОСО,
- УВ - массы воздуха умеренных широт, содержащие промежуточный уровень ОСО.

Средние концентрации озона в земной атмосфере и ближнем космосе (в логарифмической шкале)

ГОСТ – концентрация не должна превышать $0,1 \text{ мг/м}^3$ (т.е. 100 мкг/м^3),
т.е. *46,5 ppb*



Широтное распределение тропосферного озона

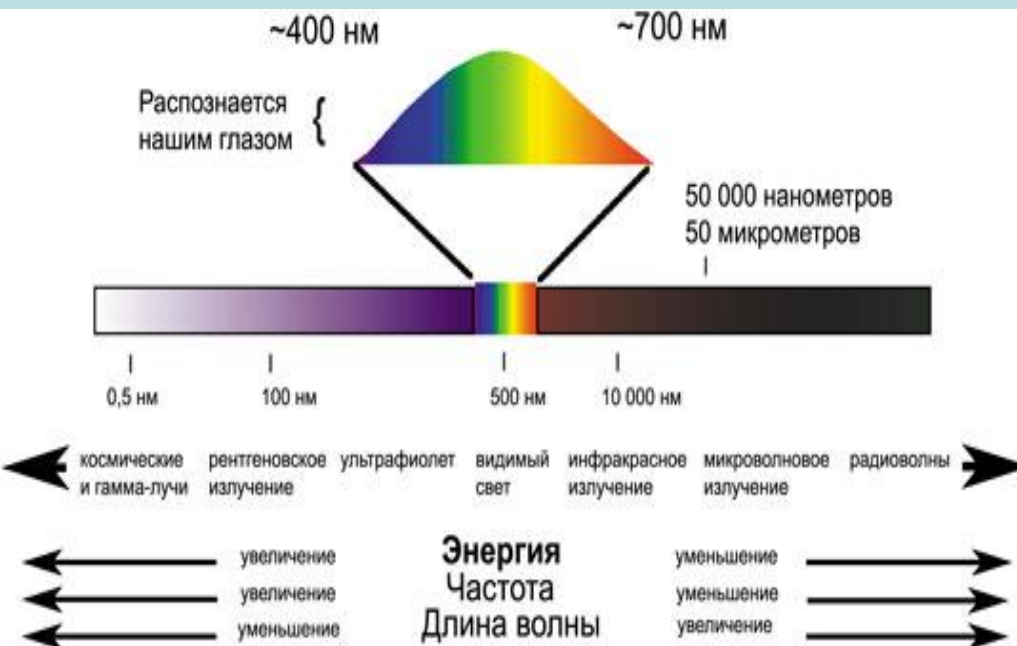


- Природные и антропогенные факторы изменения озоносферы
- Озонные дыры

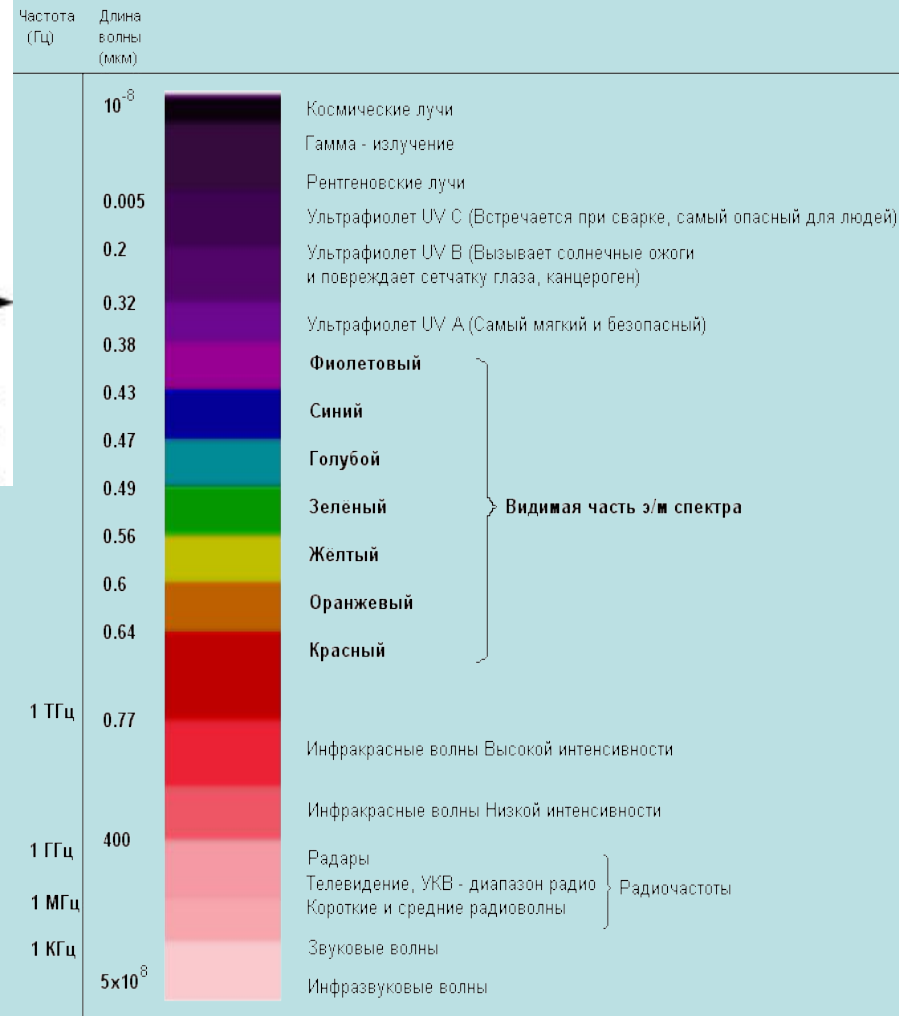
Образование озона

- $O + O_2 + M \rightarrow O_3 + M$
- $O + O + M \rightarrow O_2 + M$
- $O_3 + h\nu$ (310 нм и короче) = $O_2 + O(1D)$

Поглощение UV озоном



Шкала электромагнитного излучения

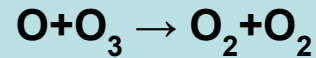


Длина волны: 1 мкм (1 μ) = 1/1000 мм

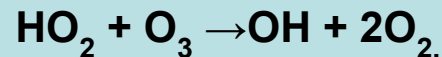
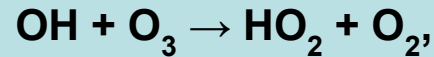
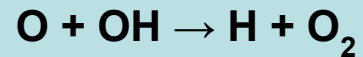
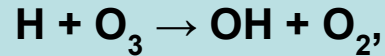
Частота: 1 Гц = число колебаний волны за секунду

Разрушение озона

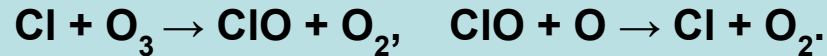
Кислородный
цикл



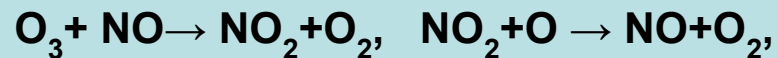
Водородный цикл



Хлорный цикл



Азотный цикл



До 70 % - при азотном цикле

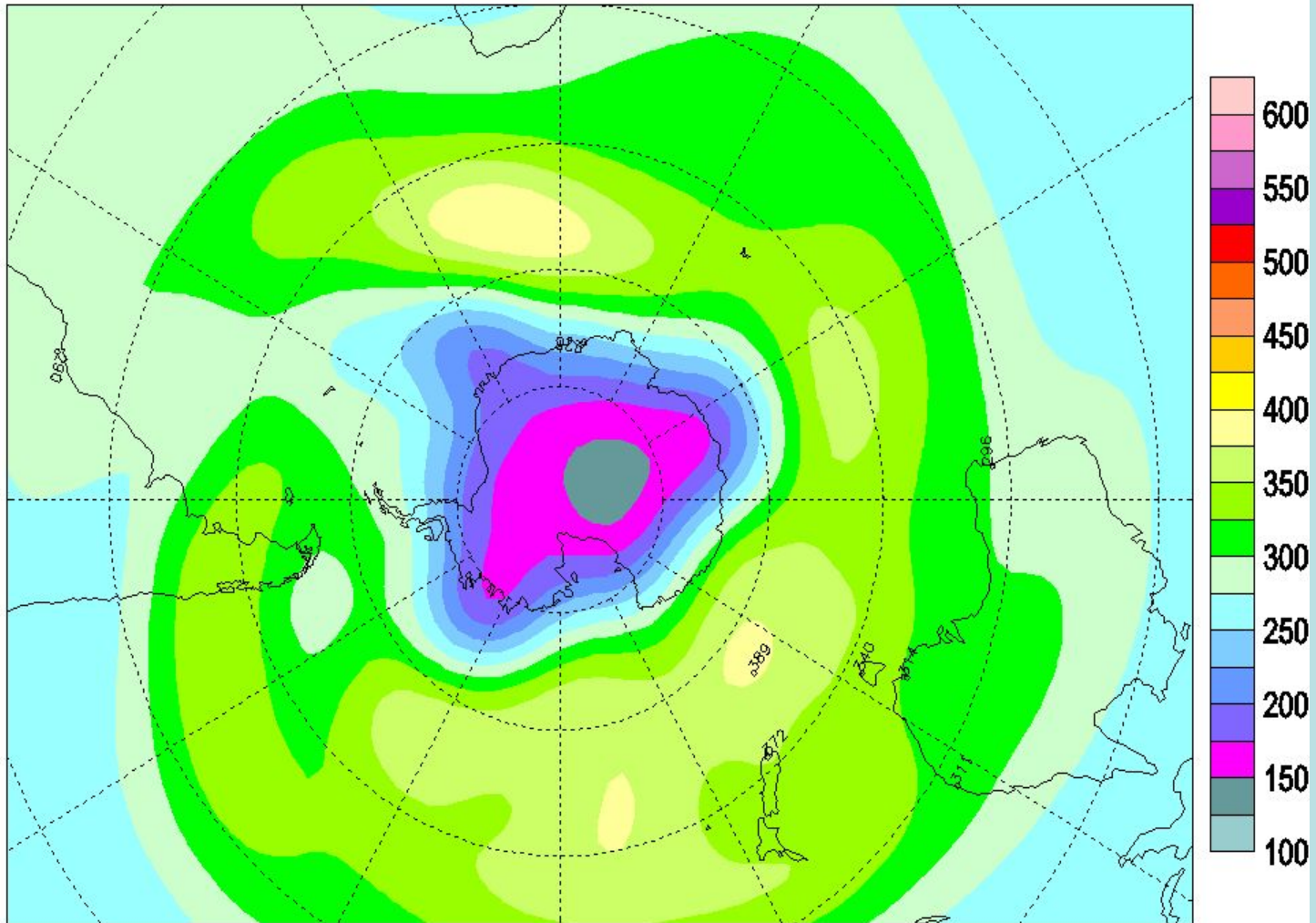


ХФУ

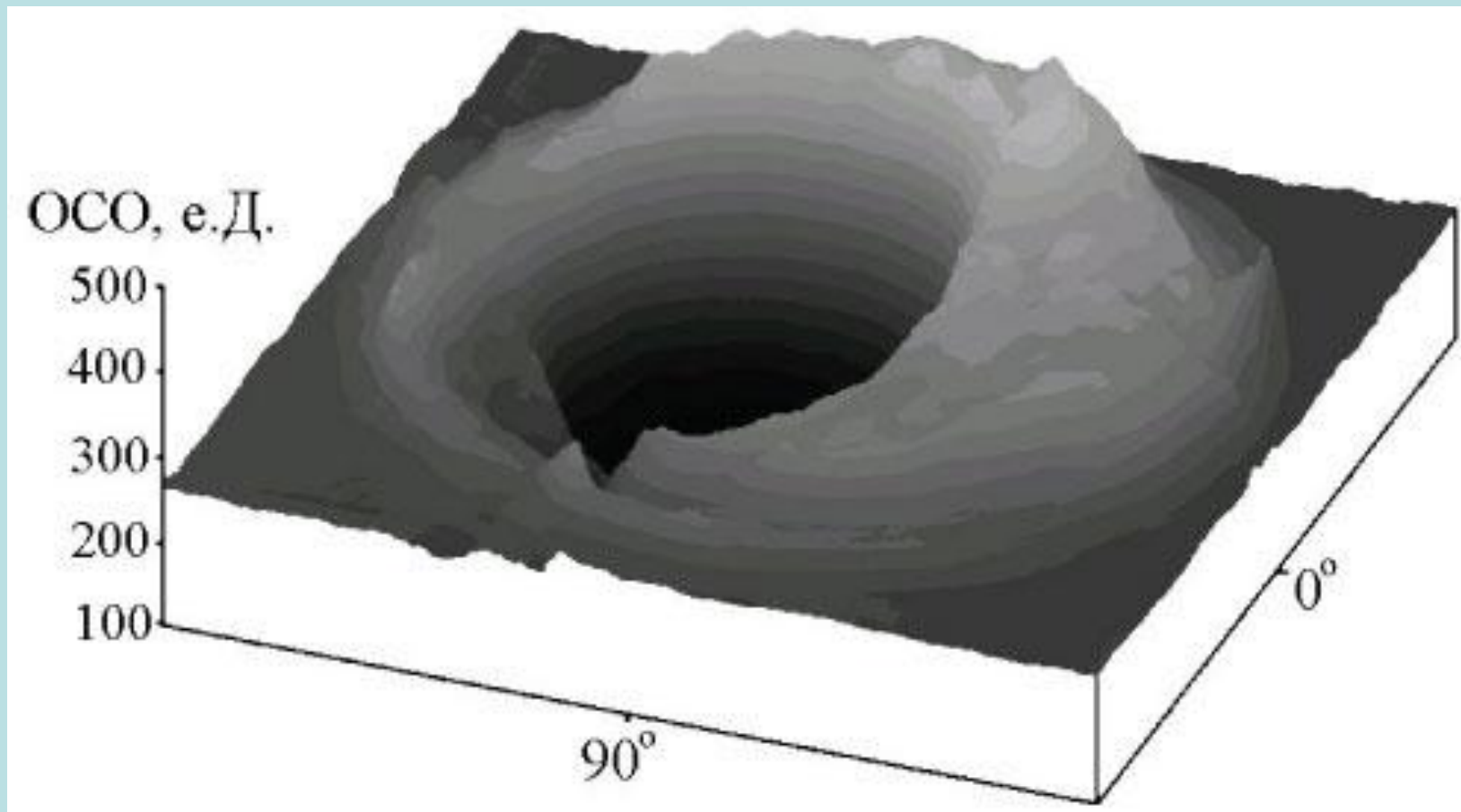
Название соединения	Химическая формула	Потенциал разрушения озона	Объем мирового производства в 1985 г.	Время пребывания в атмосфере, лет	Область применения
CFC-011	CFCl_3	1,0	298000	65 - 75	Искусственное охлаждение, аэрозоли, пены. Искусственное охлаждение, аэрозоли, пены, стерилизация, замораживание пищевых продуктов, термодатчики, устройства аварийной сигнализации, косметические препараты, пенообразующие вещества. Растворители, косметические препараты. Искусственное охлаждение. Искусственное охлаждение, коаг. грязи. Огнетушители. Огнетушители. Иск. Охлажд. аэрозоли, пены, огнетушители Растворители. Растворители.
CFC-012	CF_2Cl_2	> 0,9 - 1,0	438000	100 - 140	
CFC-013	CCl_3CF_3	0,8 - 0,9	138500	100 - 134	
CFC-114	$\text{CClF}_2\text{CClF}_2$	0,7 - 1,0	2600	300	
CFC-115	CClF_2CF_2	0,4 - 0,6	2600	500	
Галон 1301	CClF_2CF_2	10 - 13,2	81200	110	
Галон 1211	CBrF_3	2,2 - 3	499500	15	
HCFC-22	CClBrF_2	0,005	71200	16 - 20	
Метилхлорформ	CHClF_2	0,15		5,5 - 10	
Четыреххлористый углерод	CH_2CCl_2	1,2		50 - 69	
	CCl_4				

Явление озонных «дыр»

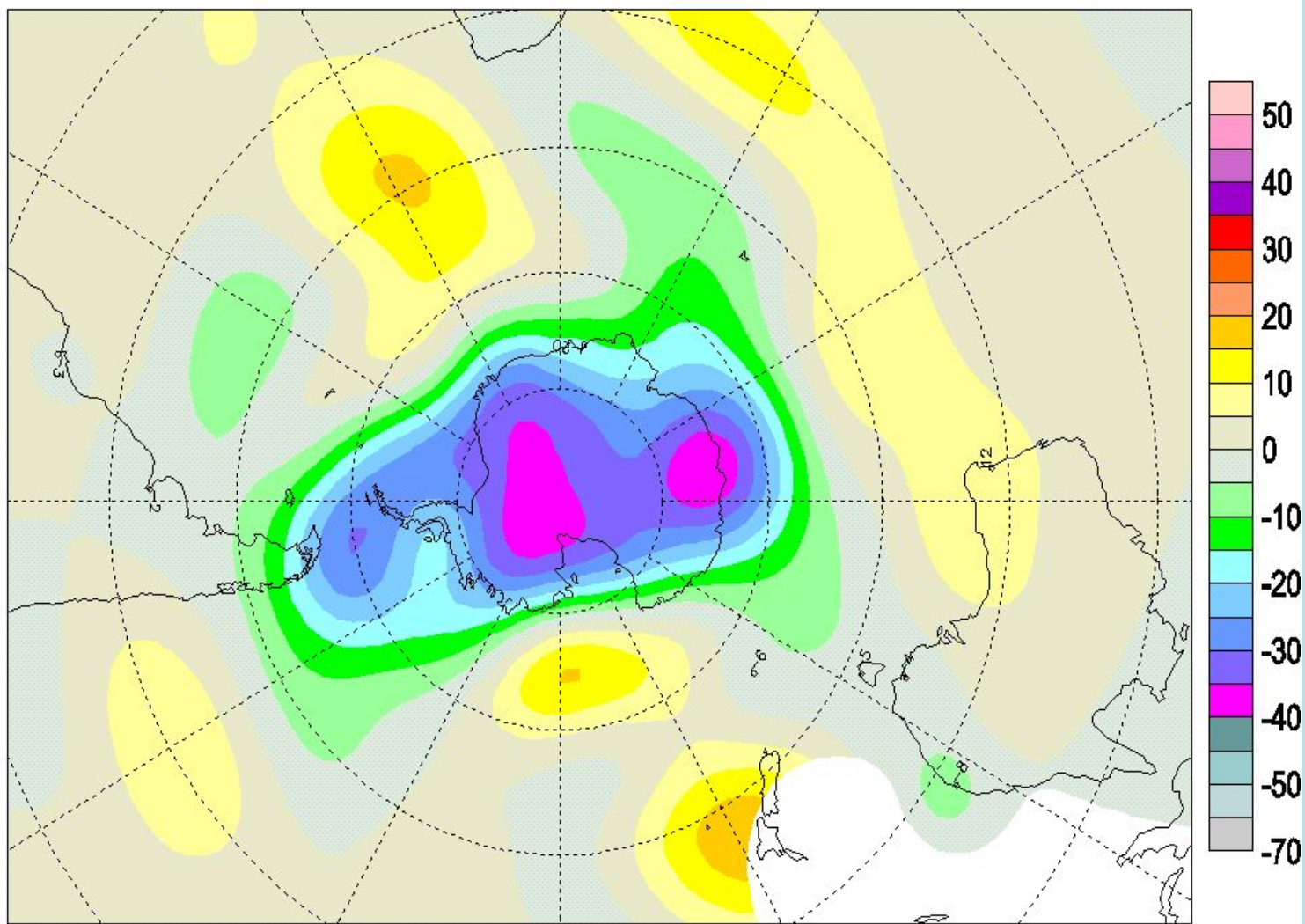
Total ozone (DU) / Ozone total (UD), 1985/10/01



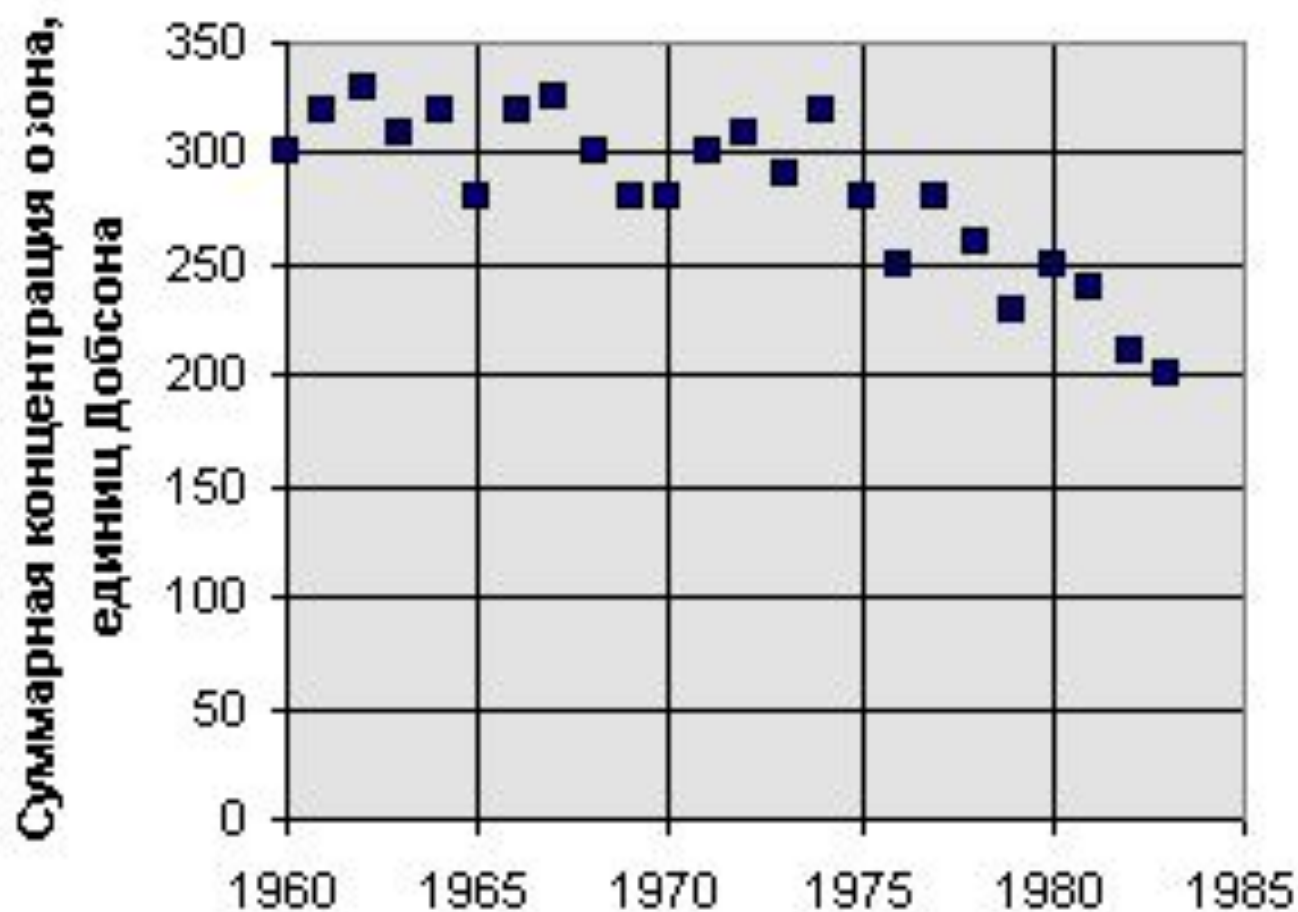
Озонная дыра



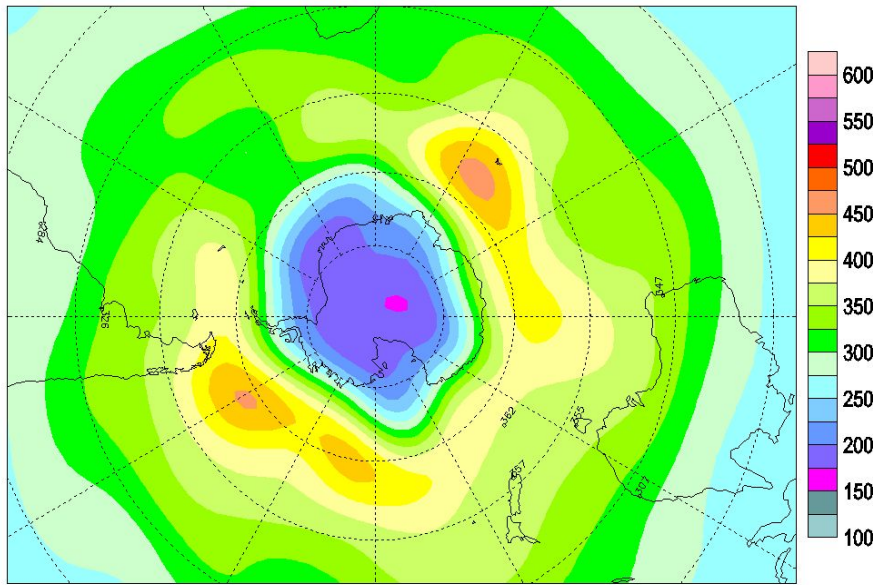
Deviations (%) / Ecart (%) , 1984/10/01



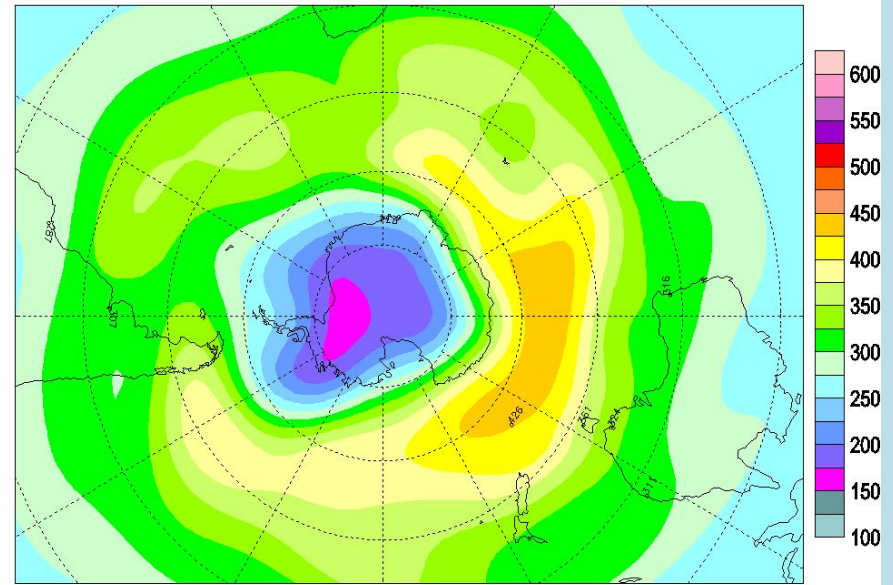
Измерения концентрации озона над антарктической станцией Халли-Бей



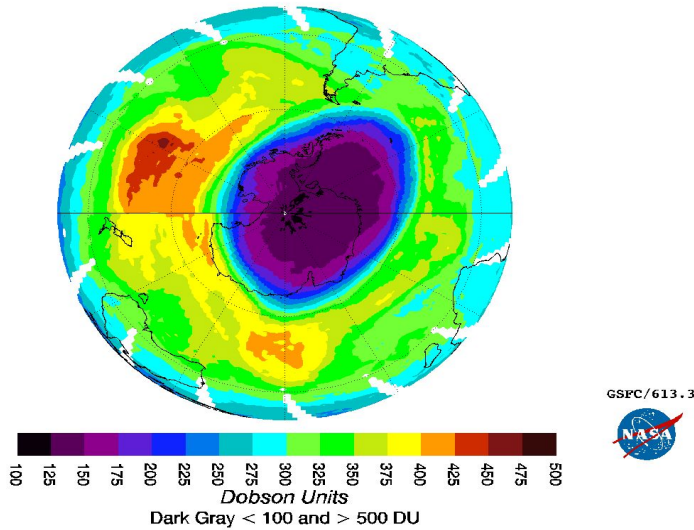
Total ozone (DU) / Ozone total (UD), 1983/10/17



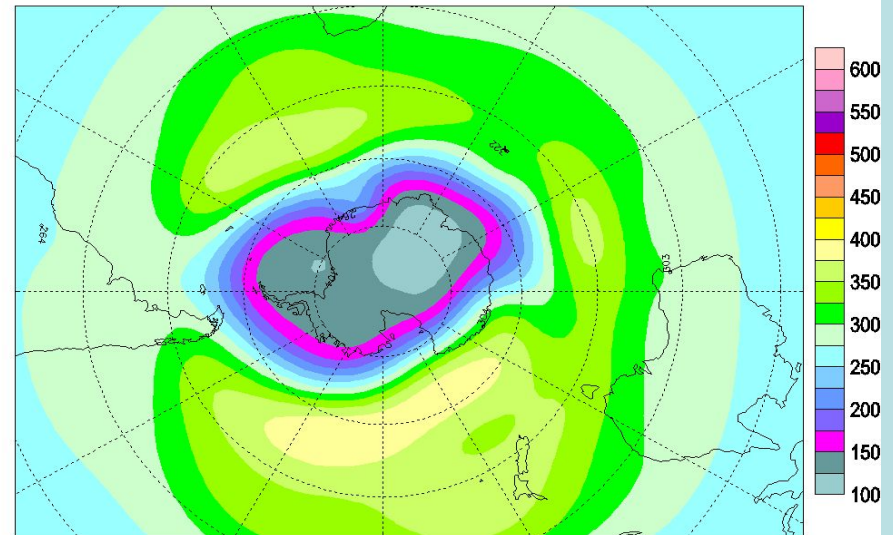
Total ozone (DU) / Ozone total (UD), 1984/10/10



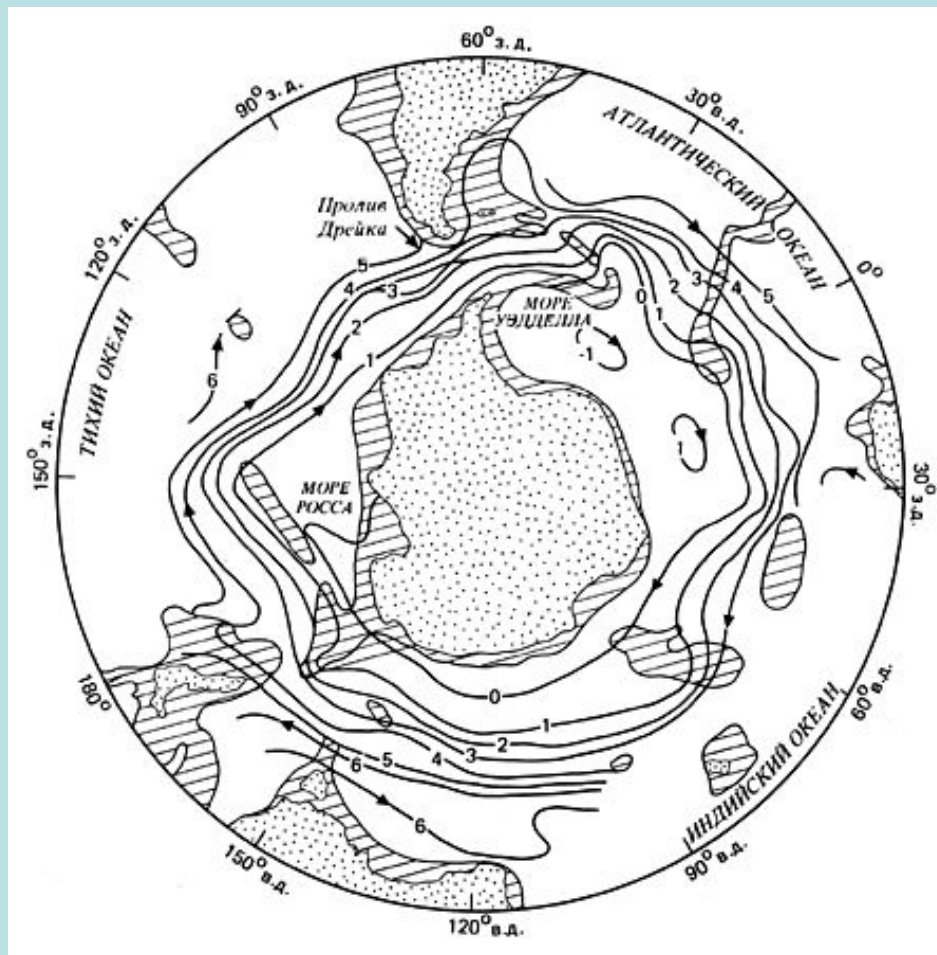
EP/TOMS Version 8 Total Ozone for Oct 19, 2005



Total ozone (DU) / Ozone total (UD), 2006/10/05



Циркумполярный вихрь

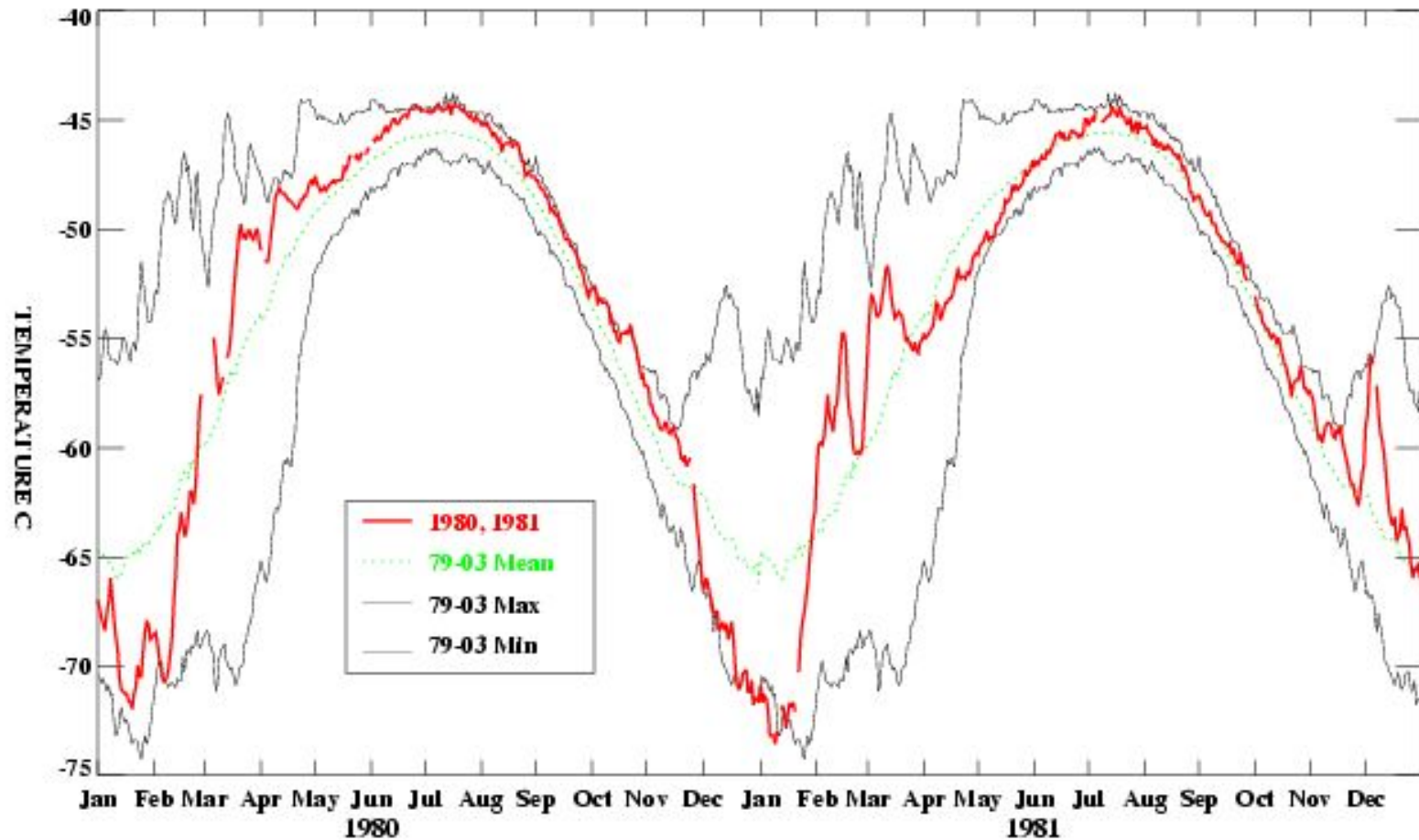


ЦПВ изолирует значительный объем воздушных масс в условиях низких температур

Графики стратосферных температур северного полушария

70-hPa Zonal Mean Temperature for 1980 & 1981

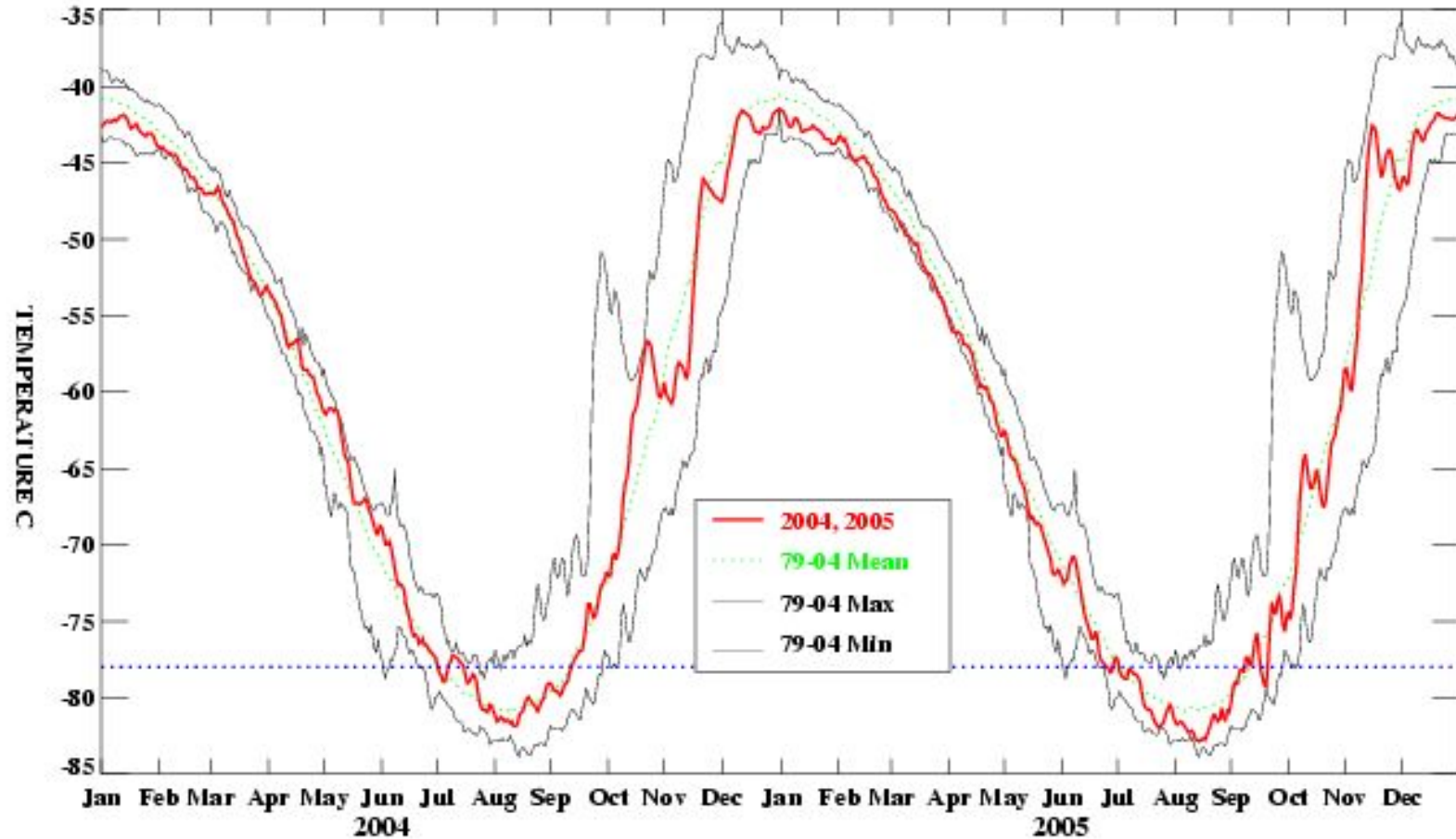
90N to 65N



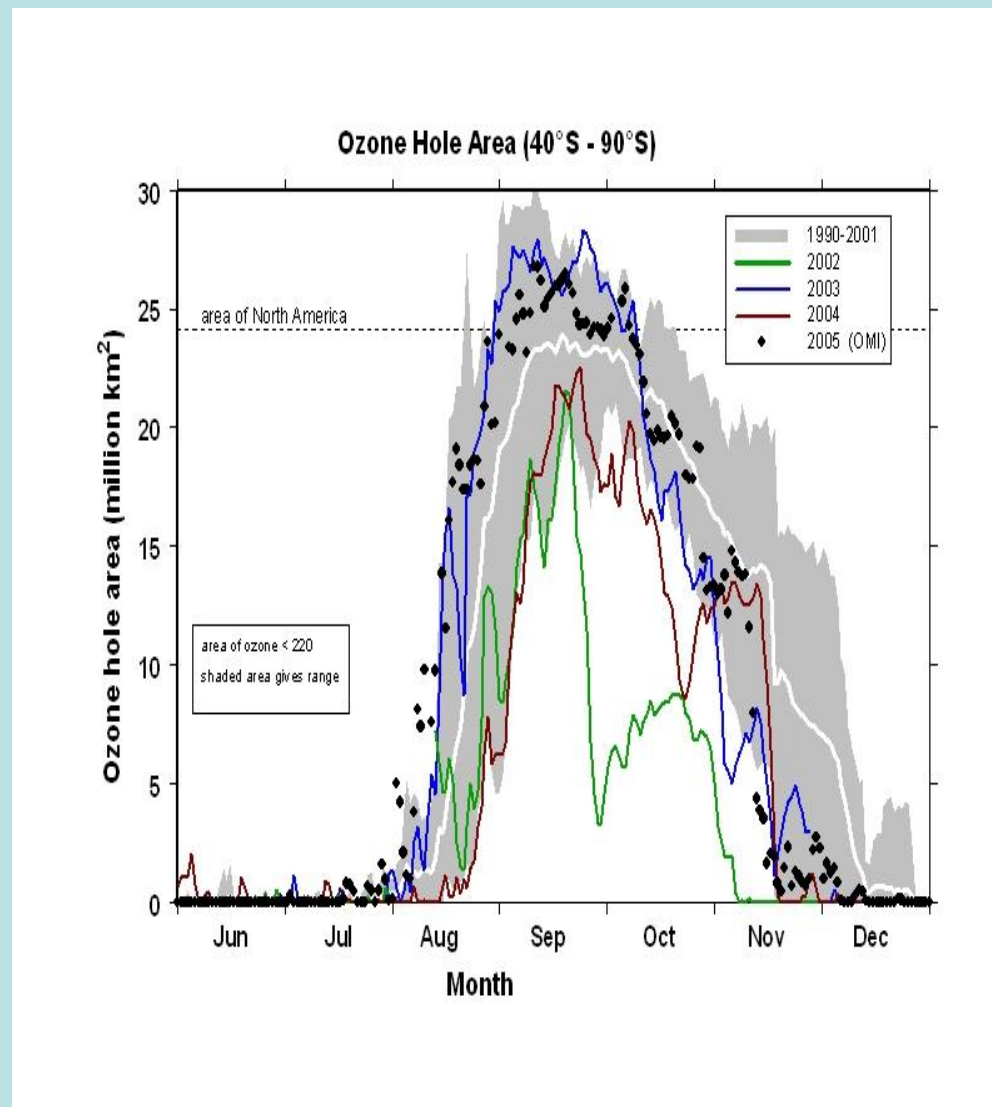
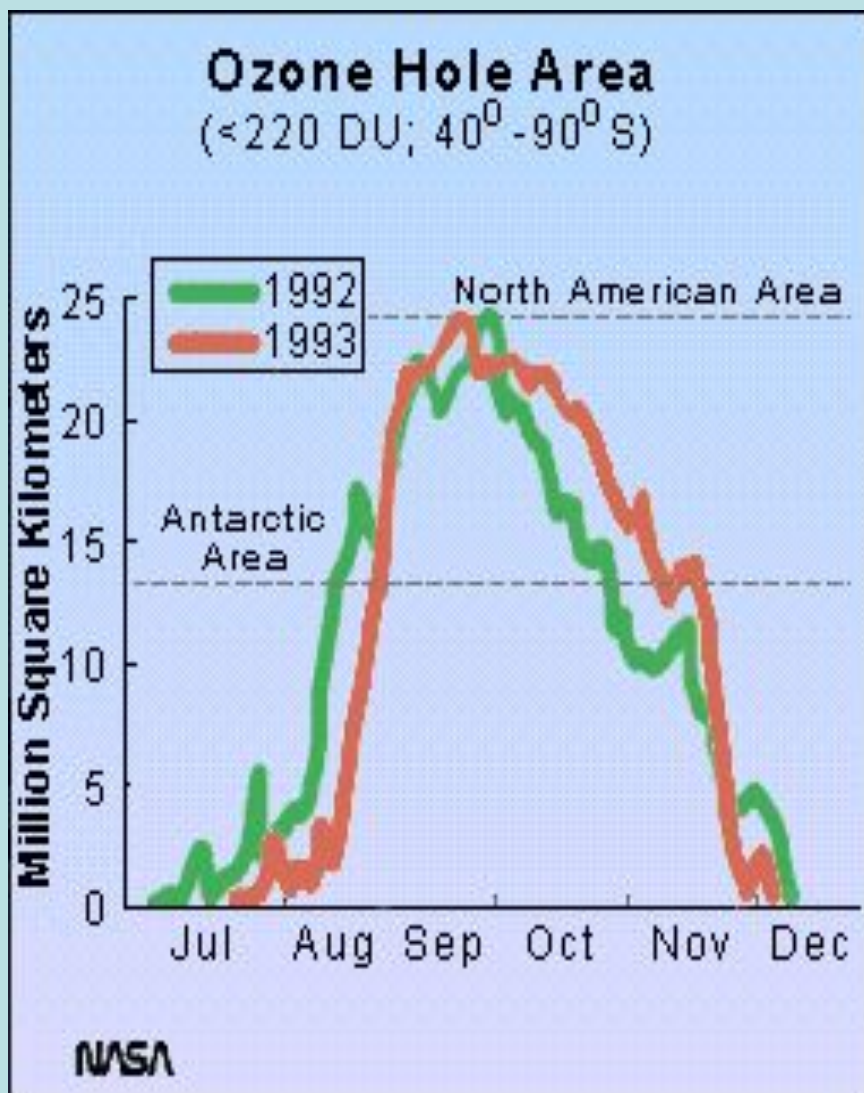
Графики стратосферных температур южного полушария

70-hPa Zonal Mean Temperature for 2004 & 2005

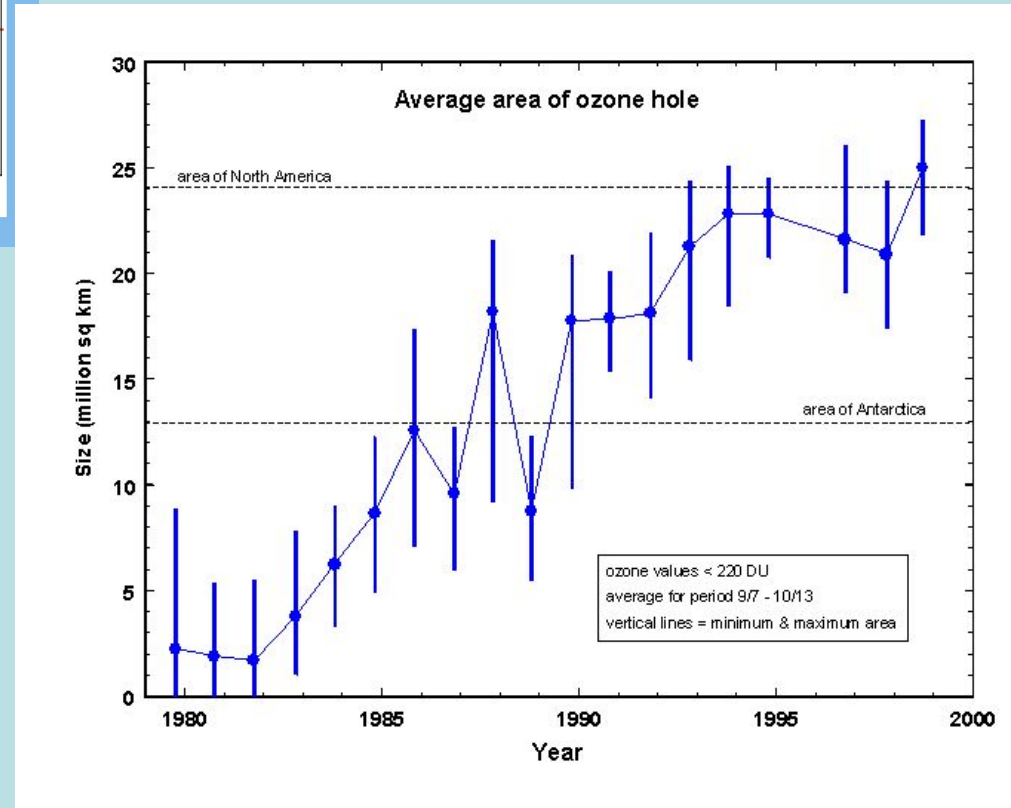
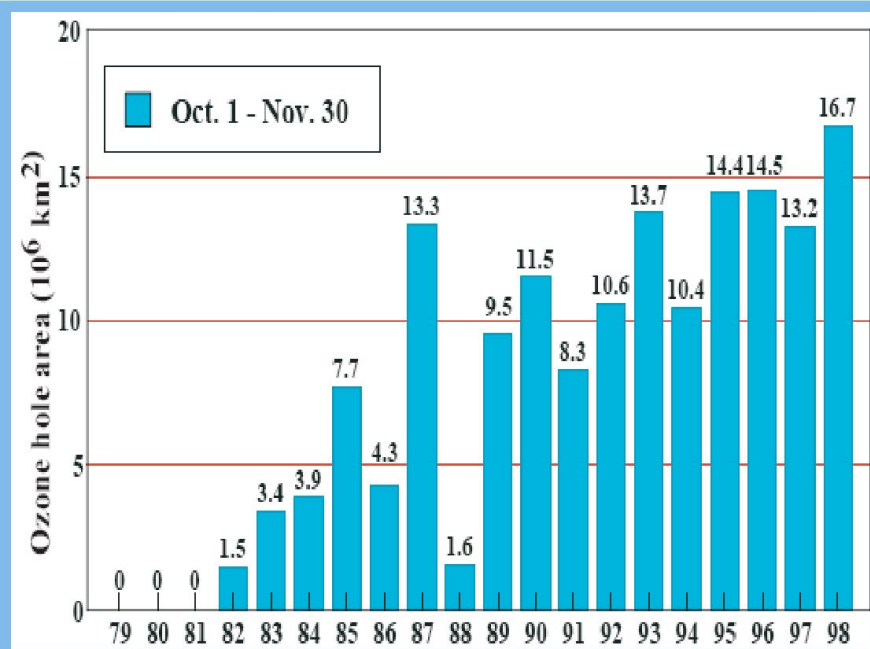
65S to 90S



Основная характеристика озоновых «дыр»



Площади озоновых дыр



МОНРЕАЛЬСКИЙ ПРОТОКОЛ ПО ВЕЩЕСТВАМ РАЗРУШАЮЩИМ ОЗОНОВЫЙ СЛОЙ

**СОВЕРШЕНО В МОНРЕАЛЕ В ШЕСТНАДЦАТЫЙ
ДЕНЬ СЕНТЯБРЯ ТЫСЯЧА ДЕВЯТЬСОТ
ВОСЕМЬДЕСЯТ СЕДЬМОГО ГОДА**

- Принят Правительством СССР
ноября 1988 года, вступил в силу
с 1 января 1989 года.**

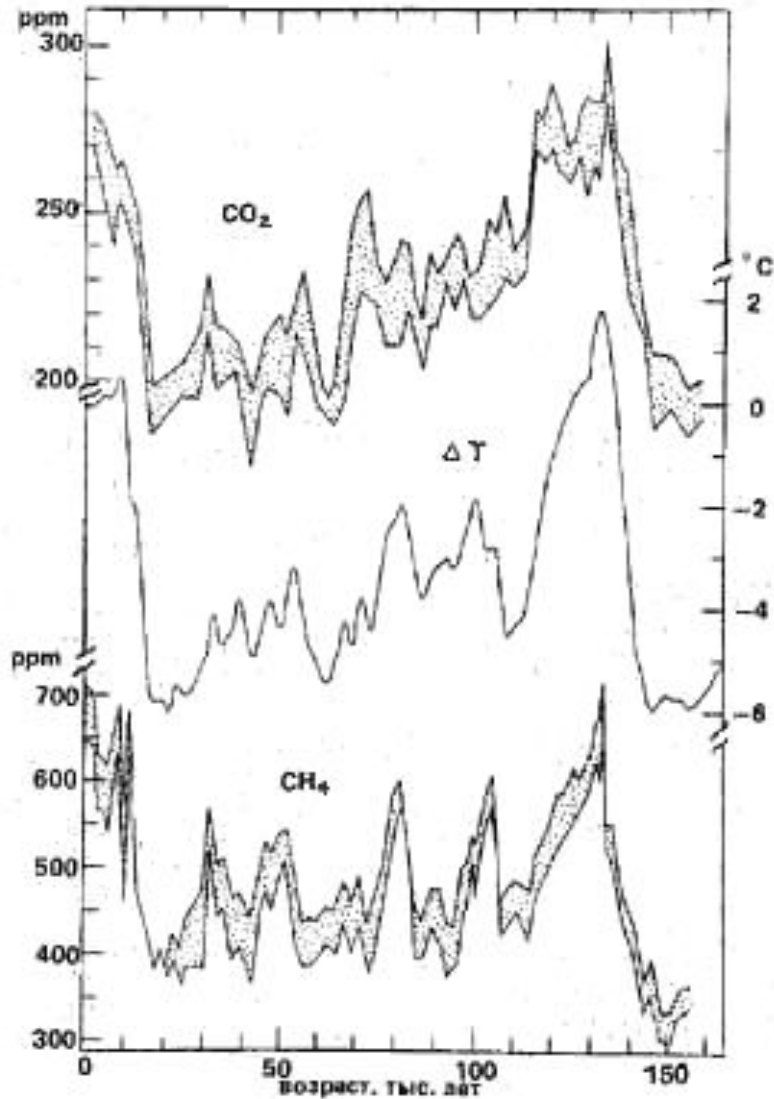
Монреальский протокол

Группа химических соединений	Название хладона	Озоноразрушающий потенциал (ОРП)*
<i>Группа I</i>		
CFCl_3	R-11	1,0
CF_2Cl_2	R-12	1,0
$\text{CF}_2\text{Cl-CFCl}_2$	R-113	0,8
$\text{CF}_2\text{Cl-CF}_2\text{Cl}$	R-114	1,0
$\text{CF}_3\text{-CF}_2\text{Cl}$	R-115	0,6
<i>Группа II</i>		
CF_2ClBr	Галон 1211	3,0
CF_3Br	Галон 1301	10,0
$\text{CF}_2\text{Br-CF}_2\text{Br}$	Галон 2402	6,0

***За 1 принят озоноразрушающий потенциал R-11**

- С 1978 г. в США было запрещено использование ХФУ в аэрозолях. Но в других областях не было ограничено использование ХФУ.
- В России - четыре японские и итальянские технологические линии(ХФУ-12), каждая мощностью в 1 млн. компрессоров. Модернизация под озонобезопасные хладагенты = 40 млн. долл. США

Изменение CO₂, CH₄ и N₂O – в воздухе, попавшем внутри ледниковых кернов, за 650.000 лет

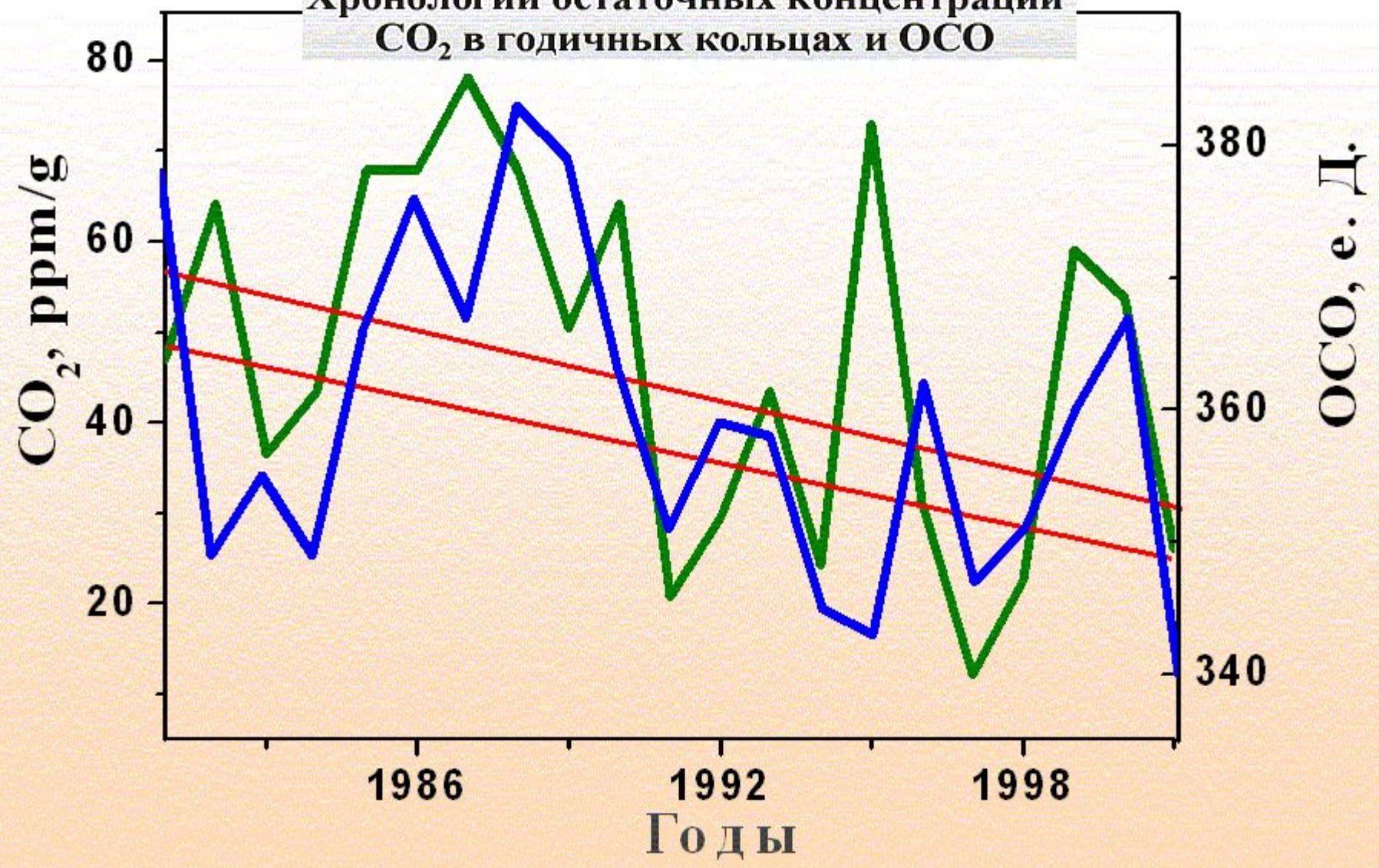


За 80-100 лет около 100 Мт;

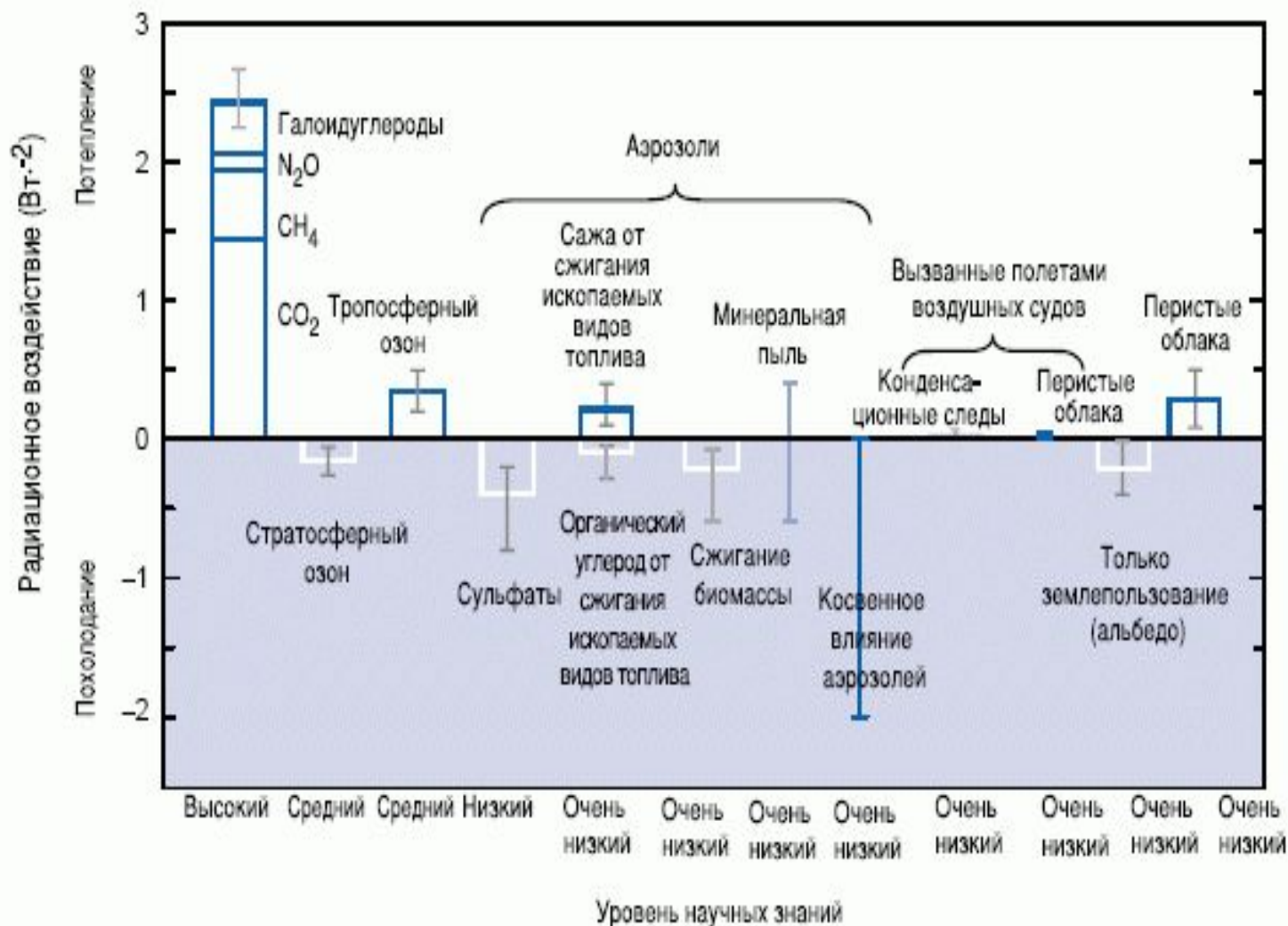
В атмосфере около 2 Мт (1-1,5 лет)

Расчетный срок CF₄ – 50 000 лет

Хронологии остаточных концентраций
CO₂ в годичных кольцах и ОСО



Глобальное среднее радиационное воздействие климатической системы в 2000 г. по сравнению с 1750 г.



- Потенциалы озоновой опасности (ODP) и парникового эффекта (GWP), представленные в официальных публикациях с точностью на 3-4 порядка выше значений, обеспеченных уровнем знаний современной науки об атмосфере Земли.
- Предусмотрена корректировка Сторонами значений этих расчётных коэффициентов для всех регулируемых веществ на основе ... голосования .
- В России ещё 10 лет назад в виде ГОСТ-40001-87 принят Международный стандарт ISO-9001, который полностью решает проблему защиты озонового слоя Земли от возможности его разрушения за счёт воздействия фреонов, используемых в холодильниках.

Разработка хладагента – не менее 10 лет,

разработка компрессора – не менее 5 лет,

Затраты – не менее 5 млн.долларов США

Последствия Монреальского протокола для России

1. Юридическая основа Монреальского протокола противоречит российскому законодательству и международным стандартам и имеет характер диктата технически и научно несостоятельной концепции
2. Потеря 50-100 тыс. рабочих мест в холодильной и химической промышленности России
3. Потеря рынка сбыта отечественной продукции в России и за рубежом
4. Разовый убыток от уничтоженного оборудования, использующего ХФУ составит 10-15 млрд. долл. США
5. Переход на альтернативные озонобезопасные хладагенты "от Дюпона" для России даст убытки от увеличенного расхода электроэнергии и увеличенной на порядок цены "альтернатив" не менее 5 млрд. долл. США в год
6. Вдвое увеличится расход сырьевого фтора, используемого для изготовления хладагентов при переходе на "озонобезопасные" хладагенты
7. Известно, что запасов фтора в виде минерального сырья осталось на 20-30 лет при условии потребления на уровне 90 года
8. Монреальский протокол можно считать разорительным для России
9. Существенно уменьшает сырьевые ресурсы фтора, стратегического сырья, необходимого для целого ряда производств

Последствия Монреальского протокола для США

- За десять послемонреальских лет выпуск холодильных компрессоров в США вырос на 60%